UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS

Faculdade de Engenharia Elétrica e de Computação

GABRIEL GOMES DE OLIVEIRA

APLICAÇÃO DE INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL, PARA MELHORIA DO CONCEITO ITS, (INTELLIGENT TRANSPORT SYSTEMS). UM ESTUDO ESPECIFICO NA CIDADE DE CAMPINAS, PARA BUSCA DE UMA SMART CITY.

CAMPINAS

2022

GABRIEL GOMES DE OLIVEIRA

APLICAÇÃO DE INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL, PARA MELHORIA DO CONCEITO ITS, (INTELLIGENT TRANSPORT SYSTEMS). UM ESTUDO ESPECIFICO NA CIDADE DE CAMPINAS, PARA BUSCA DE UMA SMART CITY.

Tese apresentada à Faculdade de Engenharia Elétrica e de Computação da Universidade Estadual de Campinas como parte dos requisitos exigidos para a obtenção do título de Doutorado em Engenharia Elétrica, na área de TELECOMUNICAÇÕES E TELEMÁTICA.

Supervisor/Orientador: PROF. DR. YUZO IANO

Este trabalho corresponde à versão final da tese defendida pelo aluno Gabriel Gomes de Oliveira, orientada pelo(a) Prof. Dr. Yuzo Iano.

Assinatura do Orientador

CAMPINAS

2022

Ficha catalográfica
Universidade Estadual de Campinas
Biblioteca da Área de Engenharia e Arquitetura
Elizangela Aparecida dos Santos Souza - CRB 8/8098

OL4a

Oliveira, Gabriel Gomes de, 1996-
Aplicação de inteligência artificial, para melhoria do conceito ITS (Intelligent Transport Systems), um estudo específico na cidade de Campinas, para busca de uma smart city / Gabriel Gomes de Oliveira. – Campinas, SP : [s.n.], 2022.

Orientador: Yuzo Iano.
Coorientador: Marcos Julio Hider Flores.
Tese (doutorado) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Elétrica e de Computação.

1. Big data. 2. Inteligência Artificial. 3. Sistemas de comunicação móvel 5G. 4. Cidades inteligentes. I. Iano, Yuzo, 1950-. II. Flores, Marcos Julio Hider. III. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Engenharia Elétrica e de Computação. IV. Título.

Informações para Biblioteca Digital

Título em outro idioma: Application of artificial intelligence to improve the its concept (Intelligent Transport Systems). a specific study in the city of Campinas, in search of a smart city
Palavras-chave em inglês:
Big data
Intelligence artificial
5G mobile communication systems
Smart cities
Área de concentração: Telecomunicações e Telemática
Titulação: Doutor em Engenharia Elétrica
Banca examinadora:
Yuzo Iano
Julio César Pereira
Juan Carlos Minango Negrete
Kelem Pereira Jordão
Odair dos Santos Mesquita
Data de defesa: 09-09-2022
Programa de Pós-Graduação: Engenharia Elétrica

Identificação e informações acadêmicas do(a) aluno(a)
- ORCID do autor: https://orcid.org/0000-0001-7164-2068
- Currículo Lattes do autor: http://buscatextual.cnpq.br/buscatextual/visu

COMISSÃO JULGADORA – TESE DE DOUTORADO

Candidato: Gabriel Gomes de Oliveira RA: 228664

Data da Defesa: 09 de setembro de 2022.

Título da Tese: "APLICAÇÃO DE INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL, PARA MELHORIA DO CONCEITO ITS, (INTELLIGENT TRANSPORT SYSTEMS). UM ESTUDO ESPECIFICO NA CIDADE DE CAMPINAS, PARA BUSCA DE UMA SMART CITY".

Prof. Dr. Yuzo Iano (Presidente)

Prof. Dr. Júlio César Pereira (Interno–Titular)

Prof. Dr. Juan Carlos Minango Negrete (Interno–Titular)

Prof. Dra. Kelem Christine Pereira Jordão (Externo–Titular)

Prof. Dr. Odair dos Santos Mesquita (Externo–Titular)

A ata de defesa, com as respectivas assinaturas dos membros da Comissão Julgadora, encontra-se no SIGA (Sistema de Fluxo de Dissertação/Tese) e na Secretaria de Pós- Graduação da Faculdade de Engenharia Elétrica e de Computação.

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao Professor Doutor Yuzo Iano, por me apoiar, confiar e estar à disposição, por investir seu tempo, conhecimento e experiência no meu trabalho.

À minha família, que sempre me apoiou e acreditou nos meus ideais.

Aos meus amigos de laboratório, em particular, Euclides Lourenço Chuma e Gabriel Caumo Vaz, que sempre me ajudaram com seus grandes conhecimentos.

A todos aos meus professores e amigos de curso, em especial ao Prof. Dr. Rangel Arthur.

A Deus, que sempre me inspirou a acreditar nos ideais da vida; na fé, no amor, no respeito, na sabedoria, na inteligência, na disciplina e na inovação do ser humano.

Muito obrigado.

“Um dia hei de renascer numa grande cidade de outro sistema planetário, no passado ou no futuro, onde uma única montanha de 5 quilômetros de altitude se recorta no céu azul - com toda a compaixão que sinto dentro de mim, a única coisa que vou precisar é da sabedoria da terra. ”
Jack Kerouac, (2013). (KEROUAC, 2005)

RESUMO

A taxa de fecundidade do país, Brasil, caiu de 6,16 filhos por mulher para apenas 1,57 filhos em pouco mais de sete décadas, de 1940 para 2014. Em contrapartida, a expectativa de vida da população aumentou 41,7 anos em pouco mais de um século. Em 1900, a expectativa de vida era de 33,7 anos, dando um salto significativo em pouco mais de 11 décadas, atingindo 75,4 anos em 2014. (AGÊNCIA BRASIL, 2016)
Segundo a ONU (Organizações da Nações Unidas), atualmente 55% da população mundial vive em áreas urbanas e a expectativa é de que esta proporção aumente para 70% até 2050. Neste contexto, cidades estariam tendo que assumir papeis mais ativos ao contribuir com as iniciativas de governos nacionais para o alcance dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, ODSs. (ONU NEWS, 2019)
A tecnologia tem invadido diversos segmentos do mercado e auxiliado na operação de diferentes processos e tarefas. Existem ferramentas, sistemas e softwares diferentes que atendem as necessidades do dia a dia de trabalho com muita eficiência, permitindo que os profissionais da organização se tornem mais estratégicos para a empresa em um ambiente de trabalho super ergonômico. (PROLABORE)
É de fundamental importância a utilização de dados para tomadas de decisões assertivas, prospectando um cenário mais qualificado para benefícios de todos os envolvidos. (THE NEW YORK TIMES, 2012)
O presente trabalho tem como princípio a realização de uma pesquisa com âmbito na cidade de Campinas, localizada no estado de São Paulo. O objetivo é analisar de forma automatizada o aspecto Ergonômico de um usuário de transporte público do município, em específico a linha de ônibus n° 337, (Terminal de Barão Geraldo / UNICAMP (Universidade Estadual de Campinas)) escolhida pela sua importância e demanda, principalmente utilizada pelos profissionais e estudantes da Unicamp e Barão Geraldo. Esta linha pode ser replicada para outras linhas da cidade, outros municípios da RMC (Região Metropolitana de Campinas) e, até mesmo, outros municípios nacionais e no exterior, a mesma foi escolhida pela sua importância na região, e por ser uma linha inteligente. Para alcançar o objetivo desse trabalho, foi utilizado um método de análise descritivo e comparativo, levando em conta a perspectiva do setor público da cidade. Com isso, pretende-se levar a reflexão à gestão pública do município. Para obter um transporte público inteligente é necessário alcançar um desenvolvimento mais sustentável, qualificado, eficiente e confortável para os seus clientes e terceiros.

Palavras-chave: Big Data, Deep Learning, IA (Inteligência Artificial), IIS (Intelligent Information Systems), IoT (Internet of Things), ITS (Intelligent Transportation Systems), 5G e Smart City

ABSTRACT

The fertility rate in the country, Brazil, fell from 6.16 children per woman to just 1.57 children in just over seven decades, from 1940 to 2014. In contrast, the population's life expectancy increased by 41.7 years in just over a century. In 1900, life expectancy was 33.7 years, making a significant leap in just over 11 decades, reaching 75.4 years in 2014. (AGÊNCIA BRASIL, 2016)

According to the UN (United Nations Organizations), currently, 55% of the world's population lives in urban areas and this proportion is expected to increase to 70% by 2050. In this context, cities would be having to assume more active roles in contributing to the national government initiatives to achieve the Sustainable Development Goals, SDGs. (ONU NEWS, 2019)

Technology has invaded different market segments and helped in the operation of different processes and tasks. There are different tools, systems, and software that meet the needs of daily work very efficiently, allowing the organization's professionals to become more strategic for the company in a super ergonomic work environment. (PROLABORE)

It is of fundamental importance to use data to make assertive decisions, thus prospecting a more qualified scenario for the benefits of all involved. (THE NEW YORK TIMES, 2012)

The present work has as its principle the realization of research with scope in the city of Campinas, located in the state of São Paulo. The objective is to analyze in an automated way the Ergonomic aspect of a public transport user in the municipality, specifically bus line No. 337, (Barão Geraldo Terminal / UNICAMP (State University of Campinas) chosen for its importance and demand, mainly used by professionals and students from Unicamp and Barão Geraldo. This line can be replicated to other lines in the city, other municipalities in the MRC (Metropolitan Region of Campinas), and even other municipalities in Brazil and abroad. It was chosen for its importance in the region, and for being an intelligent line. To achieve the objective of this work, a descriptive and comparative analysis method was used, taking into account the perspective of the city's public sector. With this, it is intended to take the reflection to the public administration of the city. To achieve smart public transport, it is necessary to achieve more sustainable, qualified, efficient, and comfortable development for its customers and third parties.

Keywords: Big Data, Deep Learning, AI (Artificial Intelligence), IIS (Intelligent Information Systems), IoT (Internet of Things), ITS (Intelligent Transportation Systems), 5G and Smart City

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: O que é Big Data....26
Figura 2: Como o aprendizado profundo é um subconjunto do aprendizado de máquina e como o aprendizado de máquina é um subconjunto da inteligência artificial (IA). 42
Figura 3: Modelo Urbano em 2030....75
Figura 4: Modelo Triangular da Sustentabilidade....83
Figura 5: Pilares de uma cidade inteligente 90
Figura 6: Primeira ilustração do mapa da cidade de Campinas 102
Figura 7: Imagem da cidade de Campinas, no século XX.....103
Figura 8: Ilustração da Rodovia dos Bandeirantes....106
Figura 9: Terminal multimodal Ramos de Azevedo....108
Figura 10: Mapa da rede de planejamento do TAV....108
Figura 11: Ilustração do Balão do Castelo 109
Figura 12: Ilustração da visão Leste/Nordeste da cidade de Campinas....110
Figura 13: Ilustração da visão Norte/Nordeste da cidade de Campinas....111
Figura 14: Ilustração da visão Sudoeste/Sul da cidade de Campinas....112
Figura 15: Ilustração da visão Sul/Sudeste da cidade de Campinas....113
Figura 16: Ilustração da visão Oeste/Sudoeste da cidade de Campinas 114
Figura 17: Ilustração da visão Noroeste/Oeste da cidade de Campinas....116
Figura 18: Ilustração da premiação do Connected Smart Cities 2018 119
Figura 19: Cartilha de Cidades do BNDES....123
Figura 20: Plano Estratégico Campinas Cidade Inteligente (PECCI) 127
Figura 21: Definição dos níveis de maturidade de uma cidade inteligente....130
Figura 22: Uma das primeiras fotos aéreas de Campinas 134
Figura 23: Panorâmica da cidade de Campinas em 1953....135
Figura 24: Vista da cidade de Campinas em 2000....136
Figura 25: Favelas na periferia de Campinas em 2000....137
Figura 26: Ergonomia....174
Figura 27: Transporte Público 176
Figura 28: Tipos de Ônibus Públicos....178
Figura 29: OMS....180
Figura 30: Arquivos da OMS 181
Figura 31: Arquivos da OMS 183
Figura 32: Sala de conferências das OMS em Genebra. 183
Figura 33: Mecanismos de controle de temperatura do corpo. 187
Figura 34: Poluição Sonora. 189
Figura 35: Sensibilidade Sonora. 193
Figura 36: CittaMobi....194
Figura 37: Waze....197
Figura 38: Placa Arduino UNO – Visão Frontal....199
Figura 39: Placa Arduino UNO....200
Figura 40: Módulo Sensor de Temperatura....202
Figura 41: Módulo Sensor de Som....203
Figura 42: Visão interna do ônibus....206
Figura 43: Visão interna do ônibus....206

Figura 44: Mapa dos Fusos Horários 207
Figura 45: Física Básica 209
Figura 46: Mapa Google Maps (2020) 213
Figura 47: Diagrama dos Envolvidos 2020 214
Figura 48: Livro de Estatística Geral e Aplicada 215
Figura 49: Dojot Dia 1. 230
Figura 50: Dojot Dia 2. 230
Figura 51: Dojot Dia 3. 231
Figura 52: Dojot Dia 4. 231
Figura 53: Dojot Dia 5. 232

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Taxas de erros.....46
Tabela 2: As funções urbanas de acordo com a UN-Habitat 81
Tabela 3: Definições de cidades inteligentes 88
Tabela 4: Apontamentos de indicadores de estruturas que compõem uma Smart City 96
Tabela 5: Os 25 municípios mais populosos.....105
Tabela 6: População de Campinas 1960 – 2000.....133
Tabela 7: Habitação da população nas favelas da cidade de Campinas 133
Tabela 8: História da favelização da cidade de Campinas.....137
Tabela 9: Característica Arduino UNO.....201

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: N° de Pessoas 217
Gráfico 2: Ruído 219
Gráfico 3: Temperatura 220
Gráfico 4: Umidade Relativa.....222
Gráfico 5: Velocidade 223
Gráfico 6: Correlação 227

LISTA DE ABREVIATURAS, ACRÔNIMOS E SIGLAS.

ONU – ORGANIZAÇÕES DAS NAÇÕES UNIDAS;
ODS – OBJETIVO DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTAVÉL;
IIS – INTELLIGENT INFORMATION SYSTEMS;
IoT – INTERNET OF THINGS;
ITS – INTELLIGENT TRANSPORTATION SYSTEMS;
UN – UNITED NATIONS;
OMS – ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE;
GMM – GAUSSIANA DE FABRICAÇÃO MANUAL INTERNA NÃO UNIFORME;
HMM – MODELO DE MARKOV OCULTO;
CTC – CLASSIFICAÇÃOO TEMPORAL CONEXIONISTA;
GPU – UNIDADE DE PROCESSAMENTO GRÁFICO;
IA – INTELIGÊNGIA ARTIFICIAL
RNA – REDE NEURAL ARTIFICIAL;
RNN – RECURRRENT NEURAL NETWORK;
GT – GOOGLE TRANSLATE;
LSTM – REDE DE MEMÓRIA DE CURTO E LONGO PRAZO;
GNMT – GOOGLE NEURAL;
UT – UNIVERSITY OF TEXAS
UE – UNIÃO EUROPEIA;
ETC – TRANSPORTE DE COBRANÇA ELETRÔNICA DE PEDÁGIO;
ITU – INTERNATIONATIONAL TELECOMMUNICATIONS UNION;
UNFPA – UNITED NATIONS POPULATION FOUND;
TIC – TECOLOGIA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO;
PIB – PRODUTO INTERNO BRUTO;
TAV – TREM DE ALTA VELOCIDADE;
APA – ÁREA DE PROTEÇÃO AMBIENTAL;
PECCI – PLANO ESTRATÉGICO CAMPINAS CIDADE INTELIGENTE;
BNDES – BANCO NACIONAL DO DESENVOLVIMENTO;
MEI – MOBILIZAÇÃO EMPRESARIAL PELA INOVAÇÃO;
CNI – CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA;

PECTI – PLANO ESTRATÉGICO DE CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO;

CMCTI – CONSELHO MUNICIPAL DE CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO DE CAMPINAS;

SMDEST – SECRETÁRIA MUNICIPAL DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO, SOCIAL E TURISMO;

CT&I – CIÊNCIA TECNOLOGIA E INOVAÇÃO;

BID – BANCO INTERAMERICANO DE DESENVOLVIMENTO;

AGENCAMP – AGÊNCIA METROPOLITANA DE CAMPINAS;

RMC – REGIÃO METROPOLITANA DE CAMPINAS;

UNICAMP – UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS;

PUCC – PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE CAMPINAS;

M-ESB – MOBILE ENTERPRISE SENSOR BUS;

