



**Andrei Strickler  
(Organizador)**

**Ciência, Tecnologia e  
Inovação: Desafio para  
um Mundo Global 2**

**Andrei Strickler**

(Organizador)

# **Ciência, Tecnologia e Inovação: Desafio para um Mundo Global**

**2**

Atena Editora

2019

2019 by Atena Editora  
Copyright © Atena Editora  
Copyright do Texto © 2019 Os Autores  
Copyright da Edição © 2019 Atena Editora  
Editora Executiva: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira  
Diagramação: Geraldo Alves  
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  
Profª Drª 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  
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice  
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense  
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará  
Profª Drª 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  
Profª Drª 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  
Profª Drª 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

<b>Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)</b>	
C569	Ciência, tecnologia e inovação [recurso eletrônico] : desafio para um mundo global 2 / Organizador Andrei Strickler. – Ponta Grossa, PR: Atena Editora, 2019. – (Ciência, Tecnologia e Inovação. Desafio para um Mundo Global; v. 2)  Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader Modo de acesso: World Wide Web Inclui bibliografia. ISBN 978-85-7247-561-7 DOI 10.22533/at.ed.617192308  1. Ciência – Brasil. 2. Inovação. 3. Tecnologia. I. Strickler, Andrei. II. Série.  CDD 506
<b>Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422</b>	

Atena Editora  
Ponta Grossa – Paraná - Brasil  
[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)  
contato@atenaeditora.com.br

## APRESENTAÇÃO

As obras “Ciência, Tecnologia e Inovação: Desafio para um mundo Global” Volume 2 e 3, consistem de um acervo de artigos de publicação da Atena Editora, a qual apresenta contribuições originais e inovadoras para a pesquisa e aplicação de técnicas da área de ciência e tecnologia na atualidade.

O Volume 2 está disposto em 26 capítulos, com assuntos voltados ao ensino-aprendizagem e aplicação de procedimentos das engenharias em geral, computação, química e estatística. São apresentadas inúmeras abordagens de aplicação dos procedimentos, e além disso, estão dispostos trabalhos que apresentam as percepções dos professores quando em aulas práticas e lúdicas.

O Volume 3, está organizado em 30 capítulos e apresenta uma outra vertente ligada ao estudo da ciência e suas inovações. Tratando pontualmente sobre áreas de doenças relacionadas ao trabalho e sanitarismo. Além disso, expõe pesquisas sobre aplicações laboratoriais, como: estudo das características moleculares e celulares. Ainda, são analisados estudos sobre procedimentos no campo da agricultura. E por fim, algumas pesquisas abordam precisamente sobre empreendedorismo, economia, custos e globalização na atualidade.

Desta forma, estas obras têm a síntese de temas e abordagens que facilitam as relações entre ensino-aprendizado e são apresentados, a fim de se levantar dados e propostas para novas discussões em relação ao ensino e aplicação de métodos da ciência e tecnologia, cito: engenharias, computação, biologia, estatística, entre outras; de maneira atual. Sem esquecer da criação de novos produtos e processos levando a aplicação das tecnologias hoje disponíveis, vindo a tornar-se um produto ou processo de inovação.

Desejo uma boa leitura a todos.

Andrei Strickler

## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO 1</b> .....	<b>1</b>
A INFLUÊNCIA DOS MATEMÁTICOS FRANCESES NO ENSINO DE CIÊNCIAS NO BRASIL	
<i>Fernando Osvaldo Real Carneiro</i> <i>Maria Cristina Martins Penido</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.6171923081</b>	
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	<b>15</b>
AULAS PRÁTICAS NO ENSINO DE CIÊNCIAS: PERCEPÇÃO DE PROFESSORES E ALUNOS DE ESCOLAS PÚBLICAS DE PORTO ESPERIDIÃO, MATO GROSSO	
<i>Jaqueline Cordeiro</i> <i>Cláudia Lúcia Pinto</i> <i>Carolina dos Santos</i> <i>Elaine Maria Loureiro</i> <i>Valcir Rogério Pinto</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.6171923082</b>	
<b>CAPÍTULO 3</b> .....	<b>27</b>
INTERSECCIONALIDADES DE GÊNERO E DE RAÇA EM INSTITUIÇÕES DE ENSINO: UMA ANÁLISE A PARTIR DO PROJETO PEDAGÓGICO DO INSTITUTO FEDERAL DA BAHIA	
<i>Patrícia Fernandes Lazzaron Novais Almeida Freitas</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.6171923083</b>	
<b>CAPÍTULO 4</b> .....	<b>38</b>
O COMPLEXO DO CURARE: CONTRIBUIÇÕES DE UM ESTUDO ANTROPOLÓGICO PARA AS CIÊNCIAS DO SÉCULO XX	
<i>Bianca Luiza Freire de Castro França</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.6171923084</b>	
<b>CAPÍTULO 5</b> .....	<b>51</b>
O PERFIL DOS PROFESSORES DE MATEMÁTICA PARA O TRABALHO COM JOVENS E ADULTOS NO CONTEXTO DA EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA	
<i>Wanessa Ferreira de Sousa</i> <i>Manuella Siqueira dos Santos Maciel</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.6171923085</b>	
<b>CAPÍTULO 6</b> .....	<b>65</b>
CURRÍCULO E RECURSOS TECNOLÓGICOS: QUE RELAÇÕES?	
<i>Lilian da Silva Moreira</i> <i>Maria Altina da Silva Ramos</i> <i>José Carlos Morgado</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.6171923086</b>	

**CAPÍTULO 7 ..... 76**

UTILIZAÇÃO DO LÚDICO NO ATENDIMENTO DE CRIANÇAS DEFICIENTES E DITAS NORMAIS HOSPITALIZADAS EM UNIDADES PEDIÁTRICAS: AÇÕES DO TERAPEUTA OCUPACIONAL

*Graziele Carolina de Almeida Marcolin*  
*Luana Taik Cardozo Tavares*  
*Alan Rodrigues de Souza*  
*Kíssia Kene Salatiel*  
*Meiry Aparecida Oliveira Vieira*  
*Lucilene Cristiane Silva Fernandes Reis*  
*Érica Gonçalves Campos*  
*Débora Paula Ferreira*  
*Jéssica Aparecida Rodrigues Santos*  
*Rozangela Pinto da Rocha*  
*Camila Neiva de Moura*

