

Marcia Regina Werner Schneider Abdala
(Organizadora)



Impactos das Tecnologias na Engenharia Civil 3

Atena
Editora
Ano 2019

Marcia Regina Werner Schneider Abdala

(Organizadora)

Impactos das Tecnologias na Engenharia Civil 3

Atena Editora
2019

2019 by Atena Editora
Copyright © Atena Editora
Copyright do Texto © 2019 Os Autores
Copyright da Edição © 2019 Atena Editora
Editora Executiva: Prof^a Dr^a Antonella Carvalho de Oliveira
Diagramação: Karine de Lima
Edição de Arte: Lorena Prestes
Revisão: Os Autores

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores. Permitido o download da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

Conselho Editorial

Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof^a Dr^a Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Prof^a Dr^a Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Prof^a Dr^a Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Prof^a Dr^a Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof^a Dr^a Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Prof^a Dr^a Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Ciências Agrárias e Multidisciplinar

Prof. Dr. Alan Mario Zuffo – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano
Prof^a Dr^a Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Darllan Collins da Cunha e Silva – Universidade Estadual Paulista
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof^a Dr^a Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

Ciências Biológicas e da Saúde

Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás
Prof.^a Dr.^a Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará

Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

Conselho Técnico Científico

Prof. Msc. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo
Prof. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba
Prof. Msc. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão
Prof.ª Drª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
Prof. Msc. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Msc. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará
Prof. Msc. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista
Prof.ª Msc. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia
Prof. Msc. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof.ª Msc. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal
Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

| Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG) | |
|---|--|
| I34 | Impactos das tecnologias na engenharia civil 3 [recurso eletrônico] / Organizadora Marcia Regina Werner Schneider Abdala. – Ponta Grossa, PR: Atena Editora, 2019. – (Impactos das Tecnologias na Engenharia Civil; v. 3) Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader Modo de acesso: World Wide Web Inclui bibliografia ISBN 978-85-7247-542-6 DOI 10.22533/at.ed.426192008 1. Construção civil. 2. Engenharia civil. 3. Tecnologia. I. Abdala, Marcia Regina Werner Schneider. II. Série. CDD 690 |
| Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422 | |

Atena Editora
Ponta Grossa – Paraná - Brasil
www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br

APRESENTAÇÃO

A construção civil é um setor extremamente importante para um país, e como tal é responsável pela geração de milhões de empregos, contribuindo decisivamente para os avanços da sociedade.

A tecnologia na construção civil vem evoluindo a cada dia e é o diferencial na busca da eficiência e produtividade do setor. A tecnologia permite o uso mais racional de tempo, material e mão de obra, pois agiliza e auxilia na gestão das várias frentes de uma obra, tanto nas fases de projeto e orçamento quanto na execução.

A tecnologia possibilita uma mudança de perspectiva de todo o setor produtivo e estar atualizado quanto às modernas práticas e ferramentas é uma exigência.

Neste contexto, este e-book, dividido em dois volumes apresenta uma coletânea de trabalhos científicos desenvolvidos visando apresentar as diferentes tecnologias e os benefícios que sua utilização apresenta para o setor de construção civil e também para a arquitetura.

Aproveite a leitura!

SUMÁRIO

| | |
|---|-----------|
| CAPÍTULO 1 | 1 |
| 'ARTENGENHARIA': UMA PONTE TRANSDISCIPLINAR PARA O DESENVOLVIMENTO DO POTENCIAL HUMANO E SUAS CONTRIBUIÇÕES PARA A GESTÃO DO CONHECIMENTO | |
| Ana Alice Trubbianelli | |
| DOI 10.22533/at.ed.4261920081 | |
| CAPÍTULO 2 | 15 |
| ARQ&CIVIL NAS ESCOLAS- PROJETO PESCADORES DE VIDA | |
| Marina Naomi Furukawa | |
| Ana Luisa Silva Alves | |
| Andressa Gomes dos Santos | |
| Gabriel Belther | |
| Gabriel Souza da Silva | |
| Iago Raphael Mathias Valejo | |
| Ítalo Guilherme Sgrignoli Madeira | |
| Luana Manchenho | |
| Marcelo Ambiel | |
| Vinicius Gabriel Parolin de Souza | |
| Vitor Hugo Vieira Brandolim | |
| DOI 10.22533/at.ed.4261920082 | |
| CAPÍTULO 3 | 20 |
| RESPOSTAS À DEMANDA POR HABITAÇÃO: QUALIDADE DE VIDA E DO ESPAÇO DA CIDADE | |
| Isabella Gaspar Sousa | |
| Maria do Carmo de Lima Bezerra | |
| Alice Cunha Lima | |
| DOI 10.22533/at.ed.4261920083 | |
| CAPÍTULO 4 | 32 |
| CORREDORES VERDES PARA A REABILITAÇÃO URBANA E AMBIENTAL DE ESPAÇOS LIVRES PÚBLICOS | |
| Daniella do Amaral Mello Bonatto | |
| DOI 10.22533/at.ed.4261920084 | |
| CAPÍTULO 5 | 46 |
| DESAFIOS À SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL: UMA ANÁLISE SOBRE A TRANSFORMAÇÃO TERRITORIAL NA PRODUÇÃO DO ESPAÇO URBANO DE MARICÁ/RJ | |
| Amanda da Conceição Rocha de Melo Nogueira | |
| Gisele Silva Barbosa | |
| DOI 10.22533/at.ed.4261920085 | |

CAPÍTULO 6 62

ANÁLISE DAS TEMPERATURAS INTERNAS E SUPERFICIAIS EM DIFERENTES REVESTIMENTOS URBANOS SOB AS COPAS DAS ESPÉCIES ARBÓREAS OITI (LICANIA TOMENTOSA) E MANGUEIRA (MANGIFERA INDICA) EM CUIABÁ - MT

Karyn Ferreira Antunes Ribeiro
Flávia Maria de Moura Santos
Marcos Valin de Oliveira Jr
Marta Cristina de Jesus Albuquerque Nogueira
Fernanda Miguel Franco
José de Souza Nogueira
Marcelo Sacardi Biudes
Carlo Ralph De Musis

DOI 10.22533/at.ed.4261920086

CAPÍTULO 7 77

INFLUÊNCIA DA OCUPAÇÃO DO SOLO NO MICROCLIMA: ESTUDO DE CASO NO HOSPITAL DO AÇÚCAR, EM MACEIÓ – ALAGOAS

Sofia Campus Christopoulos
Clarice Gavazza dos Santos Prado
Patrícia Cunha Ferreira Barros
Ricardo Victor Rodrigues Barbosa

DOI 10.22533/at.ed.4261920087

CAPÍTULO 8 88

ESTUDO DA INFLUÊNCIA DA LUZ NATURAL SOBRE O AMBIENTE INTERNO DAS CONSTRUÇÕES, COM ÊNFASE EM VIDROS

Giovana Miti Aibara Paschoal
Paula Silva Sardeiro Vanderlei

DOI 10.22533/at.ed.4261920088

CAPÍTULO 9 100

INFLUÊNCIA DOS JARDINS VERTICAIS NO CLIMA ACÚSTICO DE UMA CIDADE

Sérgio Luiz Garavelli
Armando de Mendonça Maroja

DOI 10.22533/at.ed.4261920089

CAPÍTULO 10 113

POLUIÇÃO VISUAL: ESTUDO DA QUALIDADE VISUAL DA CIDADE DE SINOP – MT

Cristiane Rossatto Candido
Renata Mansuelo Alves Domingos
João Carlos Machado Sanches