AG – ALGORITMO GENÉTICO;

AS – SIMULATED ANNEALING;

AIS – SISTEMA IMUNE ARTIFICIAL;

ACO – ANT COLONY OPTIMIZER;

BCO – BEE COLONY OPTIMIZATION;

CAVS – VEÍCULOS CONECTADOS E AUTÔNOMOS;

PAVS – VEÍCULOS AÉREOS PESSOAIS TRIPULADOS;

UAVS – VEÍCULOS AÉREOS NÃO TRIPULADOS;

MaaS – MOBILIDADE COMO SERVIÇO (MaaS);

IF – INTENET FISICA;

AIS – SISTEMA DE INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL;

TI – TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO;

ICCFS – ESTRATÉGIA DE FEEDBACK DO COEFICIENTE DE CONGESTIONAMENTO MELHORADO;

TTFS – TEMPO DE VIAGEM ESTRATÉGIA DE FEEDBACK;

MVFS – ESTRATÉGIA DE FEEDBACK DE VELOCIDADE MÉDIA;

CCFS – ESTRATÉGIA DE FEEDBACK DO COEFICIENTE DE CONGESTIONAMENTO;

BMBF – MINISTÉRIO ALEMÃO DE PESQUISA E EDUCAÇÃO;

ITIS – INTELLIGENT TRAVELLER INFORMATION SYSTEMS;

TIE – EQUAÇÃO DE TRANSPORTE DE INTENSIDADE;

CID – CLASSIFICAÇÃO ESTATÍSTICA INTERNACIONAL DE DOENÇAS;

CIF – CLASSIFICAÇÃO INTERNACIONAL DE FUNCIONALIDADE, A INCAPACIDADE E SAÚDE;

ICHI – CLASSIFICAÇÃO INTERNACIONAL DE INTERVENÇÕES EM SAÚDE;

AVL – AUTOMATIC VEHICLE LOCATION;

Sumário

1 INTRODUÇÃO 23

2 REVISÃO BIBIOGRÁFICA 25

2.1 Big Data 25

2.1.1 Qual é a importância do Big Data? 26

2.1.2 Os três Vs do Big Data 27

2.1.2.1 Variedade 27

2.1.2.2 Velocidade 27

2.1.2.3 Volume 27

2.1.3 A credibilidade do conceito Big Data 27

2.1.4 Contexto Histórico 28

2.1.5 Benefícios do conceito Big Data 29

2.1.6 Casos de uso de Big Data 29

2.1.6.1 Desenvolvimento de produtos 29

2.1.6.2 Manutenção preditiva 29

2.1.6.3 Experiência do cliente 30

2.1.6.4 Fraude e conformidade 30

2.1.6.5 Machine learning 30

2.1.6.6 Eficiência operacional 30

2.1.6.7 Promova a inovação 31

2.1.7 Desafios da Big Data 31

2.1.8 Funcionamento da Big Data 31

2.1.8.1 Integrar 31

2.1.8.2 Gerenciar 32

2.1.8.3 Analisar 32

2.2 Deep Learning 32

2.2.1 Definição 33

2.2.2 Visão Geral 33

2.2.3 Interpretações 35

2.2.4 História 36

2.2.5 Redes Neurais 41

2.2.5.1 Redes Neurais Artificiais 42

2.2.5.2 Redes Neurais Profundas 43

2.2.5.3 Desafios 45

2.2.6 Aplicações 46

2.2.6.1 Reconhecimento automático de voz 46

2.2.6.2 Reconhecimento de imagem ... 48
2.2.6.3 Processamento de arte visual ... 48
2.2.6.4 Processamento de linguagem natural ... 48
2.2.6.5 Descoberta de drogas e toxicologia ... 49
2.2.6.6 Gestão de relacionamento com o cliente ... 50
2.2.6.7 Sistemas de recomendação ... 50
2.2.6.8 Bioinformática ... 50
2.2.6.9 Análise de imagem médica ... 51
2.2.6.10 Publicidade móvel ... 51
2.2.6.11 Restauração de imagem ... 51
2.2.6.12 Detecção de fraude financeira ... 51
2.2.6.13 Militar ... 52
2.2.7 Relação com o desenvolvimento cognitivo e cerebral humano ... 52
2.2.8 Atividade comercial ... 53
2.3 Inteligência Artificial ... 54
2.4 IIS (Intelligent Information Systems) ... 55
2.4.1 Exemplos de Sistemas Inteligentes ... 56
2.4.2 Heurística e Sistemas de Informação ... 57
2.4.3 Heurística e Sistemas de Informação ... 57
2.4.4 Sistemas de informação para financiar a infraestrutura ... 58
2.4.5 Uma metaheurística para identidade ... 59
2.5 IoT (Internet of Things) ... 60
2.5.1 Definição de IoT ... 60
2.5.2 Como funciona o IoT ... 61
2.5.3 Cenário: IoT no Transporte ... 62
2.6 ITS (Intelligent Transportation Systems) ... 62
2.6.1 Background ... 63
2.6.2 Tecnologias de transporte inteligentes ... 64
2.6.3 Comunicação sem fio ... 64
2.6.4 Tecnologias Computacionais ... 64
2.6.5 Dados flutuantes do carro / dados celulares flutuantes ... 65
2.6.5.1 Método Triangular ... 65
2.6.5.2 Reidentificação do veículo. ... 66
2.6.5.3 Métodos baseados em GPS ... 66
2.6.5.4 Monitoramento avançado baseado em smartphone ... 66
2.6.6 Detecção ... 67

2.6.7 Detecção de Loop Indutivo ... 67
2.6.8 Detecção de vídeo de veículos ... 68
2.6.9 Detecção via Bluetooth ... 68
2.6.10 Radar ... 69
2.6.10.1 Fusão de informações de várias modalidades de detecção de tráfego 69
2.6.11 Aplicações de transporte inteligente ... 70
2.6.11.1 Sistemas de notificação de veículos de emergência ... 70
2.6.11.2 Execução automática de estradas ... 70
2.6.11.3 Limites de velocidade variável ... 71
2.7 5G ... 72
2.8 O que é uma cidade inteligente ... 73
2.8.1 O fenômeno da urbanização ... 74
2.8.2 Prosperidade urbana ... 80
2.9 Cidades inteligentes – o novo paradigma urbano ... 82
2.9.1 O papel da inovação e o desafio do desenvolvimento sustentável ... 82
2.9.2 Cidades Inteligentes – contextualização ... 87
2.9.3 Os pilares de uma cidade inteligente ... 90
3 CIDADE DE CAMPINAS ... 101
3.1 Breve história da cidade de Campinas ... 101
3.2 Característica da cidade de Campinas ... 104
3.3 A visão do alto da torre do Castelo ... 109
3.4 A Visão Leste e Nordeste ... 110
3.5 A Visão Norte/Nordeste, uma malha consolidada. ... 111
3.6 A Visão Sudoeste/Sul, o mais intenso crescimento. ... 112
3.7 A visão Sul e Sudeste ... 113
3.8 A Visão Oeste/Sudoeste, uma região em formação. ... 114
3.9 A Visão Noroeste/Oeste, uma nova cidade em formação ... 116
3.10 Contexto econômico da cidade de Campinas ... 117
3.11 A Campinas no contexto das cidades inteligentes. ... 119
3.12 Exemplos de iniciativas nacionais ... 122
3.12.1 Cartilha do BNDES (Banco Nacional do Desenvolvimento ... 122
3.12.2 BID Banco Interamericano de Desenvolvimento ... 125
3.12.3 As TICs e o processo de transformação digital ... 126
3.13 Estratégia para um futuro sustentável e inteligente ... 128
3.14 Sistema de monitoramento da qualidade da vida humana ... 132
4 A IMPORTÂNCIA DA MOBILIDADE URBANA: TRANSPORTE PÚBLICO ... 139

4.1 Transport Modelling in the Age of Big Data 139

4.2 Leveraging Big Data for the Development of Transport Sustainability Indicators 140

4.3 Exploring the influence of big data on city transport operations: A Markovian approach 140

4.4 Big data and understanding change in the context of planning transport systems 142

4.5 New Horizons for a Data-Driven Economy 142

4.6 Big data logistics: a health-care transport capacity sharing model 143

4.7 Big Data Management in Maritime Transport 144

4.8 Big Data for Supporting Low-Carbon Road Transport Policies in Europe: Applications, Challenges and Opportunities 144

4.9 Big Data in Transport Modelling and Planning 145

4.10 Big Data for Transport and Logistics: A Review 145

4.11 A Systematic Review on Scheduling PublicTransport using IoT as Tool ... 146

4.12 Smart transport system based on "the internet of things" 146

4.13 Energy Efficient and Reliable Transport of Data in Cloud-Based IoT 146

4.14 IoT Enabled real-time urban transport management system 147

4.15 Integration of IoT, Transport SDN, and Edge/Cloud Computing for Dynamic Distribution of IoT Analytics and Efficient Use of Network Resources 148

4.16 Multi-Layer Latency Aware Workload Assignment of E-Transport IoT Applications in Mobile Sensors Cloudlet Cloud Networks 148

4.17 IoT-Based Context-Aware Intelligent Public Transport System in a Metropolitan Area 149

4.18 A Survey on Design and Analysis of Robust IoT Architecture 150

4.19 Energy Conservation for IoT Devices 151

4.20 A Public Transport Bus as a Flexible Mobile Smart Environment Sensing Platform for IoT 151

4.21 Applications of Artificial Intelligence in Transport: An Overview 152

4.22 Artificial Intelligence, Transport and the Smart City: Definitions and Dimensions of a New Mobility Era 152

4.23 Application of Artificial Intelligence for Development of Intelligent Transport System in Smart Cities 153

4.24 Past, present and prospect of an Artificial Intelligence (AI) based model for sediment transport prediction 154

4.25 Artificial Intelligence in Transportation Information for Application 154

4.26 Research and Development in Intelligent Systems XXVII 155

4.27 Application of selected artificial intelligence methods in terms of transport and intelligent transport systems 156

4.28 Artificial intelligence-based vehicular traffic flow prediction methods for supporting intelligent transportation system 156

4.29 Artificial Intelligence and Intelligent Transportation: Driving into the 3rd Axial Age with ITS 157

4.30 The application of artificial intelligence in public administration for forecasting high crime risk transportation areas in urban environment 157

4.31 Application of adaptive weights to intelligent information systems: An intelligent transportation system as a case study 158

4.32 Impacts of Intelligent Information Systems on Transport and the Economy - the Micro-Based Modelling System Ovid 158

4.33 Smart Clients: Constraint Satisfactions as a Paradigm for Scaleable Intelligent Information Systems 159

4.34 The role of intelligent information system in e-supply chain management performance 159

4.35 Development of Intelligent Information Systems for Operational River Flood Forecasting 160

4.36 Intelligent information processing in human resource management: an implementation case in China 160

4.37 IEEE 802.11ax: Highly Efficient WLANs for Intelligent Information Infrastructure 161

4.38 Components for Smart Autonomous Ship Architecture Based on Intelligent Information Technology 161

4.39 Toward the design of intelligent traveler information systems 162

4.40 Intelligent Information Technologies for Integrated Management Systems of Enterprises with A Complex Scheme of Gas-Extraction and Processing 162

4.41 Modes from Smartphone Sensors Based on Deep Neural Network 162

4.42 Towards the Development of Intelligent Transportation Systems 163

4.43 Influence of Intelligent Transportation Systems on reduction of the environmental negative impact of urban freight transport based on Szczecin example 163

4.44 Research and Development of Intelligent Transportation Systems 163

4.45 Intelligent Transportation Systems (ITS) and the Transportation System .. 164

4.46 A Survey of Intelligent Transportation Systems 164

4.47 Intelligent Transportation Systems 165

4.48 Towards an integrated urban development considering novel intelligent transportation systems: Urban Development Considering Novel Transport 165

4.49 Comparison of LTE and DSRC-Based Connectivity for Intelligent Transportation Systems 166

4.50 A Survey on Intelligent Transportation Systems 167

4.51 Deep Learning the Physics of Transport Phenomena 167

4.52 Flight delay prediction for commercial air transport: A deep learning approach ... 168
4.53 Unpaired Deep Learning for Accelerated MRI Using Optimal Transport Driven CycleGAN ... 168
4.54 Transport of intensity equation from a single intensity image via deep learning ... 169
4.55 Deep learning emulators for groundwater contaminant transport modelling 169
4.56 Deep Learning the Latent Space of Light Transport ... 170
4.57 A Deep Learning Based Nonlinear Upscaling Method for Transport Equations ... 170
4.58 Deep-Learning Approach to First-Principles Transport Simulations ... 171
4.59 Deep learning of material transport in complex neurite networks ... 171
4.60 Sound-based transportation mode recognition with smartphones ... 172
5 DESCRIÇÃO DO OBJETIVO DA PESQUISA ... 173
5.1 Conceito de Ergonomia ... 173
5.2 Transporte Público ... 176
5.3 Tipos de Ônibus Públicos ... 178
5.4 OMS ... 180
5.4.1 O papel da OMS na saúde pública ... 185
5.4.2 Temperatura ideal para o corpo humano ... 186
5.4.3 Poluição sonora ideal para o corpo humano ... 188
5.5 Tipo da pesquisa ... 193
5.6 Materiais utilizados para a pesquisa ... 194
5.6.1 CittaMobi ... 194
5.6.2 Waze ... 197
5.6.3 Hardware Arduino ... 199
5.6.4 Sensor Temperatura ... 202
5.6.4.1 Descrição: ... 202
5.6.4.2 Especificações e características: ... 202
5.6.5 Sensor Ruído ... 203
5.6.5.1 Descrição e Funcionamento ... 203
5.6.5.2 Aplicações ... 204
5.6.6 Python ... 204
5.6.7 Dojot ... 205
5.6.8 Visão interna dentro do ônibus convencional urbano ... 205
5.6.9 Fusos horários ... 207

5.6.10 Conceito de velocidade média. ... 209
6 METODOLOGIA ... 209
6.1 Pré-Análise ... 210
6.2 Análise In-loco ... 210
6.3 Pós Análise ... 210
7 ANÁLISE DOS RESULTADOS ... 212
7.1 Informações importantes para análise dos resultados ... 212
7.2 Média Aritmética ... 215
7.2.1 N° de Pessoas ... 217
7.2.2 Ruído ... 219
7.2.3 Temperatura ... 220
7.2.4 Umidade Relativa ... 222
7.2.5 Velocidade ... 223
7.3 Frequência Relativa ... 224
7.4 Cálculo de Pearson ... 226
7.4.1 Correlação: ... 227
8 DISCUSSÃO ... 229
9 CONCLUSÃO ... 233
10 TRABALHOS FUTUROS ... 237
REFERÊNCIAS ... 238
Anexo 01: Algoritmo de Programação Sensor de Umidade e Temperatura – DHT11 ... 264
Anexo 02: Algoritmo de Programação Sensor de Ruido ... 267

1 INTRODUÇÃO

O presente trabalho tem como objetivo caracterizar as inovações tecnólogicas que vem surgindo e sendo desenvolvidas nos últimos anos, com intuito de empregá-las no cenário da mobilidade urbana, mais especificamente, em ônibus públicos da cidade de Campinas, localizada no interior de São Paulo, com foco em qualificar o cenário Ergonômico dos usuários que utilizam este meio de transporte diariamente para se locomover pela cidade, com seus distintos objetivos e compromissos.

Este trabalho traz propostas acerca do que deve ser aprimorado no transporte da cidade, porque o aprimoramento é algo contínuo e necessário devido ao crescimento da cidade e às mudanças que naturalmente ocorrem com o tempo.

Por estes motivos apresentado anteriormente, o presente trabalho está divido em 12 (doze) sub-tópicos.

O primeiro capítulo, este que se inicia, introduz a tese aos pesquisadores de forma sucinta, a fim de caracterizar os assuntos abordados, as características estudadas, os trabalhos analisados, os equipamentos utilizados, a metodologia, o resultado, entre outras informações de grande relevância ao trabalho.

O segundo Capitulo está subdivido em 9 (nove) subitens, sendo, (Big Data, Deep Learning, Inteligência Artificial, IIS (Intelligent Information Systems), IoT (Internet of Things), ITS (Intelligent Transportation Systems), 5G e caracterização de uma Smart City), que ao modo de ver, e pelo andamento deste presente trabalho, são conceitos extremamente cruciais e enriquecedores para esta pesquisa, trazendo uma boa fluidez deste presente trabalho.

O terceiro capítulo aborda, especificamente, o município de Campinas, ponto de estudo central deste trabalho, e versa sobre: breve história da cidade, suas características, contexto econômico e político, pontos turísticos, assim como um panorama das regiões leste e nordeste, norte e nordeste, sudoeste e sul, sul e sudeste, oeste e sudoeste, noroeste e oeste.