**DOI 10.22533/at.ed.6171923087**

**CAPÍTULO 8 ..... 82**

PRODUÇÃO DE NARRATIVAS ALIMENTARES COMO METODOLOGIA EM CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA

*Luiz Fernando Santos Escouto*

**DOI 10.22533/at.ed.6171923088**

**CAPÍTULO 9 ..... 93**

ANÁLISE DAS DIFICULDADES DE APRENDIZAGEM ENFRENTADAS PELOS ALUNOS DAS DISCIPLINAS DE FÍSICA BÁSICA

*Wanessa David Canedo Melo*  
*Leonardo Madeira dos Santos*  
*Pedro Henrique da Conceição Silva*  
*Raffael Costa de Figueiredo Pinto*  
*Wanderson Nunes Santana*  
*Maria José P Dantas*  
*Vanda Domingos Vieira*

**DOI 10.22533/at.ed.6171923089**

**CAPÍTULO 10 ..... 109**

O FATOR MOTIVACIONAL NA APRENDIZAGEM DA LÍNGUA INGLESA EM PROGRAMAS DE TREINAMENTO E DESENVOLVIMENTO EMPRESARIAL

*Mike Ceriani de Oliveira Gomes*  
*Guilherme Henrique Ferraz Campos*  
*Willian Felipe Antunes*  
*Érica Fernanda Paes Cardoso*  
*Benedita Josepetti Bassetto*  
*Edivaldo Adriano Gomes*

**DOI 10.22533/at.ed.61719230810**

**CAPÍTULO 11 ..... 116**

ANÁLISE DA INFLUÊNCIA DE FATORES GEOMÉTRICOS DE PEÇA E FERRAMENTA SOBRE A PRECISÃO DE TRAJETÓRIAS DE FERRAMENTA PARA MICROFRESAMENTO

*Marcus Vinícius Pascoal Ramos*  
*Guilherme Oliveira de Souza*

**DOI 10.22533/at.ed.61719230811**

**CAPÍTULO 12 ..... 125**

ANÁLISE ESTRUTURAL ASSISTIDA POR COMPUTADOR PARA VERIFICAR E ANALISAR O DIMENSIONAMENTO DE BASES FUNDIDAS DE FERRAMENTAS DE ESTAMPAGEM SOB OS ESFORÇOS RESULTANTES DO PROCESSO

*Guilherme Dirksen*  
*Ademir Jose Demetrio*  
*Altair Carlos da Cruz*  
*Claiton Emilio do Amaral*  
*Custodio da Cunha Alves*  
*Emerson Jose Corazza*  
*Eveline Ribas Kasper Fernandes*  
*Fabio Krug Rocha*  
*Gilson Joao dos Santos*  
*Paulo Roberto Queiroz*  
*Renato Cristofolini*  
*Rosalvo Medeiros*

**DOI 10.22533/at.ed.61719230812**

**CAPÍTULO 13 ..... 139**

APLICAÇÃO COMBINADA DE MANUTENÇÃO CENTRADA NA CONFIABILIDADE E NA CONDIÇÃO (RCM+CBM)

*Claudia Regina Carvalho de Oliveira*  
*Paulo Jabur Abdalla*  
*Emerson Moraes Jorge*  
*Josenid Ferezini Vasconcellos Junior*  
*Luiz Felipe da Silva Oliveira*

**DOI 10.22533/at.ed.61719230813**

**CAPÍTULO 14 ..... 150**

APLICAÇÃO DA COMPUTAÇÃO FÍSICA NO AUXÍLIO A CRIANÇAS COM DEFICIÊNCIA

*Laura Cristina Meireles de Lima*  
*Cláudio Luís V. Oliveira*

**DOI 10.22533/at.ed.61719230814**

**CAPÍTULO 15 ..... 162**

DESENVOLVIMENTO E AVALIAÇÃO DE UM SISTEMA DE MONITORAMENTO MICRO-AMBIENTAL COM O USO DE TORRES DE AQUISIÇÃO EM CASAS DE VEGETAÇÃO

*Aldir Carpes Marques Filho*  
*Jean Paulo Rodrigues*  
*Simone Daniela Sartorio de Medeiros*  
*Sergio Ricardo Rodrigues de Medeiros*  
*Guinther Hugo Grudtner*

**DOI 10.22533/at.ed.61719230815**

**CAPÍTULO 16 ..... 169**

SEMÁFORO INTELIGENTE

*Luana Rodrigues Barros*  
*Alexandre Ribeiro Andrade*  
*Gabriel Daltro Duarte*  
*Tiago Daltro Duarte*

**DOI 10.22533/at.ed.61719230816**

**CAPÍTULO 17 ..... 181**

ANÁLISE DAS FUNÇÕES EXECUTIVAS DE ALUNOS DE DESENVOLVIMENTO TÍPICO NO ENSINO BÁSICO ATRAVÉS DA TORRE DE HANÓI

*Lorena Silva de Andrade Dias*

*Elisa Henning*

*Tatiana Comiotto*

*Luciana Gili Vieira Duarte*

*Ermelinda Silvana Junckes*

*Vitória Castro Cruz*

**DOI 10.22533/at.ed.61719230817**

**CAPÍTULO 18 ..... 185**

MÉTODOS ESTATÍSTICOS APLICADOS A TEMPERATURA AMBIENTE E UMIDADE RELATIVA DO AR NA CIDADE DE PORTO SEGURO (BA)