DOI 10.22533/at.ed.42619200810

CAPÍTULO 11 125

MAPEAMENTO COLETIVO NO LOTEAMENTO INFRAERO II EM MACAPÁ

Victor Guilherme Cordeiro Salgado
Mauricio Melo Ribeiro
Melissa Kikumi Matsunaga

DOI 10.22533/at.ed.42619200811

| | |
|--|------------|
| CAPÍTULO 12 | 138 |
| ELABORAÇÃO DO PLANO DIRETOR DE DRENAGEM PLUVIAL URBANA PARA UM CÂMPUS UNIVERSITÁRIO (PDDRU) | |
| Andrea Sartori Jabur Adriana Macedo Patriota Faganello Mateus Pimenta De Castro João Victor Souza Scarlatto Da Silva Renan Meira Teles | |
| DOI 10.22533/at.ed.42619200812 | |
| CAPÍTULO 13 | 151 |
| O MODELO DA CIDADE PORTUÁRIA REVISITADO | |
| Manuel Francisco Pacheco Coelho | |
| DOI 10.22533/at.ed.42619200813 | |
| CAPÍTULO 14 | 163 |
| PLANEJAMENTO URBANO UTILIZANDO MAPEAMENTO GEOTÉCNICO DO SETOR NORTE DO PERÍMETRO DE GOIÂNIA-GO, EM ESCALA 1:25.000. | |
| Henrique Capuzzo Martins João Dib Filho Beatriz Ribeiro Soares | |
| DOI 10.22533/at.ed.42619200814 | |
| CAPÍTULO 15 | 175 |
| A RELAÇÃO ENTRE OS LOCAIS DE IMPLANTAÇÃO DAS ZEIS E O MERCADO IMOBILIÁRIO: O CASO DAS ÁREAS DE LAZER E CULTURA EM PALMAS-TO | |
| Jordana Coêlho Gonsalves Milena Luiza Ribeiro Taynã Cristina Bezerra Silva | |
| DOI 10.22533/at.ed.42619200815 | |
| CAPÍTULO 16 | 187 |
| REGIMES DE PROPRIEDADE FLORESTAL, FOGOS E ANTICOMUNS: O CASO PORTUGUÊS | |
| Manuel Francisco Pacheco Coelho | |
| DOI 10.22533/at.ed.42619200816 | |
| CAPÍTULO 17 | 202 |
| MOBILITY MEASURED BY THE URBAN FORM PERFORMANCE OF THE CITY | |
| Peterson Dayan Rômulo José da Costa Ribeiro | |
| DOI 10.22533/at.ed.42619200817 | |
| CAPÍTULO 18 | 216 |
| ANÁLISE INTEGRADA DE FLUXOS DE TRÁFEGO DE VEÍCULOS INTELIGENTES ATRAVÉS DE SISTEMA DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA E DADOS COLETADOS EM TEMPO REAL | |
| Maria Rachel de Araújo Russo Naliane Roberti de Paula | |
| DOI 10.22533/at.ed.42619200818 | |

| | |
|---|------------|
| CAPÍTULO 19 | 230 |
| INFLUÊNCIA DOS APLICATIVOS DE SMARTPHONES PARA TRANSPORTE URBANO NO TRANSITO | |
| Maria Teresa Françoso Natália Custódio de Mello Heloisa Moraes Treiber | |
| DOI 10.22533/at.ed.42619200819 | |
| CAPÍTULO 20 | 244 |
| MODELO DE PROGRAMAÇÃO LINEAR INTEIRA PARA O PROBLEMA DE CARPOOLING: UM ESTUDO DE CASO NA UFSC JOINVILLE | |
| Natan Bissoli Silvia Lopes De Sena Taglialenha | |
| DOI 10.22533/at.ed.42619200820 | |
| CAPÍTULO 21 | 257 |
| UMA PROPOSTA DE METODOLOGIA PARA PRIORIZAÇÃO DE PROJETOS DE INFRAESTRUTURA EM MOBILIDADE URBANA | |
| Adriano Paranaiba Eliez Bulhões | |
| DOI 10.22533/at.ed.42619200821 | |
| CAPÍTULO 22 | 271 |
| A QUALIDADE DO TRANSPORTE PÚBLICO COLETIVO COMO MEIO SUSTENTÁVEL DE MOBILIDADE URBANA EM MANAUS | |
| Maximillian Nascimento da Costa Jussara Socorro Cury Maciel | |
| DOI 10.22533/at.ed.42619200822 | |
| CAPÍTULO 23 | 284 |
| ANÁLISE DA IMPLANTAÇÃO DE UM CORREDOR EXCLUSIVO DE ÔNIBUS E DA SINCRONIZAÇÃO SEMAFÓRICA NA VELOCIDADE DE CIRCULAÇÃO E EMISSÃO DE GASES POLUENTES: O CASO DE GOIÂNIA | |
| Mariana de Paiva Maxion Junio de Alcantara Filipe de Oliveira Fernandes Denise Aparecida Ribeiro | |
| DOI 10.22533/at.ed.42619200823 | |
| CAPÍTULO 24 | 298 |
| ESTUDO PRÉVIO PARA DESENVOLVIMENTO DE METODOLOGIA PARA CÁLCULO DE INDICADORES DE MOBILIDADE URBANA SUSTENTÁVEL PARA CÂMPUS UNIVERSITÁRIOS | |
| Sheila Elisângela Menini Andressa Rosa Mesquita Taciano Oliveira da Silva Heraldo Nunes Pitanga | |
| DOI 10.22533/at.ed.42619200824 | |
| CAPÍTULO 25 | 312 |
| O TRANSPORTE URBANO DE CARGA E O CENTRO COMERCIAL DE BELÉM | |
| Christiane Lima Barbosa | |
| DOI 10.22533/at.ed.42619200825 | |

| | |
|---------------------------------|------------|
| SOBRE O ORGANIZADOR..... | 324 |
| ÍNDICE REMISSIVO | 325 |

ANÁLISE DA IMPLANTAÇÃO DE UM CORREDOR EXCLUSIVO DE ÔNIBUS E DA SINCRONIZAÇÃO SEMAFÓRICA NA VELOCIDADE DE CIRCULAÇÃO E EMISSÃO DE GASES POLUENTES: O CASO DE GOIÂNIA

Mariana de Paiva

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás - Câmpus Goiânia
marianadepaiva@gmail.com

Maxion Junio de Alcantara

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás - Câmpus Goiânia
maxionjunio@hotmail.com

Filipe de Oliveira Fernandes

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás - Câmpus Goiânia filipe.spo@gmail.com

Denise Aparecida Ribeiro

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás - Câmpus Goiânia
deribeiro4@gmail.com

RESUMO: A implantação de corredores de ônibus são reconhecidos como vantajosos para o sistema de transporte público. Porém, para os usuários de automóveis há controvérsias. Assim, este artigo tem como objetivo avaliar em que medida a implantação de corredor exclusivo para ônibus, aliada à sincronização e priorização semafórica para ônibus, alteram a velocidade, o tempo de viagem, o consumo de combustível e a emissão de poluentes de automóveis e ônibus. O método que subsidiou a avaliação dos cenários *i)* sem sincronização semafórica e sem a implantação de corredor

de ônibus e *ii)* com sincronização semafórica, corredor e priorização semafórica para ônibus; utilizou o simulador de tráfego SUMO – Simulation of Urban Mobility. O estudo de caso foi realizado na Avenida 24 de Outubro, em Goiânia. O Cenário *ii)* gerou um aumento na velocidade média dos automóveis em 16% e redução nos tempos de viagem e na emissão de poluentes em 10,3%.