Ainda no terceiro capítulo, foi analisado Campinas sob o conceito de cidade inteligente, apontamos exemplos de iniciativas que têm auxiliado para este fim, assim como a estratégia assumida pela cidade para um futuro sustentável e inovador. Por fim, exploramos um sistema de monitoramento da qualidade da vida humana dos campineiros.

No capítulo seguinte abordaremos os principais conceitos que norteiam a presente pesquisa. Vale salientar que é extremamente relevante demonstrar e

evidenciar a importância dos assuntos abordados, portanto, neste presente tópico, coletamos 60 (sessenta) artigos científicos, de âmbito nacional e internacional, afim de demonstrar a importância preocupação desta temática pela comunidade cientifica em geral.

No quinto capítulo, descrevemos o objetivo da pesquisa, o conceito de ergonomia, transporte público, tipos de ônibus públicos, a Organização Mundial da Saúde (OMS), o papel da OMS na saúde pública, a temperatura ideal para o corpo humano e os limites sonoros que devem ser respeitados para que não haja danos à audição humana.

Além disso, nesse mesmo capítulo foi abordado e caracterizado principais componentes, equipamentos e softwares que são utilizados na presente pesquisa, como forma de detalhada.

No sexto capítulo, descrevemos a metodologia empregada neste trabalho, cujo intuito é auxiliar o leitor a empregar esta pesquisa em outros cenários.

A partir do sétimo capítulo trazemos a análise dos resultados, obtidos após coletar todos os dados nesta pesquisa.

O oitavo capítulo é constituído pela aplicação da plataforma Dojot em cima da atual pesquisa, e tem como objetivo a demonstração da coleta dos dados de forma automatizada.

O capitulo de número 9, se refere à conclusão, de suma importância, pois a partir desta podemos pensar em trabalhos futuros seguindo a mesma métrica empregada nesta tese.

Em seguida, no décimo capítulo, identificamos os trabalhos futuros, que poderão ser empregados no meu programa de Pós-Doutorado

Logo em seguida apresentamos as referências bibliográficas utilizadas nesta dissertação.

E, por fim, apresentamos os anexos que apoiam esta tese.

2 REVISÃO BIBIOGRÁFICA

Neste presente capitulo serão abordados os principais conceitos que norteiam esta pesquisa, bem como os termos *Big Data, Deep Learning, ISS (Inteligent Information Systems), ITS (Intelligent Transportation Systems), IoT (Internet of Thigs)* e *5G.* Também será abordado as principais questões que abordam o conceito de cidades inteligentes, bem como o termo “urbanização”, que é a força motriz para alavancar o desenvolvimento sustentável de uma cidade e, para finalizar, são apresentadas as vantagens de se implementar este conceito no território brasileiro e, dessa forma, propagar e materializar este novo paradigma urbano.

2.1 Big Data

A definição de *Big Data* são dados com maior variedade que chegam em volumes crescentes e com velocidade cada vez maior, também conhecido como os três Vs. (ORACLE, 2021)

Em termos simples, *Big Data* é um conjunto de dados maior e mais complexo, especialmente de novas fontes de dados. Esses conjuntos de dados são tão grandes que o software de processamento de dados convencional simplesmente não consegue gerenciá-los. Ele pode ser usado para resolver problemas de negócios que você não conseguia resolver antes.

Figura 1: O que é Big Data

Fonte: (ACESSA.COM , 2018)

2.1.1 Qual é a importância do Big Data?

A importância do *Big Data* não está na quantidade de dados que as empresas possuem, mas no que as empresas fazem com esses dados, você pode pegar dados de várias fontes e analisá-los para encontrar respostas que permitam: (TAURION., 2013) (GOES, 2014)

1. Reduzir custos;

2. Economizar tempo;

3. Desenvolver novos produtos e otimizar ofertas;

4. Tome decisões mais inteligentes;

Se sua empresa combina *Big Data* com análises poderosas, você pode realizar tarefas de negócios como: (JUAN JOSÉ CAMARGO VEGA, 2015)

- Determinar as causas de erros, problemas e defeitos quase em tempo real;
- Gerar cupons nos pontos de venda com base nos hábitos de compra dos clientes;
- Recalcular carteiras de risco inteiras em minutos;

- Detectar comportamento fraudulento antes que ele prejudique a empresa.

2.1.2 Os três Vs do Big Data

2.1.2.1 Variedade

Variedade refere-se aos diferentes tipos de dados disponíveis. Os tipos de dados tradicionais foram estruturados e se encaixam perfeitamente em um banco de dados relacional. Com o advento da *Big Data*, os dados estão se tornando mais estruturados, no caráter organizacional, chegando a novos tipos de dados não estruturados. Os semiestruturados, como texto, áudio e vídeo, requerem pré-processamento adicional para ganhar significado e dar suporte aos metadados. (TOLSTOY, 2021)

2.1.2.2 Velocidade

Velocidade é a taxa mais rápida em que os dados são recebidos e possivelmente gerenciados. Em geral, a taxa de dados mais alta é transferida diretamente para a memória e não gravada no disco rígido, exigindo assim avaliações e medidas em tempo real. (BATTY, 2016)

2.1.2.3 Volume

Com o *Big Data*, você precisa processar grandes quantidades de dados esparsos e não estruturados. Podem ser dados de valor desconhecido, como *feeds* de dados do *Twitter*, fluxos de cliques em um site ou em um aplicativo para dispositivos móveis, ou mesmo dispositivos com sensores. Para algumas empresas, isso pode consumir dezenas de *terabytes* de dados. Para outros, pode ser centenas de *petabytes*. (KING, 2013)

2.1.3 A credibilidade do conceito Big Data

Mais dois Vs surgiram nos últimos anos: Coragem e Veracidade. Os dados têm um valor intrínseco. Mas isso é inútil até que esse valor seja descoberto. Tão importante quanto: quão verdadeiros são seus dados e o quanto você pode confiar neles? (ZIBIN ZHENG, 2013) (SINANC, 2013) (L. GU, 2013)

Big Data se tornou indispensável hoje, pense em algumas das maiores empresas de tecnologia do mundo. Muito do valor agregado que oferecem vem de

seus dados, que analisam constantemente para serem mais eficientes e desenvolverem novos produtos. (ZIBIN ZHENG, 2013) (SINANC, 2013) (L. GU, 2013)

Avanços recentes em tecnologia diminuíram exponencialmente o custo de armazenamento e computação de dados, tornando mais fácil e barato armazenar mais dados do que nunca. (ZIBIN ZHENG, 2013) (SINANC, 2013) (L. GU, 2013)

Encontrar o valor do *Big Data* não é apenas uma questão de análise (que é outro benefício). É um processo de descoberta abrangente que requer analistas, usuários de negócios e executivos perspicazes para fazer as perguntas certas, identificar padrões, fazer suposições fundamentadas e prever o comportamento. (ZIBIN ZHENG, 2013) (SINANC, 2013) (L. GU, 2013)

2.1.4 Contexto Histórico

Embora o próprio conceito de *Big Data* seja relativamente novo, as origens dos grandes conjuntos de dados podem ser rastreadas até as décadas de 1960 e 1970, quando o mundo dos dados estava em sua infância, com os primeiros data centers e o desenvolvimento do banco de dados relacional. (BARNES, 2013) (MANNING, 2013) (GUTMANN, 2018) (EIJNATTEN, 2013) (BATISTIč, 2019) (WU, 2016) (JIFA, 2014)

Por volta de 2005, as pessoas começaram a notar a quantidade de dados gerados por usuários gerados pelo *Facebook, YouTube* e outros serviços online. No mesmo ano, o *Hadoop* (uma estrutura de código aberto criada especificamente para o armazenamento e análise de grandes conjuntos de dados) foi desenvolvido. (BARNES, 2013) (MANNING, 2013) (GUTMANN, 2018) (EIJNATTEN, 2013) (BATISTIč, 2019) (WU, 2016) (JIFA, 2014)

O desenvolvimento de estruturas de *software* livre como *Hadoop* (e, mais recentemente, *Spark*) foi essencial para o crescimento do *Big Data* porque tornou mais fácil trabalhar tendo o seu armazenamento mais lucrativo. Os usuários ainda geram grandes quantidades de dados, mas não são apenas os humanos que o fazem. (BARNES, 2013) (MANNING, 2013) (GUTMANN, 2018) (EIJNATTEN, 2013) (BATISTIč, 2019) (WU, 2016) (JIFA, 2014)

Com o advento da *Internet das Coisas (IoT),* cada vez mais objetos e dispositivos são conectados à *Internet*, coletando dados sobre os padrões de uso do cliente e desempenho do produto. O surgimento do aprendizado de máquina produziu ainda mais dados. (BARNES, 2013) (MANNING, 2013) (GUTMANN, 2018) (EIJNATTEN, 2013) (BATISTIč, 2019) (WU, 2016) (JIFA, 2014)

Apesar da evolução do conceito *Big Data*, sua utilidade ainda está em sua infância. A computação em nuvem expandiu ainda mais as possibilidades de *Big Data*. A nuvem oferece escalabilidade verdadeiramente elástica, onde os desenvolvedores podem simplesmente criar *clusters ad hoc* para testar um subconjunto de dados. E os bancos de dados gráficos também estão se tornando cada vez mais importantes, com sua capacidade de visualizar grandes quantidades de dados de maneira rápida e abrangente análise. (BARNES, 2013) (MANNING, 2013) (GUTMANN, 2018) (EIJNATTEN, 2013) (BATISTIč, 2019) (WU, 2016) (JIFA, 2014)

2.1.5 Benefícios do conceito Big Data

Com o *Big Data*, você obtém respostas mais completas porque tem mais informações; (OHM, 2012) (BUGHIN, 2016) (WANG, 2018) (RAGUSEO, 2018)

Respostas mais completas significam mais confiança nos dados, ou seja, uma abordagem completamente diferente para lidar com os problemas; (OHM, 2012) (BUGHIN, 2016) (WANG, 2018) (RAGUSEO, 2018)

2.1.6 Casos de uso de Big Data

Big Data pode ajudá-lo a gerenciar uma variedade de atividades de negócios, desde a experiência do cliente até análises avançadas. Aqui estão alguns. (EYUPOGLU, 2018) (WEN, 2019)

2.1.6.1 Desenvolvimento de produtos

Empresas como *Netflix* e *Procter* usam *Big Data* para antecipar a demanda do cliente, construir modelos preditivos para novos produtos e serviços, classificar os principais atributos de produtos ou serviços antigos e atuais e modelar a relação entre esses atributos e o sucesso. Além disso, a *PandG* usa dados e análises de grupos de foco, mídia social, mercados de teste e lançamentos iniciais de lojas para planejar, fabricar e lançar novos produtos. (LI, 2015) (ZHAN, 2018) (JOHNSON, 2017)

2.1.6.2 Manutenção preditiva

Os fatores que podem prever falhas mecânicas podem estar intimamente relacionados a dados estruturados, como ano, marca e modelo do equipamento, bem como dados não estruturados abrangendo milhões de entradas de *log*, sensor de dados, mensagens de erro e temperatura. Ao analisar essas indicações de problemas potenciais antes que eles surjam, as empresas podem implementar a manutenção de

maneira mais econômica e maximizar a disponibilidade de peças e equipamentos. (DAILY, 2017) (YAN, 2017)

2.1.6.3 Experiência do cliente

A corrida para alcançar os clientes já começou. Uma visão mais clara da experiência do cliente nunca foi tão possível como hoje. *Big Data* permite reunir dados de mídias sociais, visitas na web, registros de chamadas e outras fontes para melhorar a experiência de interação e maximizar o valor entregue comece a oferecer ofertas personalizadas, reduza o abandono do cliente e resolva problemas de forma proativa. (SPIESS, 2014) (HOLMLUND, 2020) (DIAZ-AVILES, 2015)

2.1.6.4 Fraude e conformidade

Os cenários de segurança e os requisitos de conformidade estão em constante evolução. *Big Data* ajuda a identificar padrões em seus dados que indicam fraude e agregar grandes volumes de informações para acelerar relatórios regulatórios. (CARDENAS, 2013) (TRIERWEILER, 2019)

2.1.6.5 Machine learning

O aprendizado de máquina é um dos tópicos mais discutidos no momento. E os dados, especialmente *Big Data*, são um dos motivos. Agora podemos ensinar máquinas em vez de programá-las. A disponibilidade de *Big Data* para treinar modelos de aprendizado de máquina torna isso uma realidade. (QIU, 2016) (ZHOU, 2017) (L'HEUREUX, 2017) (BEAM, 2018)

2.1.6.6 Eficiência operacional

A eficiência operacional nem sempre é nova, mas é uma área em que o *Big Data* tem maior impacto. Com o *Big Data*, você pode analisar e avaliar a produção e o *feedback* do cliente e outros fatores para reduzir o tempo de inatividade e antecipar demandas futuras. também pode ser usado para melhorar a tomada de decisão com base na demanda atual do mercado. (KOSELEVA, 2017)

2.1.6.7 Promova a inovação

Big Data pode ajudá-lo a inovar estudando as interdependências entre humanos, instituições, entidades e processos, e então determinar novas maneiras de usar essas informações.

Uso de *insights* sobre dados para melhorar as decisões sobre considerações financeiras e planejamento, tendências e o que os clientes desejam oferecer aos novos produtos e serviços, configuração de um sistema de preços dinâmico, existem infinitas possibilidades. (HALDORAI, 2019) (ZIMPHER, 2014)

2.1.7 Desafios da Big Data

Embora novas tecnologias de armazenamento de dados tenham sido desenvolvidas, os volumes de dados dobram a cada dois anos. As empresas estão sempre lutando para acompanhar as mudanças em seus dados e encontrar maneiras de armazená-los com eficiência. (LABRINIDIS, 2012) (MARX, 2013) (JAGADISH, 2014)

Mas arquivar dados não é suficiente, e sim, os dados devem ser úteis para eventual análise, proporcionando assim dados mais claros e relevantes para o cliente e organizados para uma análise significativa. Os cientistas de dados gastam 50-80% de seu tempo preservando e preparando os dados antes que eles sejam usados. (LABRINIDIS, 2012) (MARX, 2013) (JAGADISH, 2014)

Finalmente, a tecnologia de *Big Data* está evoluindo em um ritmo rápido. Há alguns anos, o *Apache Hadoop* era a tecnologia popular usada para gerenciar *Big Data*. Então, o *Apache Spark* foi introduzido em 2014. Hoje, uma combinação das duas estruturas parece ser a melhor abordagem. Manter-se atualizado com a tecnologia de *Big Data* é um desafio contínuo. (LABRINIDIS, 2012) (MARX, 2013) (JAGADISH, 2014)

2.1.8 Funcionamento da Big Data

Big Data fornece novas informações que abrem novas oportunidades e novos modelos de negócios. As primeiras etapas envolvem três ações principais:

2.1.8.1 Integrar

O *Big Data* coleta dados de muitas fontes e aplicativos diferentes. Os mecanismos tradicionais de integração de dados, como *Extract, Transform* e *Load* (ETL), geralmente não são adequados para a tarefa. Requer novas estratégias e

tecnologias para analisar grandes conjuntos de dados em escala de *terabyte* ou mesmo *petabyte*. (LOHR, 2012) (CUI, 2016) (O'MALLEY, 2014)

Durante a integração, você precisa inserir dados, processá-los e verificar se estão formatados e disponíveis para que os analistas de negócios possam começar a trabalhar com eles. (LOHR, 2012) (CUI, 2016) (O'MALLEY, 2014)

2.1.8.2 Gerenciar

Big Data requer espaço de armazenamento. Sua solução de armazenamento pode ser na nuvem, local ou ambos. Você pode armazenar seus dados como quiser e trazer os requisitos de processamento desejados e os mecanismos de processamento necessários para esses conjuntos de dados sob demanda. Muitas pessoas escolhem a solução de armazenamento com base na localização atual de seus dados. A nuvem está gradualmente ganhando popularidade, pois oferece suporte às suas necessidades de computação atuais e permite que você crie recursos conforme necessário. (LOHR, 2012) (CUI, 2016) (O'MALLEY, 2014)

2.1.8.3 Analisar

Seu investimento em *Big Data* compensa quando você analisa seus dados e age com base neles. Obtendo mais clareza com a análise visual de seus diferentes conjuntos de dados. Aprofunde-se nos dados para fazer novas descobertas. Compartilhe suas descobertas com outras pessoas. Modelos de dados com aprendizado de máquina e inteligência artificial. Faça seus dados funcionarem. (LOHR, 2012) (CUI, 2016) (O'MALLEY, 2014)

2.2 Deep Learning

O aprendizado profundo (também conhecido como aprendizado estruturado profundo) faz parte de uma família mais ampla de métodos de aprendizado de máquina baseados em redes neurais artificiais com aprendizado de representação. O aprendizado pode ser supervisionado, semi-supervisionado ou não supervisionado. (BENGIO, COURVILLE e VINCENT, 2013) (SCHMIDHUBER, 2015) (BENGIO, LECUN e HINTON, 2015)

Arquiteturas de aprendizagem profunda, como redes neurais profundas, redes de crenças profundas, aprendizagem de reforço profundo, redes neurais recorrentes e redes neurais convolucionais foram aplicadas a campos como visão computacional, reconhecimento de fala, processamento de linguagem natural, tradução automática,

bioinformática, *design* de drogas, análise de imagens médicas, inspeção de materiais e programas de jogos de tabuleiro, onde produziram resultados comparáveis e, em alguns casos, superando o desempenho de especialistas humanos. (HU, NIU, *et al.*, 2020) (CIRESAN, MEIER e SCHMIDHUBER, 2012) (KRIZHEVSKY, SUTSKEVER e HINTON, 2012) (TECHCRUNCH, 2017)

As redes neurais artificiais (RNAs) foram inspiradas no processamento de informações e nos nós de comunicação distribuída em sistemas biológicos. As RNAs têm várias diferenças em relação aos cérebros biológicos. Especificamente, as redes neurais tendem a ser estáticas e simbólicas, enquanto o cérebro biológico da maioria dos organismos vivos é dinâmico (plástico) e analógico. (MARBLESTONE, WAYNE e KORDING) (OLSHAUSEN, 1996) (BENGIO, LEE, *et al.*, 2015)

O adjetivo "profundo" no aprendizado profundo se refere ao uso de várias camadas na rede. Trabalhos anteriores mostraram que um perceptron linear não pode ser um classificador universal, mas que uma rede com uma função de ativação não polinomial com uma camada oculta de largura ilimitada pode. O aprendizado profundo é uma variação moderna que se preocupa com um número ilimitado de camadas de tamanho limitado, o que permite a aplicação prática e a implementação otimizada, enquanto mantém a universalidade teórica sob condições moderadas. Na aprendizagem profunda, as camadas também podem ser heterogêneas e se desviarem amplamente dos modelos conexionistas biologicamente informados, por uma questão de eficiência, treinabilidade e compreensibilidade, por isso "estruturada".