*Andrea de Almeida Brito*

*Dênio Oliveira Cruz*

*Ivan Costa da Cunha Lima*

*Gilney Figueira Zebende*

**DOI 10.22533/at.ed.61719230818**

**CAPÍTULO 19 ..... 194**

MINERAÇÃO INDIVIDUAL DE BITCOINS E LITECOINS NO MUNDO

*Guilherme Albuquerque Barbosa Silva*

*Carlo Kleber da Silva Rodrigues*

**DOI 10.22533/at.ed.61719230819**

**CAPÍTULO 20 ..... 206**

IRRATIONALITY IN THEORETICAL MUSIC IN THE RENASSAINCE

*Oscar João Abdounur*

**DOI 10.22533/at.ed.61719230820**

**CAPÍTULO 21 ..... 214**

SIMULAÇÃO DO PROCESSO DE PRODUÇÃO DO FLUIDO REFRIGERANTE R-410A UTILIZANDO UM MISTURADOR ESTÁTICO

*Vitor Marcelo de Queiróz*

*Cristiane de Souza Siqueira Pereira*

*Marisa Fernandes Mendes*

*Miguel Rascado Fraguas Neto*

*Luiz Felipe Carames Berteges*

**DOI 10.22533/at.ed.61719230821**

**CAPÍTULO 22 ..... 221**

MODELAGEM DA DISPERSÃO DE POLUENTES ATMOSFÉRICOS DE UM TREM MOVIDO A DIESEL SOBRE UMA ESCOLA EM RIVERSIDE, CALIFÓRNIA

*Igor Shoiti Shiraishi*

*Caroline Fernanda Hei Wikuats*

*Christina Ojeda*

*Joanna Collado*

*Veronica Medina*

DOI 10.22533/at.ed.61719230822

<b>CAPÍTULO 23</b> .....	<b>231</b>
APLICAÇÃO DO DIAGRAMA DE ISHIKAWA VISANDO A ORIENTAÇÃO DE PRODUTORES DE LEITE: ESTUDO DE CASO NO CENTRO OESTE PAULISTA	
<i>Mariana Wagner de Toledo Piza</i>	
<i>Vitória Castro Santos Barreto</i>	
DOI 10.22533/at.ed.61719230823	
<b>CAPÍTULO 24</b> .....	<b>238</b>
ARGAMASSAS DE REVESTIMENTO EXTERNO: COMPARATIVO DAS PROPRIEDADES NOS ESTADOS FRESCO E ENDURECIDO ENTRE OS TIPOS CONVENCIONAL E ESTABILIZADA	
<i>Maiana dos Santos Oliveira</i>	
<i>Silas de Andrade Pinto</i>	
<i>Manoel Clementino Passos</i>	
DOI 10.22533/at.ed.61719230824	
<b>CAPÍTULO 25</b> .....	<b>248</b>
HÁ RELAÇÃO ENTRE BAIXOS VALORES DE ÂNGULO DE FASE E DESENVOLVIMENTO DE LESÃO POR PRESSÃO?	
<i>Rodrigo França Mota</i>	
<i>Barbara Pompeu Christovam</i>	
<i>Zenio do Nascimento Norberto</i>	
<i>Dayse Carvalho do Nascimento</i>	
<i>Michele Pereira da Silva Almeida Xavier</i>	
<i>Samuel Santos do Nascimento Júnior</i>	
<i>Ana Paula D'Araújo Borges</i>	
<i>Dalmo Valério Machado de Lima</i>	
<i>Monyque Évelyn dos Santos Silva</i>	
<i>Norma Valéria Dantas de Oliveira Souza</i>	
<i>Rogério Jorge Cirillo Menezes Júnior</i>	
<i>Cássio Silva Lacerda</i>	
DOI 10.22533/at.ed.61719230825	
<b>CAPÍTULO 26</b> .....	<b>256</b>
ASPECTOS JURÍDICOS DA ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA E SUA INFLUÊNCIA NO MEIO RURAL	
<i>Karina Burgos Anacleto</i>	
<i>Marcus Vinícius Contes Calça</i>	
<i>Matheus Rodrigues Raniero</i>	
<i>Alexandre Dal Pai</i>	
DOI 10.22533/at.ed.61719230826	
<b>SOBRE O ORGANIZADOR</b> .....	<b>263</b>

### **Luana Rodrigues Barros**

Instituto Federal da Paraíba, Campus João  
Pessoa

João Pessoa – Paraíba

### **Alexandre Ribeiro Andrade**

Instituto Federal da Paraíba, Campus João  
Pessoa

João Pessoa – Paraíba

### **Gabriel Daltro Duarte**

Universidade Federal de Campina Grande  
Campina Grande – Paraíba

### **Tiago Daltro Duarte**

Instituto Federal da Paraíba, Campus João  
Pessoa

João Pessoa – Paraíba

**RESUMO:** A utilização diária da infraestrutura de tráfego e dos meios de transporte por milhares de pessoas tem como consequência a redução da qualidade do tráfego, principalmente nas grandes cidades. Além do mais, a excessiva circulação de veículos corrobora com o aumento da poluição do ar em consequência dos gases expelidos pelos motores de combustão interna, deteriorando a saúde da população e elevando os níveis de estresse dos motoristas devido aos longos tempos gastos em congestionamentos. Uma das maneiras de ajudar na recuperação da qualidade do trânsito é por meio da aplicação de técnicas de controle inteligente em sistemas

de sinalização semafórica. A lógica *fuzzy* é uma ferramenta de controle que pode ser utilizada como solução para otimizar o tempo de luz verde dos semáforos, de forma que os veículos compartilhem a área de interseção de maneira eficiente. Este estudo propõe a aplicação da lógica *fuzzy* em um cenário virtual que simula o cruzamento de duas vias cujo fluxo de veículos é controlado por semáforos. Os resultados obtidos foram comparados aos dados adquiridos de uma simulação realizada sem a intervenção de um controlador. O controlador *fuzzy*, por fim, se mostrou efetivo em diminuir as filas de veículos formadas nas vias, melhorando a qualidade do tráfego.

**PALAVRAS-CHAVE:** Tráfego, *fuzzy*, semáforo, controle inteligente, trânsito.

### SMART TRAFFIC LIGHT

**ABSTRACT:** The daily use of traffic and transport infrastructure by thousands of people has resulted in a reduction in the quality of traffic, especially in large cities. Furthermore, excessive vehicle traffic corroborates the increase in air pollution as a result of gases exhausted from internal combustion engines, resulting in poor public health and high driver stress levels due to long congestion times. A solution to assist in the recovery of traffic quality is the application of intelligent control

techniques in traffic light signalling systems. Fuzzy logic is a control tool that can be used to optimize the green light time of traffic lights, making it possible for vehicles to efficiently share the intersection area. This study proposes the application of fuzzy logic in a virtual scenario that simulates the crossing of two roads in which there is a flow of vehicles controlled by traffic lights. The results obtained were compared to the data acquired from a simulation performed without the intervention of a controller. Finally, the fuzzy controller proved to be effective in reducing the queues of vehicles formed on the roads, improving traffic quality.

**KEYWORDS:** Traffic, fuzzy, traffic light, intelligent control, traffic.

## 1 | INTRODUÇÃO

Em todo o mundo as pessoas obedecem a um sistema de controle de tráfego composto em sua grande maioria por elementos visíveis de infraestrutura urbana. Segundo Day e McNeil (2005), é atribuída ao engenheiro John Peake Knight a invenção do semáforo, que foi instalado em Londres no ano 1868 e inicialmente operou de forma manual. Em 1922, a empresa de sinalização ferroviária, Crouse-Hinds, foi pioneira em aplicar temporização automática na cidade de Houston como solução para o congestionamento crescente (McSHANE, 1999). Com milhares de pessoas utilizando a infraestrutura de tráfego e transporte, e com o aumento do número de veículos a cada dia, a qualidade do tráfego tem diminuído relativamente. Deste então, o desafio de melhorar a mobilidade urbana pode envolver investimentos em diversos campos e elementos do transporte urbano. Além da necessidade de investimentos no transporte público, o avanço da tecnologia digital pode ser evidenciado como uma das formas de colaborar com a recuperação da qualidade do trânsito.