1 | INTRODUÇÃO

A operação do transporte público por ônibus em vias onde há compartilhamento do espaço viário com outros tipos de veículos gera problemas como congestionamentos e conflitos que reduzem a capacidade de transporte e o nível de serviço da via. A fim de minimizar estes impactos, podem ser utilizadas, por exemplo, medidas de gerenciamento de tráfego que priorizem a circulação de ônibus em interseções. De forma mais abrangente pode-se delimitar faixas de tráfego destinadas à circulação preferencial ou exclusiva para ônibus.

A implantação dos corredores exclusivos para o transporte público urbano por ônibus melhora uma série de indicadores, entre eles tem-se: velocidade de operação, consumo de combustíveis e emissão de poluentes (IPEA,

2011). Porém, o desafio para as cidades é entender como estes indicadores variam ao analisar os demais veículos que circulam na via. Em um primeiro momento, a opinião geral é de que os demais veículos têm estes indicadores alterados em proporção inversa.

Neste sentido, o objetivo deste artigo é avaliar em que medida a implantação de um corredor para ônibus, aliada à sincronização e à priorização semafórica para ônibus, alteram os indicadores de velocidade, tempo de viagem, consumo de combustível e emissão de gases poluentes na atmosfera.

Os resultados encontrados podem comprovar, por meio do uso da simulação de tráfego, que a implantação de corredores para ônibus beneficia tanto os usuários do transporte público como os usuários do automóvel. Para o poder público, esses resultados também servem de subsídio para tomada de decisão, pois comprovam os benefícios da implantação de corredores para ônibus e da sincronização semafórica no que se refere à velocidade de circulação, ao tempo de viagem, ao consumo de combustível e a emissão de poluentes.

Para a análise foi utilizado como estudo de caso a Avenida 24 de Outubro, localizada na cidade brasileira de Goiânia. Ela possui 1,6 km de extensão e concentra 500 unidades comerciais gerando grande movimento de pessoas e mercadorias (Godinho, 2018).

2 | REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Transporte Público por Ônibus

O transporte público urbano é um serviço essencial para o funcionamento das cidades, devido à sua relevância para o desenvolvimento econômico e social da população, pois democratiza a mobilidade na medida em que facilita a locomoção das pessoas (Ferraz e Torres, 2004). Economicamente, todos os segmentos da sociedade são beneficiados, direta ou indiretamente, pela existência de uma rede de transporte público, uma vez que permite seus usuários usufruírem de bens e serviços que a vida urbana oferece (Santos, 2003). Os deslocamentos urbanos, no Brasil, são realizados predominantemente por ônibus. Segundo dados da NTU (2017), 45,2% da população usam o ônibus em seus deslocamentos.

O ônibus é uma opção de transporte em substituição ao automóvel, reduzindo assim problemas como congestionamento, emissão de poluentes, acidentes e consumo de energia. A priorização do transporte público diminui os custos com construção e ampliação de vias e estacionamentos e também com operação e controle de tráfego por aproveitar racionalmente o espaço urbano, tornando as cidades mais humanas (Ferraz e Torres, 2004). Neste sentido, o uso racional do espaço viário aliado a um sistema operacional eficiente é fundamental para garantia da mobilidade urbana (Lombardo *et al.*, 2012).

O intenso Tráfego Urbano tem gerado significativos problemas para a humanidade, pois afeta diversas classes sociais, categorias profissionais e qualidade de vida. O congestionamento provocado principalmente pelos automóveis que compartilham espaço com os ônibus prejudica o desempenho do transporte público (Pontes *et al.*, 2014). Em vias de tráfego misto, a operação do transporte público por ônibus sofre com interferências longitudinais e transversais (NTU, 2008) que reduzem a velocidade de circulação dos ônibus, aumentam o tempo de viagem e geram desconforto para seus usuários (NTU, 2002). Diante disso, há necessidade de minimizar os congestionamentos e os tempos perdidos de viagens nos espaços destinados à circulação de ônibus. Para tal, é recomendado considerar a segregação de vias para ônibus, aumentando a velocidade operacional e diminuindo a variabilidade dos tempos de viagens (Lindau *et al.*, 2013). Além disso, pode-se sincronizar os semáforos a fim de evitar paradas em semáforos sequenciais (Gonzaga, 2016) e priorizar os semáforos para ônibus (Silva, 2005), por meio de tecnologias que permitem a comunicação dos veículos com os semáforos. A segregação pode ocorrer de diversas maneiras, dentre as mais utilizadas tem-se a faixa exclusiva, junto ao canteiro central ou na lateral da pista (Silva, 2005).

2.2 Simulação de Tráfego

A simulação de tráfego tem sido utilizada na análise da eficiência da operação de ônibus em faixas exclusivas para transporte público, pois auxilia na avaliação do comportamento de operação da via, por meio, por exemplo, da velocidade veicular, fluxo e da emissão de poluentes (Castilho, 1997).

De acordo com Silva (2001), o comportamento dos veículos nas vias pode ser analisado, conforme a Teoria do Fluxo de Tráfego, por meio de, pelo menos, três níveis de abordagem: macroscópica, microscópica e mesoscópica. O modelo macroscópico preocupa-se em descrever o comportamento das correntes de tráfego. O estudo do comportamento veículo-veículo é dispensável. A análise do tráfego é com o nível de detalhamento baixo, sendo que os veículos não são analisados particularmente e o tráfego é considerado como um elemento único. Os modelos matemáticos da análise macroscópica têm como base a teoria hidrodinâmica dos fluidos, em que se admite um fluxo contínuo do tráfego (Nazareth, 2015).

O modelo microscópico tem como característica o alto nível de detalhamento. No modelo microscópico, a análise ocorre pela observação da integração entre dois veículos consecutivos numa corrente de tráfego. Esse modelo teve como base para seu desenvolvimento os denominados “modelos de perseguição”, que procuram descrever a conduta do elemento motorista-veículo como reação a um estímulo recebido (Nazareth, 2015). A análise microscópica simula o comportamento individual de veículos e motoristas para prever os prováveis impactos relativos a

mudanças nos padrões de tráfego resultado de alterações no fluxo de tráfego ou de mudanças no ambiente físico, como número de faixas, sinalização e outras.