2.2.1 Definição

Aprendizado profundo é uma classe de algoritmos de aprendizado de máquina que: usa várias camadas para extrair progressivamente recursos de nível superior da entrada bruta. Por exemplo: No processamento de imagem, as camadas inferiores podem identificar as bordas, enquanto as camadas superiores podem identificar os conceitos relevantes para um ser humano, como dígitos, letras ou rostos. (DENG e YU, 2014)

2.2.2 Visão Geral

A maioria dos modelos modernos de aprendizado profundo são baseados em redes neurais artificiais, especificamente redes neurais convolucionais (CNN), embora também possam incluir fórmulas proposicionais ou variáveis latentes organizadas em

camadas em modelos gerativos profundos, como os nós em redes de crenças profundas. (BENGIO, 2009)

No aprendizado profundo, cada nível aprende a transformar seus dados de entrada em uma representação um pouco mais abstrata e composta. Em um aplicativo de reconhecimento de imagem, a entrada bruta pode ser uma matriz de *pixels*, a primeira camada representacional pode abstrair os *pixels* e codificar as bordas, a segunda camada pode compor e codificar arranjos de bordas, a terceira camada pode codificar um nariz e olhos, e a quarta camada pode reconhecer que a imagem contém um rosto. É importante ressaltar que um processo de aprendizado profundo pode aprender quais recursos devem ser colocados de maneira ideal em cada nível por conta própria. Isso não elimina completamente a necessidade de ajuste manual, por exemplo, vários números de camadas e tamanhos podem fornecer diferentes graus de abstração. (BENGIO, COURVILLE e VINCENT, 2013) (LECUN, BENGIO e HINTON, 2015)

A palavra "profundo" em "aprendizado profundo" se refere ao número de camadas por meio das quais os dados são transformados. Mais precisamente, os sistemas de aprendizagem profunda têm uma profundidade substancial do caminho de atribuição de crédito (CAP). O CAP é a cadeia de transformações do insumo ao produto. CAPs descrevem conexões potencialmente causais entre entrada e saída. Para uma rede neural *feedforward*, a profundidade dos CAPs é a da rede e é o número de camadas ocultas mais uma (já que a camada de saída também é parametrizada). Para redes neurais recorrentes, nas quais um sinal pode se propagar através de uma camada mais de uma vez, a profundidade do CAP é potencialmente ilimitada. (SCHMIDHUBER, 2015) Nenhum limite de profundidade universalmente aceito divide o aprendizado superficial do aprendizado profundo, mas a maioria dos pesquisadores concorda que o aprendizado profundo envolve a profundidade do CAP superior a 2. O CAP de profundidade 2 demonstrou ser um aproximador universal no sentido de que pode emular qualquer função. (SHIGEKI, 2019) Além disso, mais camadas não aumentam a capacidade do aproximador de função da rede. Modelos profundos (CAP> 2) são capazes de extrair recursos melhores do que modelos superficiais e, portanto, camadas extras ajudam a aprender os recursos de forma eficaz.

As arquiteturas de aprendizado profundo podem ser construídas com um método ganancioso de camada por camada. (BENGIO, LAMBLIN, *et al.*, 2007) O

aprendizado profundo ajuda a desembaraçar essas abstrações e escolher quais recursos melhoram o desempenho. (BENGIO, COURVILLE e VINCENT, 2013)

Para tarefas de aprendizado supervisionado, os métodos de aprendizado profundo eliminam a engenharia de recursos, traduzindo os dados em representações intermediárias compactas semelhantes aos componentes principais e derivam estruturas em camadas que removem a redundância na representação.

Algoritmos de aprendizado profundo podem ser aplicados a tarefas de aprendizado não supervisionadas. Este é um benefício importante porque os dados não rotulados são mais abundantes do que os dados rotulados. Exemplos de estruturas profundas que podem ser treinadas de maneira não supervisionada são compressores de história neural (SCHMIDHUBER, 2015) e redes de crenças profundas. [(BENGIO, COURVILLE e VINCENT, 2013) (HINTON, 2009)

2.2.3 Interpretações

Redes neurais profundas são geralmente interpretadas em termos do teorema da aproximação universal ou inferência probabilística. (WIKIPÉDIA)

O teorema da aproximação universal clássico diz respeito à capacidade das redes neurais *feedforward* com uma única camada oculta de tamanho finito para aproximar funções contínuas. Em 1989, a primeira prova foi publicada por George Cybenko para funções de ativação sigmóide (CYBENKO, 1989) e foi generalizada para arquiteturas multicamadas em 1991 por Kurt Hornik. (HORNIK, 1991) Trabalhos recentes também mostraram que a aproximação universal também é válida para funções de ativação não limitadas, como a unidade linear retificada. (SONODA e MURATA, 2017)

O teorema da aproximação universal para redes neurais profundas diz respeito à capacidade das redes com largura limitada, mas a profundidade pode crescer. Lu et al. (LU, 2017) provou que se a largura de uma rede neural profunda com ativação ReLU for estritamente maior do que a dimensão de entrada, a rede pode se aproximar de qualquer função integrável de *Lebesgue*; Se a largura for menor ou igual à dimensão de entrada, a rede neural profunda não é um aproximador universal.

A interpretação probabilística (MURPHY, 2012) deriva do campo do aprendizado de máquina. Possui inferência, bem como os conceitos de otimização de treinamento e teste, relacionados ao ajuste e generalização, respectivamente. Mais especificamente, a interpretação probabilística considera a não linearidade de

ativação como uma função de distribuição cumulativa. (MURPHY, 2012) A interpretação probabilística levou à introdução do abandono como regularizador nas redes neurais. (HINTON, SRIVASTAVA, *et al*., 2012) A interpretação probabilística foi introduzida por pesquisadores como Hopfield, Widrow e Narendra e popularizada em pesquisas como a de Bishop. (BISHOP, 2017)

2.2.4 História

Algumas fontes apontam que Frank Rosenblatt desenvolveu e explorou todos os ingredientes básicos dos sistemas de aprendizado profundo de hoje. (TAPPERT, 2019) Ele o descreveu em seu livro "Princípios de Neurodinâmica: Perceptrons e a Teoria dos Mecanismos do Cérebro", publicado pelo Cornell Aeronautical Laboratory, Inc., *Cornell University* em 1962.

O primeiro algoritmo geral de aprendizagem funcional para perceptrons supervisionados, profundos, *feedforward* e multicamadas foi publicado por Alexey Ivakhnenko e Lapa em 1967. (IVAKHNENKO e LAPA, 1967) Um artigo de 1971 descreveu uma rede profunda com oito camadas treinadas pelo método de grupo de tratamento de dados. (IVAKHNENKO, 19-71) Outras arquiteturas de aprendizado profundo, especificamente aquelas construídas para visão computacional, começaram com o *Neocognitron* introduzido por Kunihiko Fukushima em 1980. (FUKUSHIMA, 1980)

O termo *Deep Learning* foi introduzido na comunidade de aprendizado de máquina por Rina Dechter em 1986, (DECHTER, 2016) e nas redes neurais artificiais por Igor Aizenberg e colegas em 2000, no contexto dos neurônios de limiar booleano. (IGOR AIZENBERG) (Co-evolving recurrent neurons learn deep memory POMDPs. Proc, USA)

Em 1989, Yann LeCun et al. aplicou o algoritmo de retropropagação padrão, que existia como o modo reverso de diferenciação automática desde 1970, a uma rede neural profunda com o objetivo de reconhecer códigos postais escritos à mão no correio. Enquanto o algoritmo funcionava, o treinamento demorou 3 dias. (LINNAINMAA, 1970) (GRIEWANK, 2012) (WERBOS, 1974) (WERBOS, 1982) (AL., 1989)

Em 1991, tais sistemas eram usados para reconhecer dígitos 2-D escritos à mão isolados, enquanto o reconhecimento de objetos 3-D era feito combinando imagens 2-D com um modelo de objeto 3-D feito à mão. Weng et al. sugeriram que

um cérebro humano não usa um modelo de objeto 3-D monolítico e em 1992 publicaram Cresceptron, um método para realizar o reconhecimento de objetos 3-D em cenas desordenadas. Por usar imagens naturais diretamente, a Cresceptron deu início ao aprendizado visual de propósito geral para mundos 3D naturais. Cresceptron é uma cascata de camadas semelhante ao *Neocognitron*. Mas enquanto a *Neocognitron* exigia um programador humano para mesclar os recursos manualmente, o Cresceptron aprendeu um número aberto de recursos em cada camada sem supervisão, onde cada recurso é representado por um *kernel* de convolução. A Cresceptron segmentou cada objeto aprendido a partir de uma cena desordenada por meio de análises retrospectivas através da rede. O *pooling* máximo, agora frequentemente adotado por redes neurais profundas (por exemplo, testes *ImageNet*), foi usado pela primeira vez no *Cresceptron* para reduzir a resolução da posição por um fator de (2x2) a 1 através da cascata para melhor generalização. (DE CARVALHO, FAIRHURST e BISSET, 1994) (HINTON, DAYAN, *et al.*, 1995) (S. HOCHREITER., 2015)

Em 1994, André de Carvalho, juntamente com Mike Fairhurst e David Bisset, publicou resultados experimentais de uma rede neural booleana multicamadas, também conhecida como rede neural sem peso, composta por um módulo de rede neural de extração de características auto organizadas de 3 camadas (SOFT) seguido por um módulo de rede neural de classificação multicamadas (GSN), que foram treinados de forma independente. Cada camada no módulo de extração de recursos extraiu recursos com complexidade crescente em relação à camada anterior. (HOCHREITER e AL., 2001)

Em 1995, Brendan Frey demonstrou que era possível treinar (em dois dias) uma rede contendo seis camadas totalmente conectadas e várias centenas de unidades ocultas usando o algoritmo vigília-sono, desenvolvido em parceria com Peter Dayan e Hinton. (BEHNKE, 2003) Muitos fatores contribuem para a velocidade lenta, incluindo o problema do desaparecimento de gradiente analisado em 1991 por Sepp Hochreiter. (MORGAN, BOURLARD, *et al.*, 1983) (ROBINSON, 1992)

Desde 1997, Sven Behnke estendeu a abordagem convolucional hierárquica *feed-forward* na Pirâmide de Abstração Neural por conexões laterais e retrógradas a fim de incorporar de forma flexível o contexto nas decisões e resolver iterativamente as ambiguidades locais. (WAIBEL, HANAZAWA, *et al.*, 1989)

Modelos mais simples que usam recursos artesanais específicos para tarefas, como filtros Gabor e máquinas de vetores de suporte (SVMs) foram uma escolha popular nos anos 1990 e 2000, devido ao custo computacional da rede neural artificial (ANN) e à falta de compreensão de como os fios cerebrais suas redes biológicas.

Tanto o aprendizado superficial quanto o profundo (por exemplo, redes recorrentes) de RNAs foram explorados por muitos anos. (BAKER, DENG, *et al.*, 2009) Esses métodos nunca superaram a tecnologia do modelo de mistura gaussiana de fabricação manual interna não uniforme / modelo de Markov Oculto (GMM-HMM) (BENGIO, 1991) (DENG, HASSANEIN e ELMASRY, 1994) com base em modelos generativos de fala treinados discriminativamente. (DODDINGTON, PRZYBOCKI, *et al.*, 2000) As principais dificuldades foram analisadas, incluindo diminuição do gradiente e estrutura de correlação temporal fraca em modelos preditivos neurais. (HECK, KONIG, *et al.*, 2000) (ZOLTÁN TÜSKE, 2014) Dificuldades adicionais foram a falta de dados de treinamento e capacidade de computação limitada.

A maioria dos pesquisadores de reconhecimento de fala se afastou das redes neurais para buscar a modelagem generativa. Uma exceção foi a *SRI International* no final dos anos 1990. Financiado pela NSA e DARPA do governo dos EUA, o SRI estudou redes neurais profundas em reconhecimento de voz e alto-falante. A equipe de reconhecimento de alto-falante liderada por Larry Heck relatou sucesso significativo com redes neurais profundas no processamento de fala na avaliação de 1998 do Instituto Nacional de Padrões e Tecnologia de Reconhecimento de Falante. (HOCHREITER e SCHMIDHUBER, 1997) A rede neural profunda SRI foi então implantada no *Nuance Verifier*, representando a primeira grande aplicação industrial de aprendizado profundo. (GRAVES, ECK, *et al.*, 2003)

O princípio de elevar os recursos "brutos" em relação à otimização artesanal foi explorado pela primeira vez com sucesso na arquitetura do autoencoder profundo no espectrograma "bruto" ou recursos de banco de filtros lineares no final da década de 1990, (GRAVES, ECK, *et al.*, 2003) mostrando sua superioridade sobre o Mel-Recursos *cepstrais* que contêm estágios de transformação fixa a partir de espectrogramas. As características brutas da fala, formas de onda, posteriormente produziram excelentes resultados em larga escala. (GRAVES, FERNÁNDEZ e GOMEZ, 2006)

Muitos aspectos do reconhecimento de fala foram assumidos por um método de aprendizado profundo denominado memória de curto e longo prazo (LSTM), uma

rede neural recorrente publicada por Hochreiter e Schmidhuber em 1997. (SANTIAGO FERNANDEZ, 2007) Os LSTM RNNs evitam o problema do gradiente de desaparecimento e podem aprender tarefas de "Aprendizado Muito Profundo" que requerem memórias de eventos que aconteceram milhares de passos de tempo discretos antes, o que é importante para a fala. Em 2003, o LSTM começou a se tornar competitivo com os reconhecedores de fala tradicionais em certas tarefas. (SAK, SENIOR, *et al.*, 2015) Mais tarde, foi combinada com a classificação temporal conexionista (CTC) (HINTON, 2007) em pilhas de RNNs LSTM. (HINTON, OSINDERO e TEH, 2015) Em 2015, o reconhecimento de voz do *Google* supostamente experimentou um salto dramático de desempenho de 49% por meio do LSTM treinado pelo CTC, que foi disponibilizado por meio da pesquisa por voz do *Google*. (BENGIO, 2012)

Em 2006, publicações de Geoff Hinton, Ruslan Salakhutdinov, Osindero e Teh (G. E. HINTON., 2007) (HINTON, DENG, *et al.*, 2012) (DENG, HINTON e KINGSBURY, 2017) mostraram como uma rede neural feedforward de muitas camadas poderia ser efetivamente pré-treinada uma camada por vez, tratando cada camada por vez como uma máquina de Boltzmann restrita não supervisionada e, em seguida, ajustando-a usando retropropagação supervisionada. (DENG, LI, *et al.*, 2013) Os artigos referiam-se ao aprendizado para redes de crenças profundas.