O Departamento Nacional de Trânsito (DENATRAN) e o Registro Nacional de Veículos Automotores (RENAVAM), afirmam que em meado de 2018, cerca de 98,2 milhões de veículos circulam por todo o Brasil. Esse número é 8,3% maior do que o registrado em dezembro de 2015. Ainda de acordo com o DENATRAN e RENAVAM (2018), o Sudeste, Sul e Nordeste, nessa ordem, são as regiões do país com as maiores frotas, possuindo respectivamente 47,8 milhões, 19,3 milhões e 16,9 milhões de veículos. O estado de São Paulo é o que possui o maior índice de veículos trafegando de toda a região Sudeste, alcançando também o primeiro lugar nacional, com 28,4 milhões de veículos.

É evidente que a problemática gerada com o aumento do trânsito nas grandes cidades necessita de soluções que ao menos ajudem a minimizar os efeitos colaterais causados pela circulação deste excesso de veículos, como o aumento da poluição do ar em consequência dos gases expelidos pelos motores de combustão interna, além do estresse causado aos motoristas devido à quantidade de tempo gasto em congestionamentos. Segundo Ploeg e Poelhekke (2008) o aumento dos

congestionamentos implica em emissões adicionais de poluentes na atmosfera, excesso de ruídos devido ao trânsito lento e até mesmo risco por conta do transporte de cargas perigosas.

Um dos fatores que influenciam diretamente essa condição é a falta de otimização da temporização dos semáforos, ocasionando em muitos casos a perda de fluidez no trânsito. Um notável exemplo disso é o aumento do fluxo de veículos em determinadas vias durante os horários de pico. O escoamento do trânsito torna-se comprometido durante esse período, principalmente devido à permanência da mesma temporização das luzes dos semáforos durante todo o dia, quando seria mais viável priorizar o curso do trânsito em uma determinada via. Dado esse cenário, a implantação de sistemas de controle inteligente possibilita maximizar a eficiência do funcionamento dos semáforos, permitindo um melhor escoamento do tráfego nas vias com maior fluxo de veículos.

Os sistemas de controle inteligentes são capazes de fornecer respostas apropriadas às situações específicas de um determinado problema, mesmo que sejam exclusivas ou inesperadas, tornando tal comportamento único para cada situação (SIMÕES e SHAW, 2007). Dessa forma, os sistemas inteligentes que utilizam fuzzy adaptativo, por exemplo, podem se adaptar às mudanças que ocorrem no ambiente, de maneira que responderá de forma singular a essas alterações, e ainda podem ser reconfigurados se necessário.

Nesse contexto, a implementação de controle inteligente através da lógica fuzzy se destaca como uma solução para o problema gerado pela temporização não eficiente das luzes dos semáforos nas vias públicas. A lógica fuzzy por sua vez, possibilita que a experiência humana seja de certa forma assimilada pelos computadores. A sua principal característica é a capacidade de traduzir expressões verbais, que muitas vezes são vagas e sem precisão, atribuídas à comunicação humana, em valores numéricos (SIMÕES e SHAW, 2007). Por exemplo, uma pessoa pensaria: “Se o fluxo de carros está maior na via norte, as luzes do semáforo devem permanecer verde mais tempo para esta via.” Essa regra pode facilmente ser adaptada pela lógica fuzzy. Nessa situação, a lógica fuzzy tem o papel de converter a expressão “mais tempo” em uma quantidade bem definida, que pode ser compreendida pelo computador.

Esse estudo propõe a aplicação de um controlador baseado em lógica *fuzzy* em um cenário virtual que simula o cruzamento de duas vias cujo fluxo de veículos é controlado por semáforos. Os resultados obtidos, por fim, são comparados aos dados adquiridos de uma simulação executada sem a intervenção de um controlador.

## 2 | METODOLOGIA

### 2.1 Conceitos básicos de engenharia de tráfego

Engenharia de tráfego é a subdisciplina da engenharia de transporte que

trata do planejamento, projeto e operação de ruas e rodovias, suas redes, áreas adjacentes e interação com outros meios de transporte (aéreo, marítimo e ferroviário) e seus terminais (HAWKINS, 2016). Dada a importância deste campo para o presente estudo, é fundamental a definição de alguns conceitos e termos utilizados no decorrer do texto.

Hawkins (2016) classificou as instalações rodoviárias em dois tipos: de fluxo ininterrupto e de fluxo interrompido. As instalações de fluxo ininterrupto se caracterizam por não possuírem elementos que interrompam propositalmente o fluxo de trânsito, como semáforos, passagens de nível ferroviário, entre outros. As instalações de fluxo interrompido, por outro lado, se distinguem por possuírem tais elementos, como semáforos, que causam um atraso do trânsito porque um fluxo de tráfego conflitante deve compartilhar o mesmo espaço.

Outro conceito essencial para o desenvolvimento desta pesquisa é o fluxo de tráfego. A análise de fluxo de tráfego se baseia em três características fundamentais: fluxo, velocidade e densidade (HAWKINS, 2016). O fluxo é uma medida de tráfego (volume) expressa como o número de veículos que passa por um ponto da rodovia durante um dado intervalo de tempo. A velocidade é caracterizada pela distância percorrida pelo veículo em determinado tempo, sendo expressa em distância/tempo. Por fim, a densidade se refere à quantidade de veículos que ocupa um espaço definido do corpo da rodovia, e pode ser expressa em veículos/distância.

As filas de veículos correspondem a um parâmetro bastante utilizado para medir a qualidade do tráfego. Filas, no geral, se referem à quantidade de carros que existe antes do semáforo da sua via correspondente. Durante congestionamentos e horários de pico, as filas tendem a crescer drasticamente.

Em um sistema de sinalização semafórica, o tempo que leva para um dos semáforos de uma interseção de tráfego voltar a apresentar a luz verde é chamado de ciclo. Durante o ciclo, cada semáforo apresenta um tempo determinado de luz verde. Diante disso, os controles semaforicos, responsáveis pelos comandos de acender e apagar as lâmpadas, podem ser classificados em controladores de tempo fixo, e controladores por demanda de tráfego. Os controladores de tempo fixo apresentam o mesmo tempo de ciclo e o mesmo tempo de luz verde independente da variação do fluxo de tráfego. Os controladores por demanda de tráfego, por outro lado, atuam ajustando o tempo de verde de cada semáforo de acordo com a demanda de tráfego da via correspondente. Este estudo propõe um controlador por demanda de tráfego baseado na lógica *fuzzy*, variando o tempo de verde dos semáforos dentro de um ciclo fixo.