Situado entre o modelo macroscópico e o modelo microscópico, o modelo mesoscópico busca um tratamento individualizado, porém de veículos constituintes das correntes de tráfego, que formam pelotões e que se deslocam no sistema viário (Silva, 2001). O modelo mesoscópico é adequado para o estudo em áreas urbanas e em vias de tráfego interrompida, onde o controle de tráfego é mais rigoroso (Pinheiro, 2011).

Diversos softwares se destacam por seu alto desempenho ao realizar funções, muitas vezes complexas, de forma simples e concisa (Russell e Norvig, 2013). Nos estudos envolvendo tráfego, essas ferramentas computacionais, são conhecidas como simuladores de tráfego e possuem capacidade de reproduzir, com maior ou menor detalhe, a interação entre os três intervenientes do sistema rodoviário: veículo, homem e infraestrutura (Silva, 2001). Como exemplos dos diversos níveis simulação tem-se: Macroscópicos: SATURN, TRANSYT- 7F, NETCELL, KRONOS; Microscópicos: MATSIM, DRACULA, HUTSIM, SITRA-B+, AIMSUN, VISSIM, SUMO; e Mesoscópicos: CONTRAM, DYNAMIT-P, DYNAMIT-X, DYNASMART-P, DYNASMART-X. Alguns desses simuladores de tráfego são livres e de código aberto.

Neste artigo foi utilizado o software SUMO – *Simulation of Urban MObility*, desenvolvido pelo *Institute of Transportation Systems*, por ser um simulador de tráfego livre de código aberto disponível desde 2001. O SUMO possibilita a modelagem de sistemas de tráfego intermodal, incluindo veículos rodoviários, transportes públicos e pedestres. O SUMO possui ferramentas de apoio capazes de realizar tarefas como localização de rota, visualização, importação de rede e cálculo de emissão de poluentes (DLR, 2017).

2.3 Emissão de Poluentes pelos Sistemas de Transportes

Os sistemas de transportes contribuem com uma parcela significativa de poluentes atmosféricos (17%), afetando as diversas classes econômicas e sociais (Betiolo *et al.*, 2009). Entre esses, os principais são os Óxidos de Nitrogênio (NO e NO₂), o Gás Carbônico (CO₂), o Monóxido de Carbono (CO), o Material Particulado (MP) e Hidrocarbonetos (HC) (Vasconcellos, 2006). No entanto, os diferentes tipos de veículos emitem esses poluentes em proporções distintas, conforme pode ser visto na Figura 1.

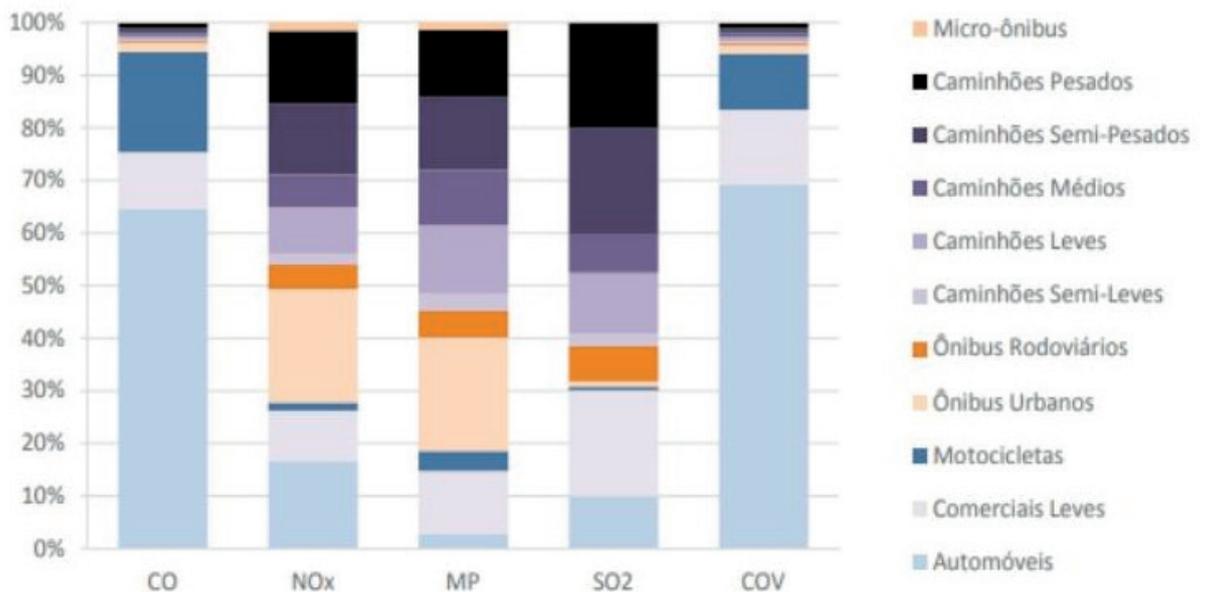


Fig. 1 Emissão de poluentes por categoria na RMSP em 2015
(Fonte: CETESB, 2016)

No Brasil, as fontes de energia consumidas com transportes são óleo diesel (44%), gasolina (29,4%), álcool etílico (16,4%), querosene de aviação (3,9%), biodiesel (3,3%), gás natural (2,1%), e outras (0,9%) (EPE, 2018).

Os poluentes gerados pela energia consumida com transportes variam conforme as características dos veículos (tipo do motor, estado de conservação, idade, regulagem e manutenção do veículo), o tipo de combustível, a frota circulante, o modo de operação do veículo, as características do tráfego (velocidade média, congestionamentos, entre outros) e as características climáticas (Ferreira e Oliveira, 2016). A Figura 2 mostra que os ônibus e o metrô consomem menos energia por passageiro transportado que os demais veículos que operam no Brasil. Segundo Ferraz e Torres (2004), um ônibus com três a quatro passageiros consome a mesma energia por passageiro que um automóvel com um passageiro. Assim, pode-se estimar que quando maior o consumo de combustível maior a emissão de poluentes. No entanto, considerando a relação entre a emissão poluente e a quantidade de passageiros transportados, o ônibus polui menos que o automóvel (Ferraz e Torres, 2004; Vasconcellos, 2006).

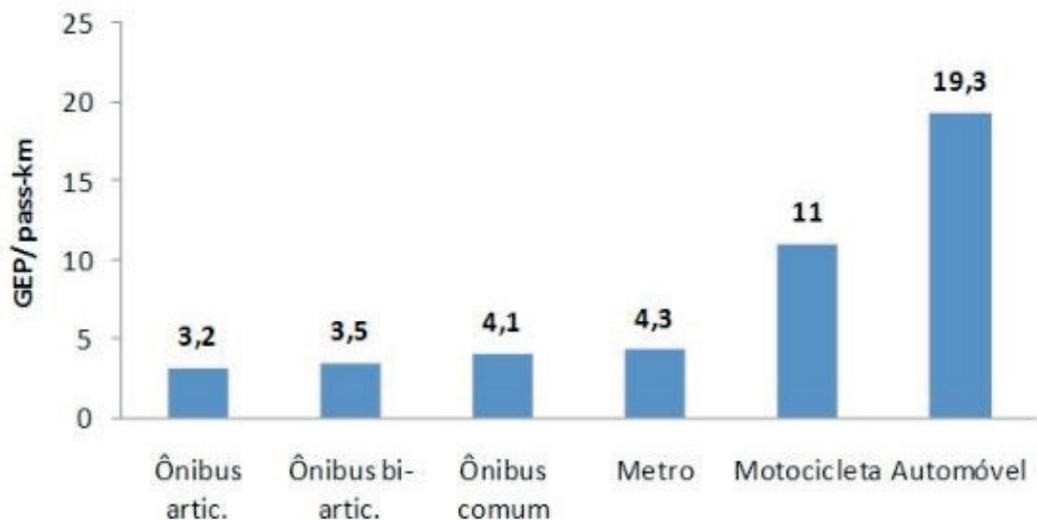


Fig. 2 Consumo de energia por passageiro, por modo de transporte

Fonte: Alquieres e Martines (1999)