O aprendizado profundo faz parte de sistemas de última geração em várias disciplinas, particularmente em visão computacional e reconhecimento automático de fala (ASR). Os resultados em conjuntos de avaliação comumente usados, como TIMIT (ASR) e MNIST (classificação de imagem), bem como uma variedade de tarefas de reconhecimento de fala de grande vocabulário, têm melhorado continuamente. [Redes neurais convolucionais (CNNs) foram substituídas para ASR por CTC para LSTM, porém são mais bem-sucedidos em visão computacional. (SINGH, SAHA e SAHIDULLAH, 2021) (SAK, SENIOR e BEAUFAYS, 2014) (LI e WU, 2014) (ZEN e SAK, 2015) (DENG, ABDEL-HAMID e YU, 2013)

O impacto do aprendizado profundo na indústria começou no início de 2000, quando as CNNs já processavam cerca de 10% a 20% de todos os cheques emitidos nos Estados Unidos, de acordo com Yann LeCun. As aplicações industriais de aprendizado profundo para reconhecimento de fala em grande escala começaram por volta de 2010. (D. YU, 2011)

O *Workshop* NIPS de 2009 sobre Aprendizado Profundo para Reconhecimento de Fala foi motivado pelas limitações dos modelos generativos profundos de fala e pela possibilidade de que, dado um *hardware* mais capaz e conjuntos de dados em grande escala, as redes neurais profundas (DNN) pudessem se tornar práticas. Acreditava-se que pré-treinamento de DNNs usando modelos generativos de redes de crença profunda (DBN) superariam as principais dificuldades das redes neurais. No entanto, foi descoberto que substituir o pré-treinamento por grandes quantidades de dados de treinamento para retropropagação direta ao usar DNNs com grandes camadas de saída dependentes do contexto produzia taxas de erro drasticamente menores do que o modelo de mistura gaussiana de última geração (GMM) / Modelo Hidden Markov (HMM) e também de sistemas baseados em modelos generativos mais avançados. A natureza dos erros de reconhecimento produzidos pelos dois tipos de sistemas era caracteristicamente diferente, oferecendo *insights* técnicos sobre como integrar o aprendizado profundo no sistema de decodificação de fala em tempo de execução altamente eficiente existente implantado por todos os principais reconhecimentos de fala sistemas. A análise por volta de 2009-2010, contrastando o GMM (e outros modelos de fala generativos) vs. modelos DNN, estimulou o investimento industrial inicial em aprendizagem profunda para reconhecimento de fala, eventualmente levando ao uso generalizado e dominante nessa indústria. Essa análise foi feita com desempenho comparável (menos de 1,5% na taxa de erro) entre DNNs discriminativos e modelos generativos. (DENG, HINTON e KINGSBURY, 2017) (YU e DENG, 2014) (LI, 2014)

Em 2010, os pesquisadores estenderam o aprendizado profundo do TIMIT para o reconhecimento de voz de grande vocabulário, adotando grandes camadas de saída do DNN com base em estados HMM dependentes do contexto construídos por árvores de decisão. (YU e DENG, 2010)

Os avanços no *hardware* geraram um interesse renovado no aprendizado profundo. Em 2009, a Nvidia estava envolvida no que foi chamado de "*big bang*" do aprendizado profundo, "já que as redes neurais de aprendizado profundo eram treinadas com unidades de processamento gráfico (GPUs) da Nvidia. " Naquele ano, Andrew Ng determinou que as GPUs poderiam aumentar a velocidade dos sistemas de aprendizado profundo em cerca de 100 vezes. Em particular, as GPUs são adequadas para os cálculos de matriz / vetor envolvidos no aprendizado de máquina. (SZE, CHEN, *et al.*, 2017) As GPUs aceleram os algoritmos de treinamento em ordens

de magnitude, reduzindo os tempos de execução de semanas para dias, além disso, *hardware* especializado e otimizações de algoritmo podem ser usados para processamento eficiente de modelos de aprendizado profundo. (NATIONAL CENTER FOR ADVANCING TRANSLATIONAL SCIENCES)

2.2.5 Redes Neurais

Em 2012, uma equipe liderada por George E. Dahl venceu o "*Merck Molecular Activity Challenge*" usando redes neurais profundas multitarefas para prever o alvo biomolecular de um medicamento. (NATIONAL CENTER FOR ADVANCING TRANSLATIONAL SCIENCES) Em 2014, o grupo de *Hochreiter* usou o aprendizado profundo para detectar efeitos tóxicos e fora do alvo de produtos químicos ambientais em nutrientes, produtos domésticos e drogas e venceu o "Desafio de Dados Tox21" do NIH, FDA e NCATS. (CIRESAN, MEIER, *et al.*, 2021) (CIRESAN, GIUSTI, *et al.*, 2012) (CIRESAN, GIUSTI, *et al.*, 2013)

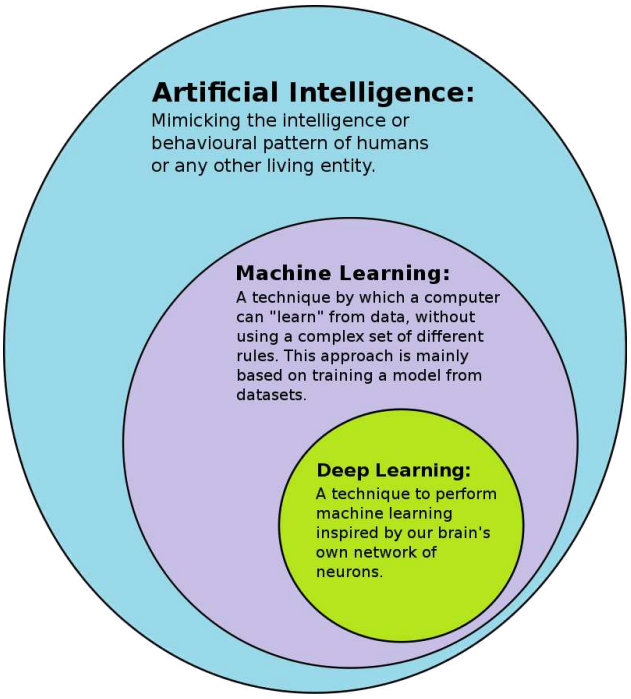
Impactos adicionais significativos na imagem ou reconhecimento de objeto foram sentidos de 2011 a 2012. Embora CNNs treinados por *backpropagation* já existissem por décadas, e implementações de GPU de NNs por anos, incluindo CNNs, implementações rápidas de CNNs em GPUs eram necessárias para progredir na visão computacional. Em 2011, essa abordagem alcançou, pela primeira vez, um desempenho sobre-humano em um concurso de reconhecimento de padrões visuais. Também em 2011, ganhou o concurso de caligrafia chinesa ICDAR e, em maio de 2012, ganhou o concurso de segmentação de imagens ISBI. Até 2011, as CNNs não desempenhavam um papel importante nas conferências de visão computacional, mas em junho de 2012, um artigo de Ciresan et al. na conferência principal, o CVPR mostrou como o máximo de CNNs na GPU pode melhorar drasticamente muitos registros de benchmark de visão. Em outubro de 2012, um sistema semelhante por Krizhevsky et al. venceu a competição em grande escala da *ImageNet* por uma margem significativa sobre os métodos superficiais de aprendizado de máquina. Em novembro de 2012, o sistema de Ciresan et al. Também ganhou o concurso ICPR na análise de grandes imagens médicas para detecção de câncer e, no ano seguinte, também o Grande Desafio MICCAI sobre o mesmo tópico Em 2013 e 2014, a taxa de erro na tarefa *ImageNet* usando aprendizado profundo foi reduzida ainda mais, seguindo uma tendência semelhante no reconhecimento de fala em larga escala. (KIROS, SALAKHUTDINOV e ZEMEL, 2014)

A classificação de imagens foi então estendida para a tarefa mais desafiadora de gerar descrições (legendas) para imagens, frequentemente como uma combinação de CNNs e LSTMs. (ZHONG, LIU e LIU, 2011) (SILVER, HUANG, *et al.*, 2016)

Alguns pesquisadores afirmam que a vitória do *ImageNet* em outubro de 2012 ancorou o início de uma "revolução do aprendizado profundo" que transformou a indústria de IA. (SZEGEDY, TOSHEV e ERHAN, 2013)

Em março de 2019, Yoshua Bengio, Geoffrey Hinton e Yann LeCun receberam o Prêmio Turing por inovações conceituais e de engenharia que tornaram as redes neurais profundas um componente crítico da computação.

Figura 2: Como o aprendizado profundo é um subconjunto do aprendizado de máquina e como o aprendizado de máquina é um subconjunto da inteligência artificial (IA).



Fonte: (SRIVASTAV, 2020)

2.2.5.1 Redes Neurais Artificiais

Redes neurais artificiais (RNAs) ou sistemas conexionistas são sistemas de computação inspirados nas redes neurais biológicas que constituem o cérebro dos animais. Esses sistemas aprendem (melhoram progressivamente sua capacidade) a realizar tarefas considerando exemplos, geralmente sem programação específica para tarefas. Por exemplo, no reconhecimento de imagem, eles podem aprender a

identificar imagens que contêm gatos analisando imagens de exemplo que foram marcadas manualmente como "gato" ou "sem gato" e usando os resultados analíticos para identificar gatos em outras imagens. Eles descobriram que a maior parte do uso em aplicativos é difícil de expressar com um algoritmo de computador tradicional usando programação baseada em regras.

Uma RNA é baseada em uma coleção de unidades conectadas chamadas neurônios artificiais (análogos aos neurônios biológicos em um cérebro biológico). Cada conexão (sinapse) entre neurônios pode transmitir um sinal para outro neurônio. O neurônio receptor (pós-sináptico) pode processar o (s) sinal (is) e sinalizar os neurônios a jusante conectados a ele. Os neurônios podem ter estado, geralmente representado por números reais, normalmente entre 0 e 1. Os neurônios e as sinapses também podem ter um peso que varia à medida que o aprendizado avança, o que pode aumentar ou diminuir a força do sinal que envia para a jusante.

Normalmente, os neurônios são organizados em camadas. Diferentes camadas podem realizar diferentes tipos de transformações em suas entradas. Os sinais viajam da primeira (entrada) até a última (saída) camada, possivelmente depois de atravessar as camadas várias vezes.

O objetivo original da abordagem da rede neural era resolver problemas da mesma forma que um cérebro humano faria. Com o tempo, a atenção se concentrou em combinar habilidades mentais específicas, levando a desvios da biologia, como retropropagação, ou passar informações na direção reversa e ajustar a rede para refletir essas informações.

As redes neurais têm sido usadas em uma variedade de tarefas, incluindo visão computacional, reconhecimento de fala, tradução automática, filtragem de redes sociais, jogos de tabuleiro e videogames e diagnóstico médico.

A partir de 2017, as redes neurais normalmente têm alguns milhares a alguns milhões de unidades e milhões de conexões. Apesar deste número ser várias ordens de magnitude menor do que o número de neurônios em um cérebro humano, essas redes podem realizar muitas tarefas em um nível além do dos humanos (por exemplo, reconhecer rostos, jogar "Go"). (ROLNICK e TEGMARK, 2018)

2.2.5.2 Redes Neurais Profundas

Uma rede neural profunda (DNN) é uma rede neural artificial (ANN) com várias camadas entre as camadas de entrada e saída. Existem diferentes tipos de redes

neurais, mas sempre consistem nos mesmos componentes: neurônios, sinapses, pesos, vieses e funções. Esses componentes funcionam de forma semelhante ao cérebro humano e podem ser treinados como qualquer outro algoritmo de ML. (HOF, 2018) (SCHMIDHUBER, 2015)

Por exemplo, um DNN treinado para reconhecer raças de cães examinará a imagem fornecida e calculará a probabilidade de o cão na imagem ser uma determinada raça. O usuário pode revisar os resultados e selecionar quais probabilidades a rede deve exibir (acima de um certo limite, etc.) e retornar o rótulo proposto. Cada manipulação matemática como tal é considerada uma camada, e DNN complexos têm muitas camadas, daí o nome de redes "profundas".

Os DNNs podem modelar relacionamentos não lineares complexos. As arquiteturas DNN geram modelos composicionais onde o objeto é expresso como uma composição em camadas de primitivas. (GERS e SCHMIDHUBER, 2001). As camadas extras permitem a composição de recursos de camadas inferiores, potencialmente modelando dados complexos com menos unidades do que uma rede rasa de desempenho semelhante. Por exemplo, foi provado que polinômios multivariados esparsos são exponencialmente mais fáceis de aproximar com DNNs do que com redes rasas. (SUTSKEVER, VINYALS e LE, 2014)

As arquiteturas profundas incluem muitas variantes de algumas abordagens básicas. Cada arquitetura obteve sucesso em domínios específicos. Nem sempre é possível comparar o desempenho de várias arquiteturas, a menos que tenham sido avaliadas nos mesmos conjuntos de dados.

DNNs são normalmente redes *feedforward* nas quais os dados fluem da camada de entrada para a camada de saída sem *loopback*. A princípio, o DNN cria um mapa de neurônios virtuais e atribui valores numéricos aleatórios, ou "pesos", às conexões entre eles. Os pesos e entradas são multiplicados e retornam uma saída entre 0 e 1. Se a rede não reconhecesse com precisão um padrão particular, um algoritmo ajustaria os pesos. Dessa forma, o algoritmo pode tornar certos parâmetros mais influentes, até determinar a manipulação matemática correta para processar totalmente os dados. (SOCHER e MANNING, 2014)

Redes neurais recorrentes (RNNs), nas quais os dados podem fluir em qualquer direção, são usadas para aplicações como modelagem de linguagem A memória de curto prazo longa é particularmente eficaz para esse uso. (DAHL e AL., 2013)

Redes neurais profundas convolucionais (CNNs) são usadas na visão computacional. Os CNNs também foram aplicados à modelagem acústica para reconhecimento automático de fala (ASR). (COURSERA)

2.2.5.3 Desafios

Tal como acontece com ANNs, muitos problemas podem surgir com DNNs treinados ingenuamente. Dois problemas comuns são *overfitting* e tempo de computação.

DNNs são propensos a *overfitting* devido às camadas adicionadas de abstração, que permitem modelar dependências raras nos dados de treinamento. Alternativamente, a regularização de abandono omite unidades aleatoriamente das camadas ocultas durante o treinamento. Isso ajuda a excluir dependências raras. Finalmente, os dados podem ser aumentados por meio de métodos como recorte e rotação, de modo que conjuntos de treinamento menores possam ser aumentados em tamanho para reduzir as chances de *overfitting*. (VIEBKE, MEMETI, *et al.*, 2019)

Os DNNs devem considerar muitos parâmetros de treinamento, como o tamanho (número de camadas e número de unidades por camada), a taxa de aprendizado e os pesos iniciais. A varredura através do espaço de parâmetros para parâmetros ideais pode não ser viável devido ao custo em tempo e recursos computacionais. Vários truques, como *batching* (computar o gradiente em vários exemplos de treinamento de uma vez em vez de exemplos individuais) aceleram o cálculo. Grandes capacidades de processamento de arquiteturas de muitos núcleos (como GPUs ou Intel Xeon Phi) produziram acelerações significativas no treinamento, devido à adequação de tais arquiteturas de processamento para cálculos matriciais e vetoriais. (TING QIN, 2005)

Como alternativa, os engenheiros podem procurar outros tipos de redes neurais com algoritmos de treinamento mais diretos e convergentes. CMAC (controlador de articulação do modelo cerebelar) é um desses tipos de rede neural. Não requer taxas de aprendizagem ou pesos iniciais aleatórios para CMAC. O processo de treinamento pode ser garantido para convergir em uma etapa com um novo lote de dados, e a complexidade computacional do algoritmo de treinamento é linear com relação ao número de neurônios envolvidos. (KOBIELUS, 2019)

2.2.6 Aplicações

2.2.6.1 Reconhecimento automático de voz

O reconhecimento automático de voz em grande escala é o primeiro e mais convincente caso de sucesso de aprendizagem profunda. RNNs LSTM podem aprender tarefas de "Aprendizado Muito Profundo" que envolvem intervalos de vários segundos contendo eventos de fala separados por milhares de intervalos de tempo discretos, onde um intervalo de tempo corresponde a cerca de 10 ms. O LSTM com esquece portas é competitivo com os reconhecedores de fala tradicionais em certas tarefas. (DAHL e AL., 2013)

O sucesso inicial no reconhecimento de fala foi baseado em tarefas de reconhecimento em pequena escala baseadas no TIMIT. O conjunto de dados contém 630 falantes de oito dialetos principais do inglês americano, onde cada falante lê 10 sentenças. Seu pequeno tamanho permite que muitas configurações sejam experimentadas. Mais importante, a tarefa TIMIT diz respeito ao reconhecimento de sequência de telefone, que, ao contrário do reconhecimento de sequência de palavras, permite modelos de linguagem bigrama de telefone fracos. Isso permite que a força dos aspectos de modelagem acústica do reconhecimento de voz seja analisada mais facilmente. As taxas de erro listadas abaixo, incluindo esses resultados iniciais e medidas como taxas de erro de telefone percentual (PER), foram resumidas desde 1991. (ROBINSON, 1991)

Tabela 1: Taxas de erros.