## 2.2 Simulação

O simulador utilizado para a validação do presente estudo foi desenvolvido e validado na pesquisa realizada por Barros, Andrade e Duarte, (2018), onde é detalhado o funcionamento da versão alfa do *software*, mesma utilizada neste estudo. Neste

programa pode-se simular o cruzamento de duas vias controladas por sinalização semafórica, sendo possível criar cenários nos quais podem ser configuradas a quantidade de faixas de cada via, o ciclo, a velocidade dos veículos, o tempo total de simulação e o fluxo de tráfego. Este último, em especial, é determinado a partir da configuração do tempo máximo de chegada de um novo veículo na via, mantendo este parâmetro randômico dentro de um determinado limite de tempo. O algoritmo de movimentação dos veículos é baseado em uma estrutura de dados do tipo FIFO (*first-in first-out*), onde o primeiro veículo a entrar na fila (referente a uma faixa da via) é o primeiro a sair. Desse modo, desconsidera-se neste simulador mudanças de faixa ou ultrapassagens. A posição, velocidade e a aceleração dos veículos obedecem às equações cinemáticas escalares em uma escala de 1:350.

Para este estudo, considerou-se um cenário cujas características estão descritas na Tabela 1.

Tempo Total de Simulação (segundos)	Ciclo (segundos)	Quantidade de Faixas / Via ( $m \times n$ )*	Tempo Máximo de Chegada ( $t1 \times t2$ ** (segundos)	Velocidade Máxima das Vias (quilômetros/hora)
* $m$ = quantidade de faixas da via 1; $n$ = quantidade de faixas da via 2. ** $t1$ = tempo máximo de chegada de veículos da via 1; $t2$ = tempo máximo de chegada de veículos da via 2.				
600	50	(2 x 2)	(2 x 20)	50

Tabela 1 – Configuração de cenário de teste.

Fonte: Próprios autores

## 2.3 Controlador Fuzzy

Neste estudo foi proposto a construção de um controlador *fuzzy* a fim de obter-se uma melhoria na fluidez do trânsito por meio da otimização da temporização semafórica.

Quando informações sobre um sistema são conhecidas apenas de forma qualitativa, é necessária a utilização de técnicas de modelagem que traduzem esses dados em valores numéricos. A modelagem e o controle *fuzzy* incorporam a capacidade de tratar informações qualitativas, considerando a falta de exatidão e precisão, e transformando-as em dados que podem ser compreendidos pelo computador, sem a necessidade de um modelo matemático. Segundo Bringham (1998) apud Andrade (2004), A lógica *fuzzy* fornece meios para representar e manipular conhecimentos imperfeitamente descritos, vagos, como por exemplo, “grande” e “pequeno”.

Segundo Kluska (2009), Simões e Shaw (2007) e ALDAWOD e col. (2001), a estrutura do controlador *fuzzy* é composta pela: 1) transformação das informações do mundo real em números *fuzzy* (fuzzyficação); 2) Pela tomada de decisões realizadas por um conjunto de inferências *fuzzy*; 3) Pelo retorno da informação numérica para informação do real (defuzzyficação), para que ocorra acoplamento entre a saída do

algoritmo *fuzzy* e as variáveis de atuação.

No processo de fuzzyficação, números reais são convertidos em variáveis linguísticas utilizando funções de pertinência. Considere a variável fila de veículos em uma dada via. O processo de fuzzyficação permite, por exemplo, converter a quantidade 100 veículos para a variável linguística “muitos” e permite converter a quantidade 2 veículos para a variável linguística “poucos”.

O controlador *fuzzy* desenvolvido possui como entradas o tamanho médio da fila de veículos em cada uma das duas vias do cruzamento a cada ciclo do semáforo. Essas duas variáveis são fuzzyficadas para uma variável linguística pertencente ao conjunto  $T = \{\text{muito pequena, pequena, média, grande, muito grande}\}$  utilizando a função de pertinência mostrada na Figura 1.

Seja *Média de fila da Via 1* o resultado da fuzzyficação da quantidade média de carros na Via 1 no último ciclo do semáforo e seja *Média de fila da Via 2* o resultado da fuzzyficação da quantidade média de carros na Via 2 no último ciclo de semáforo. Baseando-se no resultado da fuzzyficação dessas duas variáveis *fuzzy*, o controlador *fuzzy*, acessa a lista de inferências mostrada na Tabela 1 e atribui um valor linguístico a variável *proporção de verde*.

Por fim, *proporção de verde* é defuzzyficada. O resultado deste processo é um número entre zero e um que corresponde ao percentual de tempo de verde do semáforo da Via 1. Por exemplo, caso o resultado da defuzzyficação de *proporção de verde* seja 0,8, o semáforo da via 1 possuirá um tempo de verde igual 80% do tempo de verde máximo do ciclo e o semáforo da via 2 possuirá um tempo de verde igual a 20% do tempo de verde máximo.

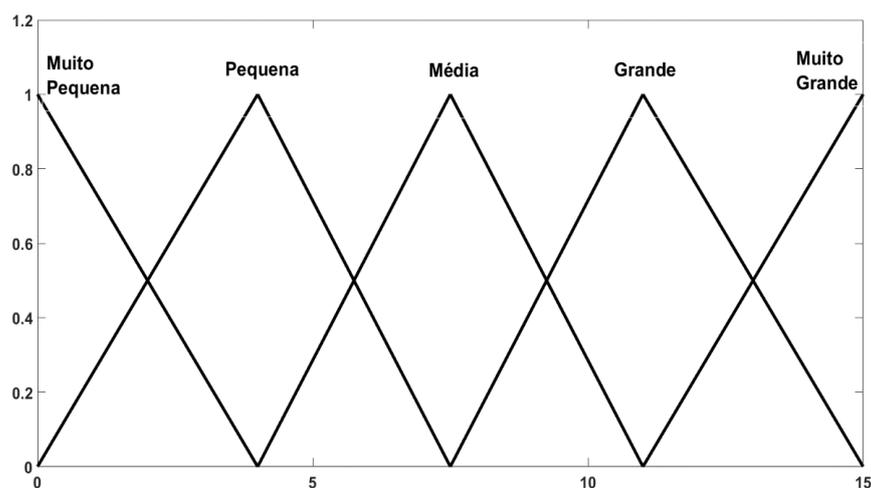


Figura 1 – Funções de Pertinência utilizada no processo de fuzzyficação da quantidade média de veículos nas Vias 1 e 2.