As constantes interferências longitudinais e transversais que ocorrem no tráfego urbano exigem alterações constantes na velocidade e aceleração e desaceleração dos veículos. Isso provoca aumento da emissão de poluentes, pois os menores índices ocorrem quando os veículos circulam com velocidade constante (Ferreira e Oliveira, 2016).

A poluição atmosférica tem prejudicado seriamente a saúde dos seres vivos, particularmente a do homem. “Os efeitos dessa exposição têm sido marcantes e plurais quanto à abrangência” (Braga, 2003). Em função dessas consequências à saúde observa-se a relevância de considerar a emissão de poluentes em estudos que envolvem tráfego de veículos.

3 | METODOLOGIA

A Metodologia compreende 5 Etapas. Na Etapa 01 define-se a área de estudo que deve possuir fluxo intenso de ônibus e veículos particulares que justifique a implantação de um corredor exclusivo para ônibus. Após a seleção dessa via é caracterizado o local de estudo no que diz respeito ao uso do solo, tipo de controle existente e às declividades das vias.

Na Etapa 02 são obtidos, a partir de pesquisas realizadas em campo, características geométricas como largura, comprimento e número de faixas de tráfego, características do tráfego como velocidade média dos veículos e contagens volumétricas classificadas.

Na Etapa 03 é escolhido o software de simulação. Para tal, é necessário definir o nível de estudo que se deseja abordar e conhecer as características de cada software – neste caso, o microscópico. Além disso, é imprescindível definir os recursos necessários para seu acesso, velocidade de simulação, consumo de memória,

tamanho da rede, disponibilidade de relatórios de simulação, flexibilidade de dados dentre outros.

A próxima etapa consiste na microssimulação. Assim, deve-se definir os mapas georreferenciados que forneçam os parâmetros necessários à simulação. Em seguida, o modelo deve ser calibrado e validado a fim de garantir a representação do local da forma mais fiel possível (Tavares e Pereira, 2015). Na calibração são inseridas as variáveis como velocidade, aceleração e desaceleração de modo a se ter uma situação próxima da realidade.

Para validação do modelo, Tavares e Pereira (2015) propõem o cálculo dos parâmetros, a representação gráfica ou testes estatísticos com os valores simulados. De acordo com Hourdakís, Michalopoulos e Kottomannil (2003), uma medida de erro utilizada para estimar o grau de ajuste entre as medidas de tráfego simulado e o real é a Percentagem de Erro Quadrado Médio (RMSP), definido na Equação (1). Para se obter uma estimativa aceitável entre os valores simulados e os observados, o Percentual de Erro Quadrado Médio (RMSP) deve ser inferiores a 15% (Tavares e Pereira, 2015).

$$RMSP = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{j=1}^n \left(\frac{x_j - y_j}{y_j} \right)^2} \quad (1)$$

Onde:

x_i : volume médio simulado para o tempo (i);

y_i : volume de tráfego observado para o tempo (i);

n : número total de observações.

Para atingir os objetivos desse trabalho, propõe-se a avaliação dos seguintes cenários: i) sem sincronização semafórica e sem a implantação de corredor exclusivo para ônibus (cenário atual) e ii) com corredor exclusivo, sincronização e priorização semafórica para ônibus (cenário proposto). Para tal, a sincronização semafórica deve ser calculada seguindo as recomendações do DENATRAN (2014). Os resultados devem ser inseridos no simulador para avaliação do cenário proposto.

Na etapa 05 foi realizada uma análise comparativa entre duas simulações, uma representando a situação atual e a outra com a implantação de um corredor exclusivo, sincronização e priorização semafórica para ônibus. Foram confrontados os resultados obtidos para os diferentes tipos de veículos com suas respectivas velocidades operacionais, tempo de viagem, consumo de combustível e emissões de poluentes.

4 | ESTUDO DE CASO

O local escolhido para o estudo foi a Avenida 24 de Outubro, uma das principais

vias de Goiânia e que apresenta fluxo intenso de transporte público e de veículos particulares gerados pela presença de comércio varejista em toda sua extensão. É uma via plana e suas interseções são controladas, em sua maioria, por semáforos. Essa avenida possui 3,2 km, 3 faixas de tráfego por sentido e velocidade máxima regulamentada de 60 km/h. As contagens volumétricas classificatórias foram realizadas nas intercessões da Av. 24 de outubro com a Rua 13, a Rua José Hermano e a Avenida Perimetral, conforme identificado na Figura 4 respectivamente por 1, 2 e 3. Optou-se por esses cruzamentos por serem as interseções que apresentam maior fluxo de veículos.



Fig. 4 Interseções analisadas no estudo

Foram contabilizados os veículos da Av. 24 de Outubro em intervalos de quinze minutos, durante o período de 1 hora, das 7h00 às 8h00, nas terças, quartas e quintas-feiras de outubro de 2017, conforme recomendado pelo DNIT (2006). Nesta contagem considerou-se 4 categorias de veículos: automóveis, motos, ônibus e caminhões. A Tabela 1 fornece os valores médios das contagens volumétricas por tipo de veículos obtidos nos três pontos de coleta indicados na Figura 4, bem como a conversão dos valores para unidade de carro de passeio (UCP). Essa conversão seguiu as recomendações do DENATRAN (2014).

| Tipos de Veículos | Automóveis | Motocicletas | Caminhões | Ônibus | Ucp |
|-------------------|------------|--------------|-----------|-----------|----------|
| Fluxo Médio/h | 563 veíc/h | 328 veíc/h | 12 veíc/h | 37 veíc/h | 769ucp/h |

Tabela 1 Média das Contagens Volumétricas – Av. 24 de Outubro

As informações sobre linhas de transporte público (rotas e pontos de parada) e seus respectivos intervalos foram obtidos no site da RMTC (Rede Metropolitana de Transporte Coletivo de Goiânia) em 2017 e verificados em campo. O tempo médio de parada de ônibus em cada ponto observado em campo foi de 15 segundos.

O software utilizado na simulação foi o SUMO por permitir a execução da simulação microscópica de forma rápida, com baixo uso de memória, com flexibilidade de dados e alto nível de detalhamento. Além disso, ele gera relatórios

de filas e emissão de poluentes (DLR, 2017). O mapa utilizado na simulação foi obtido por meio do *Openstreetmap*, que fornece mapas editáveis *Netconvert* (Programa auxiliar de edição de mapas). No *Openstreetmap*, a largura das vias, semáforos, rotatórias dentre outros tem seus valores já estabelecidos. Desta forma, o mapa referente ao local em estudo foi editado no *Netconvert*, buscando uma representação mais condizente com a observada em campo. Assim, foi exportada a malha viária da Avenida 24 de Outubro e seu entorno, conforme Figura 5.