Método	**Porcentagem de telefone taxa de erro (PER) (%)**
RNN inicializado aleatoriamente	26,1
Trifone Bayesiano GMM-HMM	25,6
Modelo de trajetória oculta (gerador)	24,8
DNN de monofone inicializado aleatoriamente	23,4
Monofone DBN-DNN	22,4

Triphone GMM-HMM com treinamento BMMI	21,7
Monofone DBN-DNN no fbank	20,7
DNN convolucional	20,0
DNN convolucional w. Pooling heterogêneo	18,7
Conjunto DNN / CNN / RNN	18,3
LSTM bidirecional	17,8
Rede Hierárquica Convolucional Deep Maxout	16,5

Fonte: Gomes Gabriel (2021)

A estreia das DNNs para reconhecimento de alto-falante no final da década de 1990 e reconhecimento de fala por volta de 2009-2011 e do LSTM por volta de 2003-2007, acelerou o progresso em oito áreas principais: (BENGIO, COURVILLE e VINCENT, 2013)

- Expansão / redução e treinamento e decodificação de DNN acelerado;
- Treinamento discriminativo de sequência;
- Processamento de recursos por modelos profundos com conhecimento sólido dos mecanismos subjacentes;
- Adaptação de DNNs e modelos de profundidade relacionados;
- Multi-tarefa e aprendizagem de transferência por DNNs e modelos de profundidade relacionados;
- CNNs e como projetá-los para melhor explorar o conhecimento do domínio da fala;
- RNN e suas ricas variantes LSTM;
- Outros tipos de modelos profundos, incluindo modelos baseados em tensores e modelos profundos generativos / discriminativos integrados;

Todos os principais sistemas de reconhecimento de voz comerciais (por exemplo, Microsoft Cortana, Xbox, Skype Translator, Amazon Alexa, Google Now, Apple Siri, Baidu e pesquisa de voz iFlyTek e uma variedade de produtos de fala

Nuance, etc.) são baseados em aprendizagem profunda. (CIREşAN, MEIER, *et al.*, 2011)

2.2.6.2 Reconhecimento de imagem

Um conjunto de avaliação comum para classificação de imagens é o conjunto de dados do banco de dados MNIST. MNIST é composto de dígitos manuscritos e inclui 60.000 exemplos de treinamento e 10.000 exemplos de teste. Assim como o TIMIT, seu tamanho pequeno permite que os usuários testem várias configurações. Uma lista abrangente de resultados neste conjunto está disponível. (SMITH e LEYMARIE, 2017)

O reconhecimento de imagem baseado em aprendizado profundo tornou-se "sobre-humano", produzindo resultados mais precisos do que competidores humanos. Isso ocorreu pela primeira vez em 2011, em reconhecimento de sinais de trânsito, e em 2014, com o reconhecimento de rostos humanos. *Surpassing Human Level Face Recognition*. (ARCAS, 2017)

Veículos treinados em aprendizagem profunda agora interpretam visualizações de câmera de 360 °. Outro exemplo é o *Facial Dismorphology Novel Analysis* (FDNA), usado para analisar casos de malformação humana conectados a um grande banco de dados de síndromes genéticas. (GOLDBERG e LEVY, 2014)

2.2.6.3 Processamento de arte visual

Intimamente relacionado ao progresso feito no reconhecimento de imagens, está a aplicação crescente de técnicas de aprendizado profundo em várias tarefas de artes visuais. DNNs provaram ser capazes, por exemplo: (SOCHER e MANNING, 2014)

a) Identificar o período de estilo de uma dada pintura;
b) Transferência de estilo neural - capturar o estilo de uma determinada obra de arte e aplicá-lo de uma maneira visualmente agradável a uma fotografia ou vídeo arbitrário;
c) Geração de imagens impressionantes com base em campos de entrada visual aleatórios;

2.2.6.4 Processamento de linguagem natural

As redes neurais têm sido usadas para implementar modelos de linguagem desde o início dos anos 2000. (GILLICK, BRUNK, *et al.*, 2015) O LSTM ajudou a melhorar a tradução automática e a modelagem de linguagem. (MIKOLOV e AL., 2010)

Outras técnicas importantes neste campo são a amostragem negativa e a incorporação de palavras. A incorporação de palavras, como *word2vec*, pode ser considerada uma camada representacional em uma arquitetura de aprendizado profundo que transforma uma palavra atômica em uma representação posicional da palavra em relação a outras palavras no conjunto de dados; a posição é representada como um ponto em um espaço vetorial. Usar a incorporação de palavras como uma camada de entrada RNN permite que a rede analise sentenças e frases usando uma gramática de vetor de composição eficaz. Uma gramática de vetor de composição pode ser considerada como uma gramática livre de contexto probabilística (PCFG) implementada por um RNN. Codificadores automáticos recursivos construídos sobre *embeddings* de palavras podem avaliar a semelhança de frases e detectar paráfrases. Arquiteturas neurais profundas fornecem os melhores resultados para análise de constituintes, análise de sentimento, recuperação de informação, compreensão da linguagem falada, tradução automática, vinculação de entidade contextual, reconhecimento de estilo de escrita, classificação de texto e outros. (RICHARD SOCHER, 2013)

Desenvolvimentos recentes generalizam a incorporação de palavras para a incorporação de frases.

O Google Translate (GT) usa uma grande rede de memória de longo prazo (LSTM) ponta a ponta. A tradução automática do Google Neural (GNMT) usa um método de tradução automática baseado em exemplos em que o sistema "aprende com milhões de exemplos". Ele traduz "frases inteiras de uma vez, em vez de partes. O Google Tradutor oferece suporte a mais de cem idiomas A rede codifica a "semântica da frase em vez de simplesmente memorizar traduções frase a frase". GT usa o inglês como um intermediário entre a maioria dos pares de idiomas. (WU, 2016) (THEGLOBEANDMAIL)

2.2.6.5 Descoberta de drogas e toxicologia

Uma grande porcentagem de medicamentos candidatos não consegue obter a aprovação regulatória. Essas falhas são causadas por eficácia insuficiente (efeito no

alvo), interações indesejadas (efeitos fora do alvo) ou efeitos tóxicos imprevistos. (GARLING, 2015) A pesquisa explorou o uso do aprendizado profundo para prever os alvos biomoleculares, fora dos alvos e os efeitos tóxicos de produtos químicos ambientais em nutrientes, produtos domésticos e drogas. (CIRESAN, MEIER, *et al.*, 2011)

AtomNet é um sistema de aprendizado profundo para o projeto racional de drogas baseado em estrutura. O AtomNet foi usado para prever novas biomoléculas candidatas a alvos de doenças, como o vírus Ebola e a esclerose múltipla. (ZHAVORONKOV, 2019) (GREGORY, 2020)

Em 2017, redes neurais de gráfico foram usadas pela primeira vez para prever várias propriedades de moléculas em um grande conjunto de dados de toxicologia. Em 2019, redes neurais generativas foram usadas para produzir moléculas que foram validadas experimentalmente em ratos. (VAN DEN OORD, DIELEMAN e SCHRAUWEN, 2013) (FENG, ZHANG, *et al.*, 2019)

2.2.6.6 Gestão de relacionamento com o cliente

A aprendizagem por reforço profundo tem sido usada para aproximar o valor de possíveis ações de *marketing* direto, definidas em termos de variáveis RFM. A função de valor estimado mostrou ter uma interpretação natural como valor de vida do cliente. (ELKAHKY, SONG e HE, 2015)

2.2.6.7 Sistemas de recomendação

Os sistemas de recomendação têm usado o aprendizado profundo para extrair recursos significativos para um modelo de fator latente para música baseada em conteúdo e recomendações de periódicos. (CHICCO, SADOWSKI e BALDI, 2014) (SATHYANARAYANA, 2016) O aprendizado profundo de múltiplas visualizações foi aplicado para aprender as preferências do usuário em vários domínios. (CHOI, SCHUETZ, *et al.*, 2016) O modelo usa uma abordagem híbrida colaborativa e baseada em conteúdo e aprimora as recomendações em várias tarefas.

2.2.6.8 Bioinformática

Uma RNA autoencoder foi usada em bioinformática, para prever anotações de ontologia gênica e relações de função gênica. (LITJENS, KOOI, *et al.*, 2017,)

Em informática médica, o aprendizado profundo foi usado para prever a qualidade do sono com base em dados de *wearables* e previsões de complicações de saúde a partir de dados de registros eletrônicos de saúde. (FORSLID, WIESLANDER, *et al.*, 2017) (DE, MAITY, *et al.*, 2017)

2.2.6.9 Análise de imagem médica

Foi demonstrado que o aprendizado profundo produz resultados competitivos em aplicações médicas, como classificação de células cancerosas, detecção de lesões, segmentação de órgãos e aprimoramento de imagem. (DeOldify: Colorizing and Restoring Old Images and Videos with Deep Learning, 2018)

2.2.6.10 Publicidade móvel

Encontrar o público móvel apropriado para a publicidade móvel é sempre desafiador, uma vez que muitos pontos de dados devem ser considerados e analisados antes que um segmento-alvo possa ser criado e usado na veiculação de anúncios por qualquer servidor de anúncios. (KLEANTHOUS e CHATZIS, 2020) O aprendizado profundo tem sido usado para interpretar grandes conjuntos de dados de publicidade de várias dimensões. Muitos pontos de dados são coletados durante o ciclo de solicitação / veiculação / clique de publicidade na Internet. Essas informações podem formar a base do aprendizado de máquina para melhorar a seleção de anúncios.

2.2.6.11 Restauração de imagem

O aprendizado profundo foi aplicado com sucesso a problemas inversos, como *denoising*, super-resolução, pintura interna e colorização de filme. (CZECH, 2018) Essas aplicações incluem métodos de aprendizagem, como "Campos de redução para restauração de imagem eficaz" (LABORATORY, 2018), que treina em um conjunto de dados de imagem, e *Deep Image Prior*, que treina na imagem que precisa ser restaurada.

2.2.6.12 Detecção de fraude financeira

O aprendizado profundo está sendo aplicado com sucesso à detecção de fraude financeira, detecção de evasão fiscal e combate à lavagem de dinheiro. (ELMAN, 1988)

2.2.6.13 Militar

O Departamento de Defesa dos Estados Unidos aplicou o aprendizado profundo para treinar robôs em novas tarefas por meio da observação. (SHRAGER e JOHNSON, 1996)

2.2.7 Relação com o desenvolvimento cognitivo e cerebral humano

O aprendizado profundo está intimamente relacionado a uma classe de teorias do desenvolvimento do cérebro (especificamente, desenvolvimento neocortical) propostas por neurocientistas cognitivos no início da década de 1990. Essas teorias de desenvolvimento foram instanciadas em modelos computacionais, tornando-os predecessores dos sistemas de aprendizado profundo. Esses modelos de desenvolvimento compartilham a propriedade de que várias dinâmicas de aprendizagem propostas no cérebro (por exemplo, uma onda de fator de crescimento do nervo) apoiam a auto-organização de alguma forma análoga às redes neurais utilizadas em modelos de aprendizagem profunda. Como o neocórtex, as redes neurais empregam uma hierarquia de filtros em camadas em que cada camada considera as informações de uma camada anterior (ou do ambiente operacional) e, em seguida, passa sua saída (e possivelmente a entrada original) para outras camadas. Este processo produz uma pilha auto-organizada de transdutores, bem ajustados ao seu ambiente operacional. Uma descrição de 1995 afirmou: "... o cérebro do bebê parece se organizar sob a influência de ondas dos chamados fatores tróficos ... diferentes regiões do cérebro se conectam sequencialmente, com uma camada de tecido amadurecendo antes da outra e assim até que todo o cérebro esteja maduro. " (TESTOLIN e ZORZI, 2016)

Uma variedade de abordagens tem sido usada para investigar a plausibilidade dos modelos de aprendizagem profunda de uma perspectiva neurobiológica. Por outro lado, várias variantes do algoritmo de retropropagação foram propostas a fim de aumentar seu realismo de processamento. (TESTOLIN, STOIANOV e ZORZI, 2017) (BUESING, BILL, *et al.*, 2011) Outros pesquisadores argumentaram que as formas não supervisionadas de aprendizagem profunda, como aquelas baseadas em modelos gerativos hierárquicos e redes de crenças profundas, podem estar mais próximas da realidade biológica. (MOREL, SINGH e LEVY, 2010) (CASH e YUSTE, 1999) A esse respeito, os modelos de rede neural generativa foram relacionados a

evidências neurobiológicas sobre o processamento baseado em amostragem no córtex cerebral. (OLSHAUSEN e FIELD, 2004)

Embora uma comparação sistemática entre a organização do cérebro humano e a codificação neuronal em redes profundas ainda não tenha sido estabelecida, várias analogias foram relatadas. Por exemplo, os cálculos realizados por unidades de aprendizagem profunda podem ser semelhantes aos de neurônios reais (YAMINS e DICARLO, 2016) (ZORZI e TESTOLIN, 2018) e populações neurais. (GÜÇLÜ e VAN GERVEN, 2015) Da mesma forma, as representações desenvolvidas por modelos de aprendizagem profunda são semelhantes àquelas medidas no sistema visual primata (METZ, 2014), tanto nos níveis de unidade única (GIBNEY, 2016) e na população. (SILVER, HUANG, *et al.*, 2016)

2.2.8 Atividade comercial

O laboratório de IA do Facebook realiza tarefas como marcar automaticamente as fotos carregadas com os nomes das pessoas que estão nelas. (MIT TECHNOLOGY REVIEW. , 2016)

A *DeepMind Technologies* do Google desenvolveu um sistema capaz de aprender a jogar vídeo games Atari usando apenas *pixels* como entrada de dados. Em 2015, eles demonstraram seu sistema AlphaGo, que aprendeu o jogo Go bem o suficiente para vencer um jogador profissional de Go. (BURNS, 2015) (METZ, 2019) (BRADLEY KNOX e STONE, 2008)

Em 2015, Blippar demonstrou um aplicativo de realidade aumentada móvel que usa aprendizado profundo para reconhecer objetos em tempo real. (MCCANEY, 2018)

Em 2017, Covariant.ai foi lançado, com foco na integração do aprendizado profundo em fábricas. (MARCUS, 2018)

A partir de 2008, (KNIGHT, 2017) pesquisadores da Universidade do Texas em Austin (UT) desenvolveram uma estrutura de aprendizado de máquina chamada Treinamento manual de um agente via reforço avaliativo, ou TAMER, que propôs novos métodos para robôs ou programas de computador aprenderem a executar tarefas interagindo com um instrutor humano (SHRAGER e JOHNSON, 1996) Desenvolvido pela primeira vez como TAMER, um novo algoritmo denominado Deep TAMER foi posteriormente introduzido em 2018 durante uma colaboração entre o Laboratório de Pesquisa do Exército dos EUA (ARL) e pesquisadores da UT. O Deep TAMER usou o aprendizado profundo para fornecer a um robô a habilidade de

aprender novas tarefas por meio da observação. (SHRAGER e JOHNSON, 1996) Usando Deep TAMER, um robô aprendeu uma tarefa com um treinador humano, assistindo a *streams* de vídeo ou observando um humano realizar uma tarefa pessoalmente. Mais tarde, o robô praticou a tarefa com a ajuda de algum *coaching* do treinador, que forneceu *feedback* como “bom trabalho” e “mau trabalho”. (MARCUS, 2017)

2.3 Inteligência Artificial

A inteligência artificial (IA) é a inteligência demonstrada por máquinas, em oposição à inteligência natural exibida por humanos ou animais. Os principais livros didáticos de IA definem o campo como o estudo de "agentes inteligentes": qualquer sistema que percebe seu ambiente e executa ações que maximizam sua chance de atingir seus objetivos. Alguns relatos populares usam o termo "inteligência artificial" para descrever máquinas que imitam funções "cognitivas" que os humanos associam à mente humana, como "aprendizado" e "solução de problemas", no entanto, essa definição é rejeitada pelos principais pesquisadores de IA.