Fonte: Próprios autores

		Média de fila da Via 2				
		Muito Pequena	Pequena	Média	Grande	Muito Grande
Média de fila da Via 1	Muito Pequena	Médio	Pequeno	Pequeno	Muito Pequeno	Muito Pequeno
	Pequena	Grande	Médio	Pequeno	Muito Pequeno	Muito Pequeno
	Média	Grande	Grande	Médio	Pequeno	Pequeno
	Grande	Muito Grande	Grande	Grande	Médio	Pequeno
	Muito Grande	Muito Grande	Muito Grande	Grande	Grande	Médio

Tabela 2 – Lista de inferências do controlador Fuzzy

Fonte: Próprios autores

### 3 | RESULTADOS

Para validar a eficácia do controlador inteligente em diminuir o congestionamento de veículos foram feitas duas simulações, denotadas por A e B. A simulação utilizou um controlador de tempo fixo enquanto que a simulação B utilizou o controlador por demanda de tráfego baseado em lógica *fuzzy*.

#### - Simulação A

A Figura 2 apresenta o gráfico do fluxo de tráfego nas Vias 1 e 2, dado em veículos/minuto. O fluxo de tráfego da Via 1 foi configurado para a chegada de um novo carro em no máximo 2 segundos e o fluxo na Via 2 foi configurado para a chegada de um novo carro em no máximo 20 segundos. De acordo com o gráfico, o fluxo de veículos na Via 1 se manteve próximo de 50 veículos/minuto, enquanto que o da Via 2 se conservou próximo a 10 veículos/minuto, fazendo com que houvesse um fluxo muito maior em uma das vias.

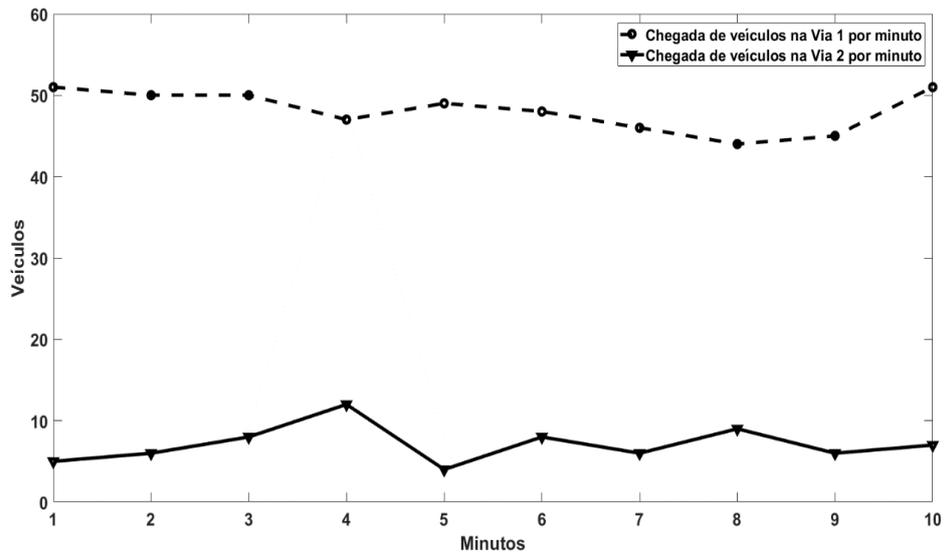


Figura 2 – Fluxo de veículos nas Vias 1 e 2 na simulação A

Fonte: Próprios autores

A diferença de intensidade do fluxo de tráfego nas vias gera, conseqüentemente, um aumento na fila de veículos na via de maior fluxo, haja visto que não há variação no controle das luzes do semáforo de acordo com a demanda de tráfego. A Figura 3 esboça o gráfico referente ao tamanho das filas formadas em cada uma das vias durante o período de simulação. Destaca-se o crescimento acentuado da fila da Via 1, que chegou a números maiores que 200 veículos, enquanto que, essencialmente, não houve formação de fila na Via 2.

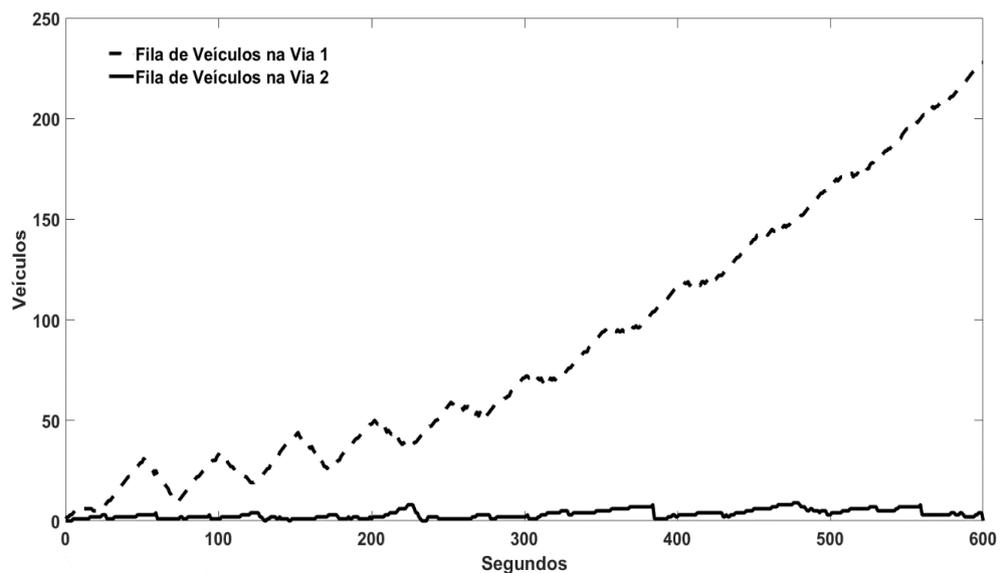


Figura 3 – Fila de veículos formadas nas Vias 1 e 2 durante o período da simulação A

Fonte: Próprios autores

## Simulação B

A Figura 4 apresenta o gráfico do fluxo de tráfego nas Vias 1 e 2. O fluxo se mantém semelhante ao da simulação A, comprovando que em ambos os cenários as configurações foram preservadas a fim de realizar comparações posteriores.