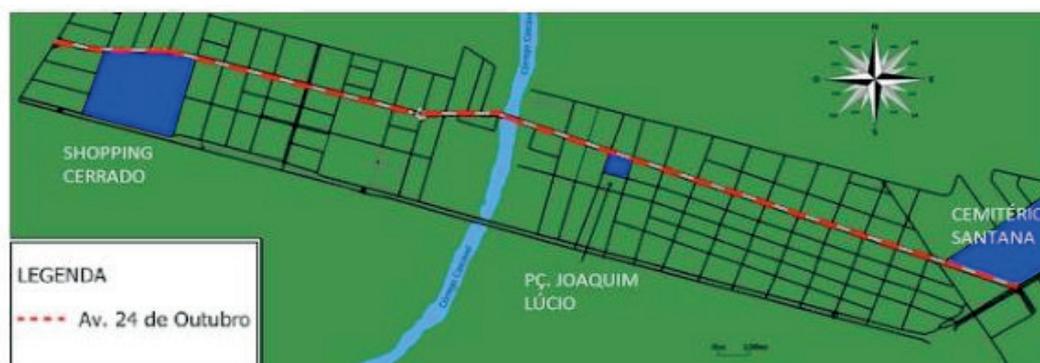


Fig. 5 Malha viária da região da Av. 24 de Outubro (Cenário Atual)

Algumas variáveis que possuem valores padrão no *software* SUMO foram mantidas, tais como: peso dos veículos, potência, comprimento (*length*), imperfeição na dirigibilidade (*sigma*), entre outros. Na calibração do modelo, a velocidade máxima permitida na via foi considerada a mesma para todos os veículos (60 km/h). Além disso, as variáveis aceleração (*accel*) e desaceleração (*decel*) se mantiveram *default* no SUMO. As variáveis tempo (*tau*) e espaço vazio (*minGap*) entre dois veículos foram calibrados, pois adotou-se o tempo de 2s e a distância de segurança entre dois veículos de, no mínimo, 2m, conforme recomendado pelo DENATRAN (2014).

A validação das variáveis foi realizada por meio de análise dos parâmetros referente aos veículos individuais e aos fluxos gerados, o que possibilitou observar os comportamentos dos veículos em situações de aceleração e desaceleração garantindo uma situação mais próxima da realidade. Por meio da Equação 01, considerando o volume médio simulado para o tempo de 1 hora de 784 veículos, o volume de tráfego médio observado para o tempo de 1h de 769 veíc. e 13 observações, obteve-se uma porcentagem de erro quadrado médio de 4,41%, o que é aceitável conforme Tavares e Pereira (2015).

Em seguida, foram analisados dois cenários. O primeiro avalia o cenário atual, ou seja, sem o corredor exclusivo, com três faixas em cada sentido. O segundo considera faixas exclusivas laterais à calçada, priorização semafórica para ônibus em toda avenida e sincronização dos semáforos da Avenida 24 de Outubro entre a Rua Sen. Moraes Filho e a Avenida Perimetral. As Figuras 6 e 7 representa os dois cenários investigados.



Fig. 6 Simulação sem corredor exclusivo



Fig. 7 Simulação com corredor exclusivo

A sincronização semafórica utilizada no cenário proposto foi calculada seguindo as recomendações do DENATRAN (2014). Os resultados dessa sincronização estão representados na Figura 7. Os resultados obtidos a partir da sincronização foram inseridos na simulação, readequando os tempos semafóricos. A inclinação da banda de passagem representa a velocidade de progressão do tráfego e foi considerada de 45 km/h como velocidade média de percurso. A largura da banda de passagem – 15 segundos – representa o intervalo de tempo disponível para um veículo transpor a distância compreendida entre uma interseção e a seguinte.

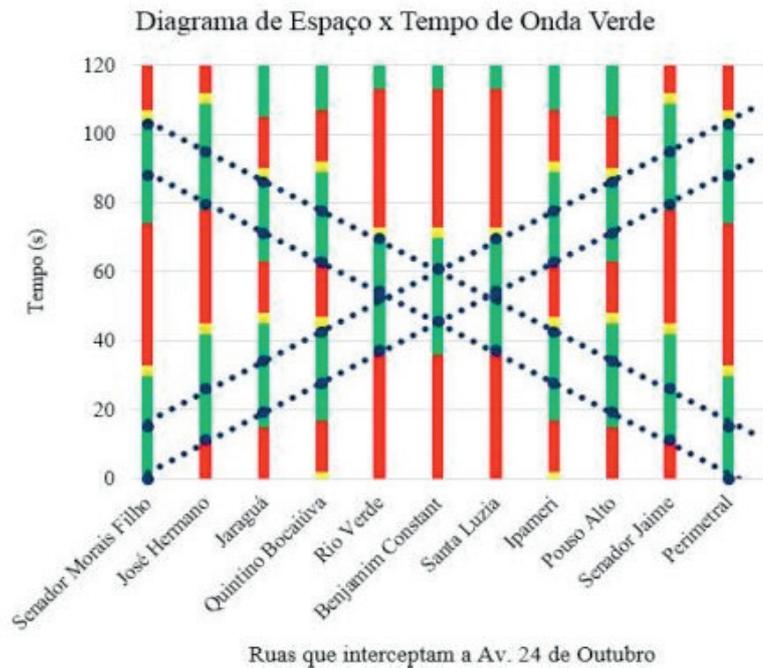


Fig. 7 Diagrama representando a sincronização semafórica adotada

A priorização semafórica foi inserida por meio da própria programação semafórica do SUMO, que permite o controle dos tempos do semáforo a fim de favorecer a circulação dos ônibus. A Figura 8 mostra a priorização semafórica para o transporte coletivo obtida na simulação.



Fig. 8 Priorização semafórica na simulação (sinal verde-claro ao transporte coletivo)

5 | RESULTADOS E ANÁLISES

Após as duas simulações serem concluídas, foram gerados relatórios com informações sobre velocidade, tempo de viagem, consumo de combustível e emissão dos seguintes gases poluentes: CO (monóxido de carbono), CO₂ (dióxido de carbono), HC (gases hidrocarbonetos), MPX (material particulado), NO_x (óxidos de nitrogênio). A Figura 9 mostra os impactos dos dois cenários analisados para os automóveis e os ônibus.