Os aplicativos de IA incluem mecanismos de pesquisa avançados na *web* (por exemplo, Google), sistemas de recomendação (usados pelo YouTube, Amazon e Netflix), compreensão da fala humana (como Siri ou Alexa), carros autônomos (por exemplo, Tesla) e competindo no mais alto nível em sistemas de jogos estratégicos (como xadrez e Go), (WIKIPÉDIA) À medida que as máquinas se tornam cada vez mais capazes, as tarefas que requerem "inteligência" são frequentemente removidas da definição de IA, um fenômeno conhecido como efeito IA. (MCCORDUCK, 2004) Por exemplo, o reconhecimento óptico de caracteres são frequentemente excluído de coisas consideradas como IA, (HACKERNOON, 2019) tendo se tornado uma tecnologia de rotina. (SCHANK, 1991)

A inteligência artificial foi fundada como uma disciplina acadêmica em 1956 e, nos anos que se seguiram, experimentou várias ondas de otimismo, (CREVIER, 1993) (WIKIPÉDIA) (WIKIPÉDIA) seguidas de decepção e perda de financiamento (conhecido como "inverno AI"), (WIKIPÉDIA) (WIKIPÉDIA) seguido por novas abordagens, sucesso e financiamento renovado. (WIKIPÉDIA) (CLARK, 2016) A pesquisa de IA tentou e descartou muitas abordagens diferentes durante sua vida, incluindo simulação do cérebro, modelagem de resolução de problemas humanos, lógica formal, grandes bancos de dados de conhecimento e imitação do

comportamento animal. Nas primeiras décadas do século 21, o aprendizado de máquina estatístico altamente matemático dominou o campo, e essa técnica se mostrou altamente bem-sucedida, ajudando a resolver muitos problemas desafiadores em toda a indústria e academia. (CLARK, 2016) (RUSSELL e NORVIG, 2003)

Os vários subcampos da pesquisa em IA são centrados em torno de objetivos específicos e do uso de ferramentas específicas. Os objetivos tradicionais da pesquisa de IA incluem raciocínio, representação do conhecimento, planejamento, aprendizagem, processamento de linguagem natural, percepção e a capacidade de mover e manipular objetos. Inteligência geral (a capacidade de resolver um problema arbitrário) está entre os longos objetivos de longo prazo. (PENNACHIN e GOERTZEL) Para resolver esses problemas, os pesquisadores de IA usam versões de busca e otimização matemática, lógica formal, redes neurais artificiais e métodos baseados em estatísticas, probabilidade e economia. A IA também se baseia na ciência da computação, psicologia, linguística, filosofia e muitos outros campos.

O campo foi fundado no pressuposto de que a inteligência humana "pode ser descrita com tanta precisão que uma máquina pode ser feita para simulá-la". Isso levanta argumentos filosóficos sobre a mente e a ética de criar seres artificiais dotados de inteligência semelhante à humana. Essas questões foram exploradas pelo mito, ficção e filosofia desde a antiguidade. (NEWQUIST, 1994) A ficção científica e a futurologia também sugeriram que, com seu enorme potencial e poder, a IA pode se tornar um risco existencial para a humanidade. (SPADAFORA, 2016) (LOMBARDO, BOEHM e NAIRZ, 2019)

2.4 IIS (Intelligent Information Systems)

Inteligência é a capacidade de aprender, compreender ou lidar com situações novas ou difíceis na busca de um objetivo. Hoje, a maioria dos sistemas de informação mostra pouca inteligência. Eles são máquinas e estão programados para funcionar da mesma maneira sempre que os usarmos. Esses sistemas funcionam bem quando não há mudanças no ambiente em que as máquinas operam, mas falham quando o ambiente muda. (O'BRIEN, 2006)

Tentamos pensar em todas as maneiras possíveis pelas quais o meio ambiente mudará e tentamos construir nossas máquinas de sistema de informação para lidar com as mudanças ambientais. Infelizmente, não podemos imaginar todas as maneiras

como o ambiente mudará, mas tentamos muito. Quando nos deparamos com uma situação imprevista, mudamos nossas máquinas para lidar com o ambiente alterado. (ASSEMBLY, 1998)

Os sistemas de informação construídos como máquinas são caros de construir, operar e mudar. Vemos isso todos os dias com o trabalho de pessoas envolvidas com o governo enquanto tentam definir políticas e regras de interação. Acontece que é muito caro alterar a forma como seus sistemas de informação operam. Os formuladores de políticas tentam articular o que desejam que o governo faça e, em seguida, especificam a máquina de informação para fazê-lo. (KHAN, 2002)

Em uma sociedade moderna, onde bilhões de pessoas e organizações interagem, o esforço de manter sistemas de informação de máquina é muito mais alto do que o custo dos bens e serviços suportados por esses sistemas de informação.

Podemos tornar nossos sistemas de informação existentes mais inteligentes com técnicas como inteligência artificial, mas essas são soluções *band-aid*. Para fazer uma diferença real e reduzir o custo dos sistemas de informação, precisamos construir sistemas de informação inteligentes que se adaptem e mudem. (BRODIE, 1989)

2.4.1 Exemplos de Sistemas Inteligentes

Se inteligência é a capacidade de se adaptar e mudar com as mudanças das circunstâncias, todas as formas de vida mostram inteligência. As formas de vida se adaptam e mudam e aprendem a se encaixar em seu ambiente para que sobrevivam com o menor custo e esforço. Os indivíduos não sobrevivem, mas as espécies sobrevivem. Chamamos o processo de evolução. Os indivíduos mudam em pequenos passos, e aqueles que melhor se adaptam ao ambiente sobrevivem por mais tempo e têm maior probabilidade de se reproduzir. (CHERNENKIY, 2018) (JARA, 2018) (GAINES, 1995)

Os humanos evoluíram para comunicar conhecimento entre indivíduos. A espécie é capaz de transmitir habilidades de sobrevivência entre os membros da espécie por meio do sistema de informação que chamamos de linguagem. Achamos que o sistema de informação mais avançado que exibe inteligência é o cérebro humano. Se for esse o caso, seria sensato construir nossos sistemas de informação para operar de maneira semelhante ao cérebro. (CHERNENKIY, 2018) (JARA, 2018) (GAINES, 1995)

As pessoas há muito pensam nos computadores como cérebros eletrônicos, e eles têm a capacidade de se tornarem mais parecidos com o cérebro, mas apenas se estruturarmos os sistemas de informação para funcionarem mais como o cérebro humano. A boa notícia é que podemos fazer sistemas de informação inteligentes a partir de todos os sistemas de informação existentes que usam computadores como ferramenta, tornando os sistemas de informação semelhantes ao cérebro. (CHERNENKIY, 2018) (JARA, 2018) (GAINES, 1995)

2.4.2 Heurística e Sistemas de Informação

Nossos cérebros e sistemas de informação de formas de vida usam heurísticas para tomar decisões e agir. Heurísticas são atalhos que reduzem o custo de tomar uma decisão. É muito caro calcular as ramificações de qualquer decisão e, por isso, inventamos atalhos ou heurísticas para reduzir o custo. (CARVALHO, 2009)

Os exemplos no cérebro incluem o uso de uma regra prática, uma suposição educada, um julgamento intuitivo, estimativa, estereotipagem, criação de perfil ou bom senso. Nas formas de vida, a regra é a sobrevivência do mais apto. É uma forma de comunicar informações entre gerações. Mudanças que reduzem a chance de sobrevivência de um indivíduo significam que essas mudanças desaparecem da forma de vida. (CARVALHO, 2009)

Hoje, quase todos os sistemas de informação usam heurísticas de formas de vida. Os sistemas de informação funcionam repetindo o que funcionou da última vez. Se não funcionar, mudamos o sistema de informação para que funcione conforme o esperado e esperamos que não tenha efeitos secundários ou propriedades emergentes que deem resultados diferentes em outras situações. Qualquer pessoa que já tentou mudar um grande sistema de informação sabe que é muito, muito difícil mudá-lo. (MACCRIMMON, 2010)

Precisamos encontrar maneiras melhores de os sistemas de informação evoluírem. Precisamos ir além da heurística da máquina. (MACCRIMMON, 2010)

2.4.3 Heurística e Sistemas de Informação

Uma metaheurística é uma heurística projetada para encontrar, gerar ou selecionar uma heurística para fornecer uma solução suficientemente boa para um problema de otimização, especialmente quando temos informações incompletas ou imperfeitas ou capacidade de computação limitada. Usamos metaheurísticas de busca

para modelar sistemas de informação, e as técnicas são amplamente conhecidas e utilizadas em previsões. A Engenharia e a Ciência os usam para obter respostas para problemas difíceis que não têm solução analítica conhecida. As soluções metaheurísticas alteram dinamicamente as heurísticas usadas ao longo do tempo. (ANTON, 1997)

A previsão do tempo usa metaheurísticas para prever o tempo modelando a atmosfera como um sistema adaptativo complexo. Funciona dividindo a atmosfera em células e, a seguir, tratando cada célula como uma entidade independente. Cada célula interage com células vizinhas. O resultado da interação é probabilístico, pois é incerto como as células irão interagir. O programa de previsão do tempo executa muitas simulações a partir de condições conhecidas e traça os resultados. Os meteorologistas analisam os resultados e apresentam uma previsão e probabilidades de temperatura, chuva e vento. (ANTON, 1997)

Nossos sistemas de informação podem operar da mesma maneira que os modelos meteorológicos. Em um sistema de informação para a economia, temos entidades individuais que interagem com outras entidades. Cada entidade atua de uma forma dependente do que aconteceu anteriormente, mas como ela age depende de como as outras entidades agem. As regras que ele usa para determinar como agir podem ser metaheurísticas. A abordagem contrasta com os sistemas de informação da máquina que usam heurísticas fixas para determinar que ação cada entidade realizará com o passar do tempo. (ANTON, 1997)

Podemos construir nossos sistemas de informação para operar com metaheurísticas em vez de heurísticas fixas. Quando o fazemos, os sistemas de informação tornam-se baratos e adaptáveis. Seguem alguns exemplos de como construir sistemas de informação inteligentes. (ANTON, 1997)

2.4.4 Sistemas de informação para financiar a infraestrutura

Normalmente, a infraestrutura é construída por uma única organização para ser usada por um grande número de pessoas. O financiamento para a construção de infraestrutura vem de grandes terceiros, como investidores e instituições financeiras. Fazemos isso devido às dificuldades de organizar todos os usuários para financiar a infraestrutura ao longo de muitos anos. Uma grande organização de financiamento estável acomoda mudanças no ambiente cobrando uma taxa pelo uso do dinheiro. Para fornecer certeza, a organização de financiamento usa sistemas de informação

de máquina, pois precisa permanecer estável e previsível. (HICKS, 2010) (HENDRICK, 1994) (FITZGERALD, 2004) (CLEARY, 2016)

A organização que possui a infraestrutura geralmente é uma organização do governo local, e eles pagam aos investidores pelo uso de seu dinheiro para pagar os construtores. As taxas de uso da infraestrutura cobrem o custo de construção e o custo de operação. Mais uma vez, os sistemas de informação do governo são estáveis e semelhantes a máquinas. (HICKS, 2010) (HENDRICK, 1994) (FITZGERALD, 2004) (CLEARY, 2016)

Com um único investimento em infraestrutura, podemos eliminar a necessidade de sistemas de informação de máquina de um órgão financeiro e do governo. Podemos permitir que as pessoas que usam a infraestrutura e fornecem os fundos trabalhem juntas usando um sistema de informação inteligente. (HICKS, 2010) (HENDRICK, 1994) (FITZGERALD, 2004) (CLEARY, 2016)

Os sistemas de informação inteligentes metaheurísticos fornecem uma maneira para um grande número de pessoas coordenar suas ações sem a necessidade de uma organização de financiamento terceirizada e fora das complexidades do governo. Isso significa que as pessoas que usam a infraestrutura podem financiar a construção e a operação da infraestrutura e economizar o dinheiro do aluguel. Para uma infraestrutura de longa duração, ele reduz o custo de fornecimento de infraestrutura em pelo menos a metade ou, muitas vezes, mais. A operação de sistemas de informação metaheurística é de baixo custo porque eles se adaptam e se modificam dinamicamente com o passar do tempo e as mudanças no ambiente de governo. (HICKS, 2010) (HENDRICK, 1994) (FITZGERALD, 2004) (CLEARY, 2016)

É importante que as estruturas de governança dos sistemas de informação metaheurística sejam elas próprias sistemas de informação metaheurística. Sem isso, os sistemas de informação logo degeneram em sistemas heurísticos, pois algumas entidades dentro dos sistemas impõem heurísticas favoráveis a eles em detrimento de outras entidades. (HICKS, 2010) (HENDRICK, 1994) (FITZGERALD, 2004) (CLEARY, 2016)

2.4.5 Uma metaheurística para identidade

Identidade é a capacidade de uma pessoa distinguir outra pessoa de todas as outras pessoas. Uma metaheurística para pessoas é a identificação mútua de duas pessoas. Se uma pessoa identifica uma pessoa e vice-versa, se eles se encontrarem

novamente, eles se identificam mutuamente. Uma heurística comum é o reconhecimento facial mútuo de encontros anteriores. Outras heurísticas são memórias comuns ou conhecidos comuns. Um sistema de identidade metaheurística constrói uma identidade em qualquer combinação de heurísticas de identificação mútua. Ele permite o sucesso ou o fracasso de qualquer heurística para passar informações de identidade. As comunicações eletrônicas adicionam muito mais heurísticas para identificação mútua (BOGAR, 2020) (FINK, 2003)

A identificação mútua pode se aplicar a coisas, animais ou pessoas. Assim, uma pessoa que usa um carro se identifica com o carro através do uso da heurística de dar partida no carro com uma chave e com uma identificação mútua independente de uma heurística de localização. (BOGAR, 2020) (FINK, 2003)

É essa combinação de heurísticas e a escolha da heurística mais adequada que torna a identificação metaheurística segura, privada e de baixo custo. Privacidade e segurança vêm porque apenas as partes que se identificam mutuamente têm as informações sobre sua conexão. A força da identificação vem do número de vezes que houve identificações mútuas e da rede de muitos pares. (BOGAR, 2020) (FINK, 2003)

Um sistema de identidade construído dessa forma é robusto, pois não há um único ponto de falha. Não existe uma coleção central de identidade. A identidade acontece novamente cada vez que uma conexão ou reconexão é feita. O sistema se adapta gradativamente conforme as características de identidade das pessoas, como aparência, mudam com o tempo. (BOGAR, 2020) (FINK, 2003)

2.5 IoT (Internet of Things)

Há muitas informações atualmente sobre a Internet das Coisas (ou IoT) e seu impacto em tudo, desde a forma como viajamos e fazemos nossas compras até a forma como os fabricantes controlam o estoque. Mas o que é a Internet das Coisas? Como funciona? E isso é realmente importante? (VAN KRANENBURG, 2012) (KIM, 2017)

2.5.1 Definição de IoT

Em suma, a Internet das Coisas é o conceito de conectar qualquer dispositivo (desde que tenha um botão liga / desliga) à Internet e a outros dispositivos conectados. A IoT é uma rede gigante de coisas e pessoas conectadas - todas as quais coletam e

compartilham dados sobre a forma como são usadas e sobre o ambiente ao seu redor. (PATEL, 2016) (DORSEMAINE, 2015)

Isso inclui um número extraordinário de objetos de todas as formas e tamanhos, desde micro-ondas inteligentes, que cozinham automaticamente sua comida pelo tempo certo, até carros autônomos, cujos sensores complexos detectam objetos em seu caminho, até dispositivos de *fitness* vestíveis que medem sua frequência cardíaca e o número de passos que você deu naquele dia e, em seguida, use essas informações para sugerir planos de exercícios personalizados para você. Existem até bolas de futebol conectadas que podem rastrear a distância e a velocidade com que são lançadas e registrar essas estatísticas por meio de um aplicativo para fins de treinamento futuro. (ZHANG, 2014) (GIRS, 2020)

2.5.2 Como funciona o IoT

Dispositivos e objetos com sensores integrados são conectados a uma plataforma de Internet das Coisas, que integra dados de diferentes dispositivos e aplica análises para compartilhar as informações mais valiosas com aplicativos desenvolvidos para atender a necessidades específicas. (LIU, 2020)

Essas poderosas plataformas de IoT podem identificar exatamente quais informações são úteis e quais podem ser ignoradas com segurança. Essas informações podem ser usadas para detectar padrões, fazer recomendações e detectar possíveis problemas antes que eles ocorram. (VAISHALI, 2021)