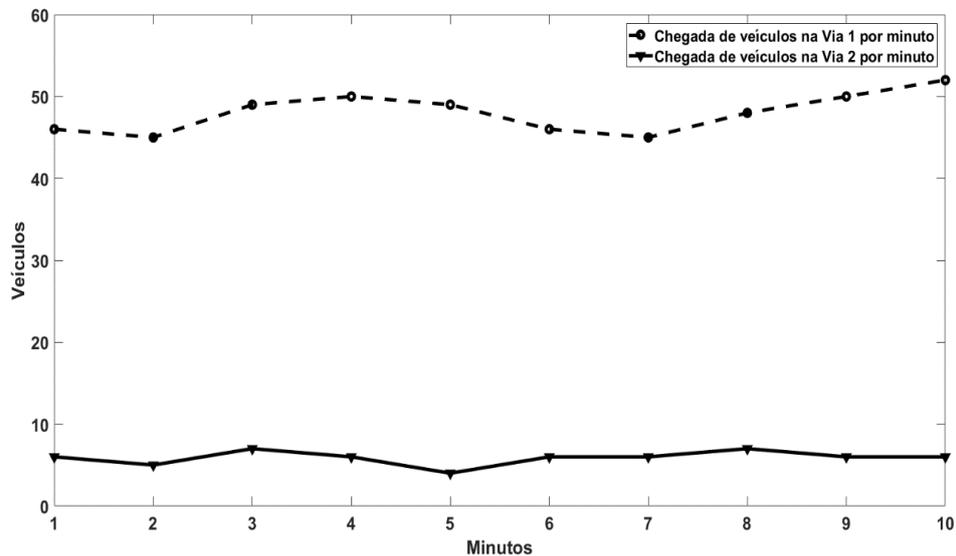


Figura 4 – Fluxo de veículos nas Vias 1 e 2 na simulação B

Fonte: Próprios autores

Diferentemente da simulação A, foi utilizado um controlador *fuzzy* por demanda de tráfego. Foram observadas mudanças significativas no comportamento das filas formadas em ambas as vias, observadas no gráfico da Figura 5. Enquanto o semáforo da Via 1 apresentava luz vermelha, houve crescimento da fila nesta via. Contudo, ao exibir luz verde, permitindo o escoamento do fluxo, a fila decrescia rapidamente. Esse comportamento se manteve em todos os ciclos, e em nenhum momento a fila indicou um número maior que 28 veículos. O comportamento da fila da Via 2 também deve ser evidenciado, já que houve formação de uma pequena fila, sempre abaixo de 10 veículos, quando o escoamento do fluxo era barrado, havendo uma diminuição assim que a luz verde era exibida.

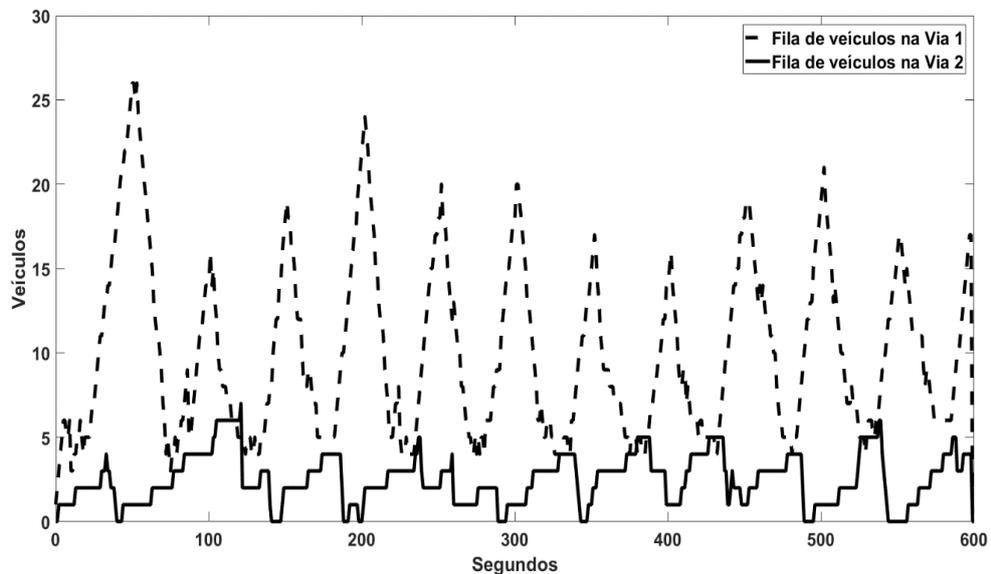


Figura 5 – Fila de veículos formadas nas Vias 1 e 2 durante o período da simulação B

Fonte: Próprios autores

O gráfico da Figura 6 indica as variações feitas no tempo de verde dos semáforos de ambas as vias a fim de provocar os efeitos observados nas filas do gráfico da Figura 5. Essas mudanças provocaram uma otimização perceptível no compartilhamento da área de interseção do cruzamento das vias pelos veículos. Enquanto foi disponibilizado mais tempo de luz verde para a Via 1, que possuía tráfego mais intenso, o tempo de luz verde da Via 2 foi minimizado.

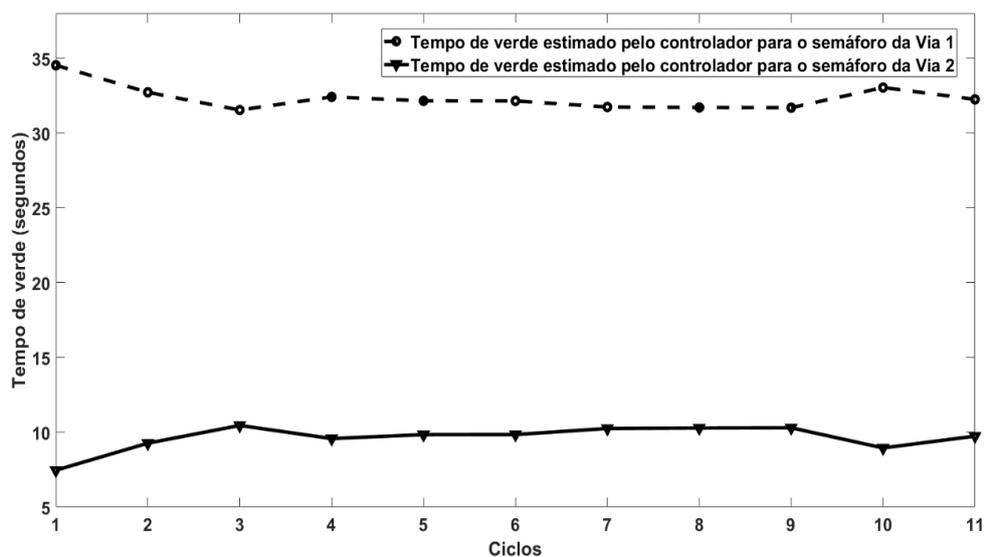


Figura 6 – Variação do tempo de luz verde para os semáforos da via 1 e 2 durante a simulação B.