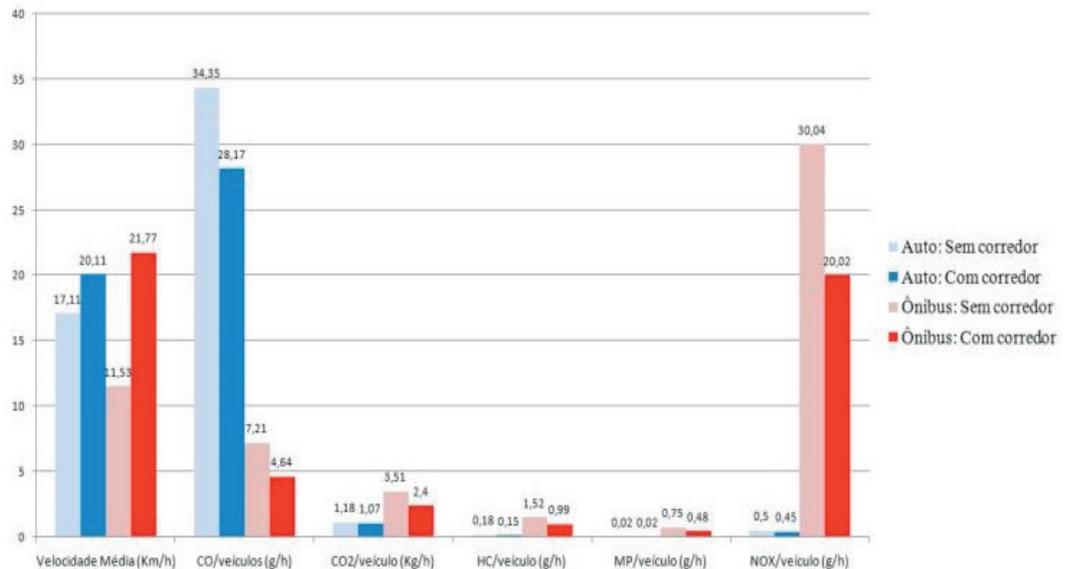


Fig. 9 Comparativo dos indicadores antes e após intervenções

Com a implantação da faixa exclusiva para ônibus e com a sincronização semafórica, a velocidade do transporte coletivo passa de 11,53 km/h para 21,77 km/h, o que gera um aumento da velocidade operacional da ordem de 88,8%, reduzindo assim, o tempo de viagem. Ao calcular a média das emissões de gases do antes e depois das possíveis intervenções observa-se uma queda de 34% na média das emissões de gases.

Quanto aos outros modos de transporte que utilizam a 2ª e 3ª faixa de forma compartilhada, mesmo com a redução de uma faixa para circulação exclusiva de ônibus, a readequação dos tempos semafóricos para criação da onda verde levou a um aumento médio de velocidade de 16%, resultando numa queda média de emissão de gases de 10,3%. Em um primeiro momento, a opinião geral é de que a implantação de faixa exclusiva para ônibus prejudica a circulação dos demais veículos. No entanto, os resultados dessa simulação demonstram que essa implantação, juntamente com a sincronização e priorização do semáforo para o ônibus, aumenta a velocidade média dos veículos, diminuindo assim o tempo de viagem, e reduzindo a emissão de poluentes.

O consumo de combustível dos automóveis também sofre uma alteração positiva. No cenário atual os automóveis consomem 0,51 l/veículo para percorrer o trecho em estudo enquanto os ônibus consomem 1,50 l/veículos. Com as intervenções esses valores são reduzidos para 0,46 l/veículo e 1,02 l/veículo, respectivamente.

6 | CONCLUSÃO

O presente estudo possibilitou a comparação entre o antes e o depois de uma virtual implantação de um corredor exclusivo para ônibus com sincronização e priorização semafórica para ônibus em uma das principais avenidas de Goiânia a fim

de avaliar em que medida essas intervenções provocam alterações na velocidade, tempo de viagem, consumo de combustível e emissão de poluentes. Para tal, foi utilizado um simulador de tráfego - SUMO.

A simulação permitiu concluir que a implantação desse corredor, aliada à sincronização semaforica, levou a um considerável ganho de velocidade média, redução do tempo de viagem, consumo de combustível e emissão de poluentes não somente para os ônibus, mas também para os demais veículos. Esses resultados reafirmam a importância da implantação de medidas relativamente simples e de baixo custo que otimizam o trânsito das cidades e a operação do transporte coletivo e ainda contribuem para qualidade do meio ambiente.

Esta pesquisa considerou apenas o fluxo de veículos que percorre toda a Av. 24 de Outubro. Recomenda-se, para estudos futuros, o uso de contagem volumétrica classificatória direcional em todas as intersecções da avenida, a fim de se verificar de forma mais precisa o comportamento da malha viária da região.

REFERÊNCIAS

Alqueres, C. A. Martines, G. L. (1999) As reações entre o conforto, a capacidade, o desempenho e o consumo no planejamento de sistemas de transportes. CLATPU: Caracas.

Braga, A. (2003) Poluição Atmosférica e seus Efeitos na Saúde Humana, Faculdade de Medicina, USP.

Castilho, R. A. (1997) Análise e Simulação da Operação de Ônibus em Corredores Exclusivos. Escola de Engenharia. UFRS. Porto Alegre.

CETESB (2016). Emissões veiculares no estado de São Paulo, São Paulo.

DENATRAN (2014) Departamento Nacional de Trânsito. Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito: Volume V – Sinalização Semaforica, Brasília.

DNIT (2006) Manual de estudos de tráfego. Departamento Nacional de Infra-Estrutura de Transportes. Rio de Janeiro

DLR (2017). *Institute of Transportation Systems*. SUMO: Simulação de Mobilidade Urbana.

EPE (2018). Balanço Energético Anual: Relatório Síntese – ano base 2017. Empresa de Pesquisa Energética, Rio de Janeiro.

Ferraz, A. C. P. Torres, I. G. E. (2004) Transporte Público Urbano. 2. ed. Rima, São Carlos

Ferreira, C. C. M. Oliveira, D. E. O. (2016) Estimativa da poluição veicular e qualidade do ar nas principais vias do sistema viário da região central da cidade de Juiz de Fora – MG, Revista do Departamento de Geografia, USP. Volume especial.

Godinho, D. S. S. (2018) Comércio e Memória Urbana: Um Estudo Do Bairro De Campinas Em Goiânia. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Goiás, Goiânia.

Gonzaga, E. W. L. G. (2016) Otimização da Programação Semaforica com Base em Modelos Matemáticos. Dissertação de mestrado. Programa de Pós-Graduação em Engenharia

Elétrica, Universidade Federal de Minas Gerais.

Hourdakís, J. Michalopoulos, P. Kottomannil, J. A (2003) Practical Procedure for Calibrating Microscopic Traffic Simulation Model. Transportation Research Board, Washington D.C.

IPEA (2011) Os Benefícios do Transporte Coletivo. Jonas de Oliveira Bertucci In: Boletim regional, urbano e ambiental. Brasília.

Lindau, L. A. Petzhold, G. S. Silva, C.A.M. Facchini, D. (2013) BRT e corredores prioritários para ônibus: panorama do continente americano. In: XXVII Congresso de Pesquisa e Ensino em Transportes, Belém/PA.

Lombardo, A. Cardoso, O. R. Sobreira, P. E. (2012) Mobilidade e Sistema de Transporte Coletivo. Administração & Ciências Contábeis. Revista nº 07. Centro Universitário OniOpet, Curitiba.

Nazareth, V. S. Sousa, L. A. P. Ribeiro, P. C. M. (2015) Análise Comparativa entre Simuladores de Fluxo de Tráfego. Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro.

NTU (2002) Prioridade para o Transporte Coletivo Urbano. Relatório Técnico. Associação Nacional das Empresas de Transportes Urbanos. Brasília.

NTU (2008) Desempenho e qualidade nos sistemas de ônibus urbanos. Relatório Técnico. Associação Nacional das Empresas de Transportes Urbanos. Brasília.

NTU (2017) Pesquisa mobilidade da população urbana 2017/Confederação Nacional do Transporte, Associação Nacional das Empresas de Transportes Urbanos. Brasília.

Pinheiro, L. M. (2011) Uma Integração de Soluções em Software Livre Aplicada a Microssimulação de Tráfego Urbano. Dissertação mestrado, UEL. Londrina.

Pontes, C. Ribeiro, M. M. Rodrigues, F. (2014) Sobre o impacto da implantação de um corredor exclusivo para ônibus em centros Urbanos: um estudo de caso para Belo Horizonte. PANAM, Foz do Iguaçu.

RMTC (2017) Rede Metropolitana de Transporte Coletivo de Goiânia. Linhas e Trajetos.

Russell, S. J. Norvig, P. (2013) Inteligência artificial / tradução Regina Célia Simille. – Rio de Janeiro: Elsevier.

Santos, B. J. R. (2003) A qualidade no serviço de transporte público urbano. NUPENGE – Núcleo de Pesquisa em Engenharia. I Jornada Científica de Engenharia, Goiânia.

Silva, G. A. (2005) Considerações sobre as características de vias exclusivas para ônibus no transporte coletivo urbano. Dissertação de Mestrado, Universidade de Brasília, Brasília.

Silva, P. C. M. (2001) Elementos do Sistema de Tráfego: Teoria do Fluxo de Tráfego. Notas de Aula. Universidade de Brasília.

Tavares, J. P. Pereira, J. (2015) Modelos de Simulação e de Previsão de Tráfego. FEUP - Faculdade de Engenharia – Universidade do Porto.

Vasconcellos, E. A. (2006) Transporte e meio ambiente: conceitos e informações para análise de impactos. São Paulo: Edição do Autor.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Abordagem Sistêmica 46, 48

Arquitetura 5, 14, 15, 16, 17, 20, 30, 31, 32, 44, 75, 77, 78, 87, 124, 125, 131, 175, 185, 214, 230, 233

Arteterapia 1, 2, 4, 9, 11, 12

C

Câmpus Universitário 8, 138, 298, 300, 301, 302, 306, 307, 308, 309, 310, 311

Cidade 6, 7, 8, 15, 17, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 30, 32, 34, 36, 37, 44, 46, 47, 48, 50, 51, 56, 60, 62, 64, 71, 72, 75, 79, 81, 82, 100, 102, 103, 104, 113, 114, 115, 116, 117, 118, 120, 121, 123, 124, 125, 126, 127, 128, 129, 133, 135, 136, 140, 141, 142, 151, 152, 153, 154, 155, 156, 158, 159, 160, 163, 164, 165, 175, 176, 177, 178, 179, 180, 181, 182, 183, 184, 185, 186, 202, 203, 214, 218, 221, 228, 235, 238, 245, 250, 251, 252, 253, 254, 255, 260, 261, 265, 266, 270, 271, 272, 275, 279, 285, 296, 300, 301, 310, 312, 313, 314, 317, 320, 321, 322

Cidade Limpa 113, 114, 118

Climatologia 63

Conjuntos Habitacionais 20, 21, 23, 25, 28, 29, 126

Construção Civil 5, 6, 88, 113

Corredores Verdes 6, 32, 34, 35, 36, 40, 41, 43, 44, 45

D

Desenvolvimento 6, 9, 1, 2, 3, 5, 6, 8, 10, 11, 12, 14, 18, 22, 24, 26, 27, 34, 35, 46, 49, 50, 51, 52, 55, 60, 61, 64, 78, 79, 89, 100, 101, 126, 127, 129, 130, 132, 135, 136, 139, 160, 163, 179, 184, 186, 188, 198, 200, 228, 230, 231, 232, 235, 236, 237, 239, 241, 245, 262, 271, 272, 273, 274, 275, 276, 283, 285, 286, 298, 299, 302, 303, 304, 310, 311

Drenagem Urbana 48, 138, 139, 147

E

Engenharia 2, 1, 2, 3, 4, 5, 8, 9, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 25, 46, 61, 75, 76, 88, 99, 113, 138, 149, 167, 173, 174, 186, 230, 243, 260, 269, 282, 283, 296, 297, 298, 310, 311, 312, 318, 324, 325, 326, 327

Ensino 16, 26, 53, 276, 297, 303, 324

Extensão 1, 16, 18, 19, 35, 36, 51, 52, 129, 134, 169, 193, 248, 285, 291, 308, 309, 320

H

Humano 6, 1, 2, 5, 8, 11, 12, 21, 48, 89, 90, 91, 93, 95

I

Iluminação Natural 88, 89, 99

Infraestrutura Urbana 20, 23, 25, 26, 30, 33, 47, 53, 55, 181, 228, 252, 264

J

Jardins Verticais 7, 40, 100, 101, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 109, 110, 111

M

Mapa de Ruídos 100, 107

Mapeamento Coletivo 7, 125, 127, 129, 131, 132, 134

Maricá-RJ 46, 47

Materiais Construtivos 63

Microclima Urbano 42, 43, 77, 78, 102

O

Ocupação do Solo 7, 38, 46, 47, 60, 75, 77, 87, 273, 278, 314

P

Participação 24, 26, 27, 50, 52, 125, 126, 127, 128, 129, 130, 132, 135, 136, 186, 262, 275, 305

Planejamento Urbano 8, 25, 32, 34, 35, 43, 44, 46, 48, 49, 60, 111, 124, 125, 127, 128, 136, 149, 163, 170, 173, 185, 186

Plano Diretor 8, 24, 37, 61, 125, 126, 127, 128, 135, 136, 137, 138, 148, 163, 164, 176, 179, 180, 182, 185, 257, 261, 303, 317

Poluição Sonora 100, 101

Poluição Visual 7, 113, 114, 115, 116, 117, 121, 122, 123, 124

Q

Qualidade Visual 7, 101, 113, 114, 115, 118, 123, 124, 133

R

Reabilitação 6, 32, 34, 35, 36, 39, 40, 43, 44

Regularização Fundiária 20, 21, 24, 25, 26, 27, 28, 30, 31, 126, 178, 179

Resiliência Urbana 32, 44

S

Simulação Computacional 77

Sistema de Espaços Livres 32, 34, 43

Sombreamento Arbóreo 62, 64, 66, 75

Sustentabilidade 6, 35, 44, 46, 49, 60, 61, 137, 138, 139, 196, 261, 263, 264, 273, 275, 299, 300, 301, 303, 304, 306, 307

Sustentabilidade Ambiental 6, 46

T

Transdisciplinar 6, 1, 2, 8, 11, 48

Transmissão espectral 88

V

Vidros 7, 88, 89, 91, 92, 93, 94, 98, 99

Voluntariado 16

Agência Brasileira do ISBN
ISBN 978-85-7247-542-6