Fonte: Próprios autores

## 4 | DISCUSÃO DE RESULTADOS

Quando se compara o tamanho da fila de veículos nas simulações A e B apresentadas na seção de Resultados, fica extremamente evidente o quanto o uso do controlador *fuzzy* é eficaz em minimizar o tempo de espera dos veículos em um cenário de congestionamento. Na simulação A, o tamanho da fila de veículos chegou ao valor de 225 veículos, enquanto que na simulação B, onde o número de veículos que chega nas vias a cada minuto é o mesmo ou maior, a fila de veículos não ultrapassou o número de 30 veículos. Isso representa uma redução de no mínimo 86% no tamanho da fila de veículos. Além do mais, na simulação B, constata-se o melhor equilíbrio do escoamento do fluxo em ambas as vias e o compartilhamento ótimo da interseção do cruzamento. A redução de veículos parados no trânsito possivelmente beneficia a saúde da população por reduzir as emissões de gases poluentes, além de contribuir para a redução do efeito do stress, devido a uma possível percepção dos motoristas de permanecer menos tempo em um tráfego de fluxo intenso.

Uma evolução natural deste projeto, que será implementada em trabalhos futuros, é utilizar algoritmos de *machine learning* juntamente com o controlador *fuzzy*. Tais algoritmos de *machine learning*, como por exemplo, o *deep learning*, são capazes de analisar um grande volume de dados passados e fazerem corretas previsões sobre o tráfego futuro. Em trabalhos posteriores, os algoritmos de *deep learning* serão utilizados para predição do fluxo de veículos. A predição do fluxo de veículos pode auxiliar o controlador *fuzzy* a fazer uma melhor otimização da fila de veículos em cenários de congestionamento.

## 5 | CONCLUSÃO

O controlador *Fuzzy* mostrou-se extremamente eficiente. Em uma simulação onde o fluxo de veículos era intenso em uma via e pequeno na outra, o controlador *fuzzy* conseguiu reduzir o tamanho da fila em 86% na via congestionada. Em trabalhos futuros, os algoritmos de *deep learning* serão utilizados juntamente com o controlador *fuzzy* para predição do fluxo de veículos.

## 6 | AGRADECIMENTOS

Todos os integrantes agradecem ao IFPB por fomentar esta pesquisa através do Interconecta.

Agradecemos também ao Laboratório de Instrumentação, Sistemas de Controle e Automação (LINSCA) do IFPB pelo incentivo e disponibilização do laboratório para o desenvolvimento desta pesquisa.

## REFERÊNCIAS

ALDAWOD, M; *et al.* **Active control of along wind reponse of tall building using a fuzzy controller.** Engineering Structures. v. 23, n. 11, p. 1512-1522.

ANDRADE, M. **Estudo para aprimoramento da operação de controladores semafóricos fuzzy.** Dissertação de Mestrado. Brasília, 2004.

BARROS, L. R.; DUARTE, T. D.; ANDRADE, A. R. **Desenvolvimento de um ambiente virtual para simulação do controle de semáforos entre vias para o tráfego veicular.** Congresso Norte-Nordeste de Pesquisa e Inovação, 2018.

BINGHAM, E. (1998) **Neurofuzzy Traffic Signal Control.** Thesis. Department of Engineering Physics and Mathematics. Helsinki Univerity of Tecnology.

DAY, L.; McNEIL, I. **Biographical Dictionary of the history of technology.** London: Routledge, 2005.

DENATRAN; RENAAM. **Frota de veículos, por tipo e com placa, segundo as Grandes Regiões e Unidades da Federação - ABR/2018.** Brasil: DENATRAN, 2018. Disponível em: <<https://www.denatran.gov.br/estatistica/635-frota-2018>>. Acesso em: 20 de Junho de 2018.

HAWKINS, H. G. **Traffic flow characteristics for uninterrupted-flow facilities.** In: PANDE, A. (Edit.). Traffic Engineering Handbook Seventh Edition. New Jersey: Wiley, 7.ed, cap. 7, p. 341 – 389, 2016.

KLUSKA, J. **Analytical Methods in Fuzzy Modeling and Control.** p. 251. Berlin: Springer, 2009.

McSHANE, C. **The origins and globalization of traffic control signals.** Journal of Urban History. v. 2, n. 2, p. 379 - 404, 1999.

SIMOES, M. G.; SHAW, I. S. **Controle e Modelagem Fuzzy.** São Paulo: Blucher, 2. Ed, p. 2-53, 2007.

## **SOBRE O ORGANIZADOR**

**Andrei Strickler** - Graduado com titulação de Bacharel em Ciência da Computação pela Universidade Estadual do Centro-Oeste - UNICENTRO. Mestre em Informática pela Universidade Federal do Paraná - UFPR. Atua como membro do Conselho Editorial da Revista de Ciências Exatas e Naturais - RECEN. Também é membro do grupo de Pesquisa: Inteligência Computacional e Pesquisa Operacional da UNICENTRO; desempenhando pesquisas principalmente nas áreas de Inteligência Artificial e Métodos Numéricos. Atualmente é Professor Colaborador na UNICENTRO lotado no Departamento de Ciência da Computação.

## ÍNDICE REMISSIVO

### A

Agricultura de precisão 162

Aprendizagem 7, 74, 93

Arduino 150, 151, 152, 153, 154, 156, 157, 160, 161, 162, 163, 168

Argamassa estabilizada 242

Automação 103, 162, 179

### B

Bitcoin 194, 195, 196, 197, 198, 199, 201, 202, 203, 204, 205

### C

CAM 116, 117, 118, 119, 120, 121, 122, 123

Criptomoeda 194

### D

DCCA 185, 186, 187, 188, 190

Deficiência 150, 151, 154, 155, 161

DFA 185, 186, 187, 188, 189, 191

### E

Elementos Finitos 126, 138

Energia solar na agricultura 256

Ensino-aprendizagem 65

Estatística 6, 25, 108, 181, 182, 184, 185, 220

Etnociência 38

### F

fuzzy 169, 170, 171, 172, 173, 174, 175, 177, 179, 180

### G

Geração individual de energia solar 256

### H

HCFC 214

Hospitalização 77, 78

### I

Inovação 2, 5, 65, 140, 180, 246

Internet das coisas 162

### L

Litecoin 194, 195, 197, 199, 201, 202, 203, 204

Lúdico 77, 79, 81

## **M**

Matemática 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 12, 25, 51, 61, 62, 63, 92, 105, 106, 112, 194

MCC 139, 141, 142, 148

Microfresamento 116

Monitoramento 140, 142

## **O**

Otimização 136

## **P**

Professor 15, 256

## **S**

Sensores 162

Simulação numérica 126, 130, 138

## **T**

Tecnologia 2, 5, 1, 39, 49, 63, 82, 83, 84, 107, 108, 140, 141, 150, 236, 246, 247

Tolerâncias 116

Trânsito 170

Tratamento 77

Agência Brasileira do ISBN  
ISBN 978-85-7247-561-7



9 788572 475617