Por exemplo, se eu possuir uma empresa de fabricação de automóveis, posso querer saber quais componentes opcionais (assentos de couro ou rodas de liga leve, por exemplo) são os mais populares. Usando a tecnologia da Internet das Coisas, pode-se: (PESERICO, 2018)

- Usar sensores para detectar quais áreas em um *showroom* são as mais populares e onde os clientes permanecem por mais tempo;
- Analisar os dados de vendas disponíveis para identificar quais componentes estão vendendo mais rapidamente;
- Alinhar automaticamente os dados de vendas com o fornecimento, para que os itens populares não fiquem fora de estoque;

As informações coletadas por dispositivos conectados permitem tomar decisões inteligentes sobre quais componentes estocar, com base em informações em tempo real, o que me ajuda a economizar tempo e dinheiro. (PIPARO, 2021)

Com o *insight* fornecido por análises avançadas, vem o poder de tornar os processos mais eficientes. Objetos e sistemas inteligentes significam que você pode automatizar certas tarefas, especialmente quando são repetitivas, mundanas, demoradas ou mesmo perigosas. Vejamos alguns exemplos para ver como isso se parece na vida real. (PEOPLES, 2021)

2.5.3 Cenário: IoT no Transporte

Tendo sido acordado por seu alarme inteligente, agora você está dirigindo para o trabalho. Acende-se a luz do motor. Você prefere não ir direto para a garagem, mas e se for algo urgente? Em um carro conectado, o sensor que acionou a luz do motor de verificação se comunicaria com outras pessoas no carro. Um componente chamado barramento de diagnóstico coleta dados desses sensores e os passa para um *gateway* no carro, que envia as informações mais relevantes para a plataforma do fabricante. O fabricante pode usar os dados do carro para oferecer a você um horário para consertar a peça, enviar instruções para o revendedor mais próximo e certificar-se de que a peça de reposição correta seja solicitada para que esteja pronta para você quando você aparecer. (NICOLAZZO, 2020) (DHURANDHER, 2018)

2.6 ITS (Intelligent Transportation Systems)

Um sistema de transporte inteligente (ITS) é uma aplicação avançada que visa fornecer serviços inovadores relacionados aos diferentes modos de transporte e gestão de tráfego e permitir que os usuários sejam mais bem informados e façam um uso mais seguro, coordenado e 'inteligente' das redes de transporte. (DIMITRAKOPOULOS, 2010)

Algumas dessas tecnologias incluem a chamada para serviços de emergência quando ocorre um acidente, usando câmeras para fazer cumprir as leis de trânsito ou sinais que marcam mudanças de limite de velocidade dependendo das condições. (WEILAND, 2000)

Embora os ITS possam referir-se a todos os modos de transporte, a diretiva da União Europeia 2010/40 / UE, feita em 7 de julho de 2010, definiu os ITS como sistemas nos quais as tecnologias de informação e comunicação são aplicadas no domínio do transporte rodoviário, incluindo infraestruturas, veículos e usuários, e na gestão do tráfego e da mobilidade, bem como para as interfaces com outros modos de transporte. (FIGUEIREDO, 2001) ITS pode melhorar a eficiência e segurança do

transporte em uma série de situações, ou seja, transporte rodoviário, gestão de tráfego, mobilidade, etc. (ALAM, 2016) A tecnologia ITS está sendo adotada em todo o mundo para aumentar a capacidade de estradas movimentadas e reduzir o tempo de viagem. (JOSEPH, 2006)

2.6.1 Background

Atividade na área de ITS ainda é motivada por um foco crescente na segurança interna. Muitos dos sistemas de ITS propostos também envolvem a vigilância das estradas, o que é uma prioridade da segurança interna. O financiamento de muitos sistemas vem diretamente das organizações de segurança interna ou com sua aprovação. Além disso, o ITS pode desempenhar um papel na rápida evacuação em massa de pessoas nos centros urbanos após grandes eventos com vítimas, como resultado de um desastre natural ou ameaça. Grande parte da infraestrutura e do planejamento envolvidos com ITS são paralelos à necessidade de sistemas de segurança interna. (XIE, 2005)

No mundo em desenvolvimento, a migração de habitats rurais para urbanizados progrediu de forma diferente. Muitas áreas do mundo em desenvolvimento se urbanizaram sem uma motorização significativa e sem a formação de subúrbios. Uma pequena porção da população pode comprar automóveis, mas os automóveis aumentam muito o congestionamento nesses sistemas de transporte multimodal. Eles também produzem poluição atmosférica considerável, representam um risco significativo para a segurança e exacerbam os sentimentos de desigualdade na sociedade. A alta densidade populacional poderia ser sustentada por um sistema multimodal de caminhada, transporte de bicicletas, motocicletas, ônibus e trens. (KULMALA, 2010)

Outras partes do mundo em desenvolvimento, como China, Índia e Brasil permanecem em grande parte rurais, mas estão se urbanizando e se industrializando rapidamente. Nessas áreas, uma infraestrutura motorizada está sendo desenvolvida juntamente com a motorização da população. Grande disparidade de riqueza significa que apenas uma fração da população pode se locomover e, portanto, o sistema de transporte multimodal altamente denso para os pobres é cruzado pelo sistema de transporte altamente motorizado para os ricos. (WANG, 2010)

2.6.2 Tecnologias de transporte inteligentes

Os sistemas de transporte inteligentes variam em tecnologias aplicadas, desde sistemas de gestão básicos, como navegação automóvel; sistemas de controle de sinais de tráfego; sistemas de gerenciamento de contêineres; sinais de mensagem variável; reconhecimento automático de matrículas ou câmeras de velocidade para monitorar aplicativos, como sistemas de segurança CCTV e detecção automática de incidentes ou sistemas de detecção de veículos parados; para aplicativos mais avançados que integram dados ao vivo e *feedback* de uma série de outras fontes, como orientação de estacionamento e sistemas de informação; informações meteorológicas; sistemas de degelo de pontes. Além disso, técnicas de previsão estão sendo desenvolvidas para permitir modelagem avançada e comparação com dados de linha de base históricos. Algumas dessas tecnologias são descritas nas seções a seguir. (GUERRERO-IBÁÑEZ, 2018)

2.6.3 Comunicação sem fio

Várias formas de tecnologias de comunicação sem fio foram propostas para sistemas de transporte inteligentes. A comunicação por modem de rádio em frequências UHF e VHF é amplamente usada para comunicação de curto e longo alcance dentro de ITS. (TUBAISHAT, 2009) (DIMITRAKOPOULOS, 2010) (FESTAG, 2014)

Comunicações de curto alcance de 350m podem ser realizadas usando protocolos IEEE 802.11, especificamente WAVE ou o padrão de comunicações de curto alcance dedicado (DSRC) promovido pela Intelligent Transportation Society of América e pelo Departamento de Transporte dos Estados Unidos. Teoricamente, o alcance desses protocolos pode ser estendido usando redes móveis *ad hoc* ou redes *mesh*. (TUBAISHAT, 2009) (DIMITRAKOPOULOS, 2010) (FESTAG, 2014)

As comunicações de longo alcance usam redes de infraestrutura como 5G. As comunicações de longo alcance usando esses métodos estão bem estabelecidas, mas, ao contrário dos protocolos de curto alcance, esses métodos requerem uma implantação de infraestrutura extensa e muito cara. (TUBAISHAT, 2009) (DIMITRAKOPOULOS, 2010) (FESTAG, 2014)

2.6.4 Tecnologias Computacionais

Avanços recentes na eletrônica de veículos levaram a uma mudança em direção a menos processadores de computador mais capazes em um veículo. Um veículo típico no início dos anos 2000 teria entre 20 e 100 micros controladores/ módulos controladores lógicos programáveis em rede individuais com sistemas operacionais em tempo não real. A tendência atual é em direção a menos módulos de microprocessador mais caros com gerenciamento de memória de *hardware* e sistemas operacionais em tempo real. As novas plataformas de sistema embarcado permitem que aplicativos de *software* mais sofisticados sejam implementados, incluindo controle de processo baseado em modelo, inteligência artificial e computação ubíqua[1]. Talvez o mais importante deles para sistemas de transporte inteligentes seja a inteligência artificial. (GUERRERO-IBANEZ, 2015)

2.6.5 Dados flutuantes do carro / dados celulares flutuantes

Dados de "carro flutuante" ou "sonda" coletaram outras rotas de transporte. Em termos gerais, quatro métodos foram usados para obter os dados brutos: (EL FAOUZI, 2011)

2.6.5.1 Método Triangular

Nos países desenvolvidos, uma grande proporção de carros contém um ou mais telefones celulares. Os telefones transmitem periodicamente suas informações de presença para a rede de telefonia móvel, mesmo quando nenhuma conexão de voz é estabelecida. Em meados dos anos 2000, foram feitas tentativas de usar telefones celulares como sondas de tráfego anônimas. Conforme um carro se move, o mesmo ocorre com o sinal de qualquer telefone celular que esteja dentro do veículo. Medindo e analisando dados de rede usando triangulação, correspondência de padrões ou estatísticas de setor de célula (em um formato anônimo), os dados foram convertidos em informações de fluxo de tráfego. Com mais congestionamento, há mais carros, mais telefones e, portanto, mais sondas. Em áreas metropolitanas, a distância entre as antenas é menor e, em teoria, a precisão aumenta. Uma vantagem desse método é que nenhuma infraestrutura precisa ser construída ao longo da estrada; apenas a rede de telefonia móvel é aproveitada. Mas, na prática, o método

[1] O termo Computação Ubíqua foi originalmente cunhado por Mark Weiser em 1991, no seu artigo "O Computador para o século XXI", para se referir a dispositivos conectados em todos os lugares de forma tão transparente para o ser humano que acabaremos por não perceber que eles estão lá.

de triangulação pode ser complicado, especialmente em áreas onde as mesmas torres de telefonia móvel atendem a duas ou mais rotas paralelas como uma rodovia "*freeway*" com uma estrada frontal, uma rodovia "*freeway*" e uma linha de trens urbanos, dois ou ruas mais paralelas, ou uma rua que também é uma linha de ônibus). Importante salientar que no início de 2010, a popularidade do método de triangulação estava diminuindo. (MFENJOU, 2018)

2.6.5.2 Reidentificação do veículo.

Os métodos de reidentificação de veículos requerem conjuntos de detectores montados ao longo da estrada. Nesta técnica, um número de série exclusivo para um dispositivo no veículo é detectado em um local e, em seguida, detectado novamente (reidentificado) mais adiante na estrada. Os tempos de viagem e velocidade são calculados comparando o tempo em que um dispositivo específico for detectado por pares de sensores. Isso pode ser feito usando os endereços MAC de *Bluetooth* ou outros dispositivos, ou usando os números de série RFID de transponders de cobrança eletrônica de pedágio (ETC) também chamados de "etiquetas de pedágio". (ZAPLETAL, 2016)

2.6.5.3 Métodos baseados em GPS

Um número crescente de veículos está equipado com sistemas de navegação por satélite / satnav (navegação por satélite) que têm comunicação bidirecional com um provedor de dados de tráfego. As leituras de posição desses veículos são usadas para calcular as velocidades dos veículos. Os métodos modernos podem não usar *hardware* dedicado, mas, em vez disso, soluções baseadas em *smartphones* usando as chamadas abordagens de telemática 2.0. (FENG, 2002) (AN, 2011)

2.6.5.4 Monitoramento avançado baseado em smartphone

Smartphones com vários sensores podem ser usados para rastrear a velocidade e a densidade do tráfego. Os dados do acelerômetro de *smartphones* usados por motoristas de automóveis são monitorados para descobrir a velocidade do tráfego e a qualidade da estrada. Dados de áudio e marcação de GPS de *smartphones* permitem a identificação da densidade do tráfego e possíveis congestionamentos. Isso foi implementado em Bangalore, Índia, como parte de um sistema experimental de pesquisa Nericell. (ASTARITA, 2014) (HANDEL, 2014)

A tecnologia de dados de carros flutuantes oferece vantagens sobre outros métodos de medição de tráfego: (ASTARITA, 2014) (HANDEL, 2014)

- Mais barato do que sensores ou câmeras
- Mais cobertura (potencialmente incluindo todos os locais e ruas)
- Mais rápido de configurar e menos manutenção
- Funciona em todas as condições meteorológicas, incluindo chuva forte.

2.6.6 Detecção

Os avanços tecnológicos em telecomunicações e tecnologia da informação, juntamente com microchip ultramoderno / de última geração, RFID (Identificação de Radiofrequência) e tecnologias de sensoriamento inteligente de farol aumentaram as capacidades técnicas que facilitarão os benefícios de segurança do motorista para sistemas de transporte inteligentes globalmente. Os sistemas de detecção para ITS são sistemas em rede baseados em veículos e infraestrutura, ou seja, tecnologias de veículos inteligentes. Sensores de infraestrutura são dispositivos indestrutíveis (como refletores na estrada) que são instalados ou embutidos na estrada ou ao redor da estrada (por exemplo, em edifícios, postes e sinais), conforme necessário, e podem ser disseminados manualmente durante a manutenção preventiva da construção de estradas ou por máquinas de injeção de sensor para implantação rápida. Os sistemas de detecção de veículos incluem a implantação de balizas eletrônicas de infraestrutura para veículo e veículo para infraestrutura para comunicações de identificação e também podem empregar reconhecimento automático de placa de número de vídeo ou tecnologias de detecção de assinatura magnética de veículo em intervalos desejados para aumentar o monitoramento sustentado de veículos operando em condições críticas zonas do mundo. (MIMBELA, 2007) (VAN DER HEIJDEN, 2018)

2.6.7 Detecção de Loop Indutivo

Loops indutivos podem ser colocados em um leito de estrada para detectar veículos conforme eles passam pelo campo magnético do *loop*. Os detectores mais simples simplesmente contam o número de veículos durante uma unidade de tempo (normalmente 60 segundos nos Estados Unidos) que passam pelo circuito, enquanto sensores mais sofisticados estimam a velocidade, o comprimento e a classe dos veículos e a distância entre eles. Os *loops* podem ser colocados em uma única faixa ou em várias faixas e funcionam com veículos muito lentos ou parados, bem como

veículos em movimento em alta velocidade. (MIMBELA, 2007) (VAN DER HEIJDEN, 2018)

2.6.8 Detecção de vídeo de veículos

A medição do fluxo de tráfego e a detecção automática de incidentes usando câmeras de vídeo são outra forma de detecção de veículos. Como os sistemas de detecção de vídeo, como os usados no reconhecimento automático de placas de matrícula, não envolvem a instalação de nenhum componente diretamente na superfície ou leito da estrada, esse tipo de sistema é conhecido como método "não intrusivo" de detecção de tráfego. O vídeo das câmeras é alimentado em processadores que analisam as características de mudança da imagem de vídeo à medida que os veículos passam. As câmeras são normalmente montadas em postes ou estruturas acima ou adjacentes à rodovia. A maioria dos sistemas de detecção de vídeo requer alguma configuração inicial para "ensinar" ao processador a imagem de fundo da linha de base. Isso geralmente envolve a entrada de medidas conhecidas, como a distância entre as linhas da pista ou a altura da câmera acima da estrada. Um único processador de detecção de vídeo pode detectar tráfego simultaneamente de uma a oito câmeras, dependendo da marca e do modelo. A saída típica de um sistema de detecção de vídeo é a velocidade do veículo faixa a faixa, contagens e leituras de ocupação de faixa. Alguns sistemas fornecem saídas adicionais, incluindo intervalo, detecção de veículo parado e alarmes de veículo na direção errada. (MIMBELA, 2007) (VAN DER HEIJDEN, 2018)

2.6.9 Detecção via Bluetooth

Bluetooth é uma forma precisa e barata de transmitir a posição de um veículo em movimento. Dispositivos *Bluetooth* em veículos que passam são detectados por dispositivos de detecção ao longo da estrada. Se esses sensores estiverem interconectados, eles serão capazes de calcular o tempo de viagem e fornecer dados para as matrizes de origem e destino. Em comparação com outras tecnologias de medição de tráfego, a medição Bluetooth tem algumas diferenças: (MIMBELA, 2007) (VAN DER HEIJDEN, 2018)

- Pontos de medição precisos com confirmação absoluta para fornecer aos segundos tempos de viagem.

- Não é intrusivo, o que pode levar a instalações de baixo custo para locais permanentes e temporários.
- Está limitado a quantos dispositivos *Bluetooth* estão transmitindo em um veículo, portanto, a contagem e outras aplicações são limitadas.
- Os sistemas são geralmente rápidos de configurar, com pouca ou nenhuma calibração necessária.

Como os dispositivos *Bluetooth* se tornam mais prevalentes a bordo de veículos e com transmissão eletrônica mais portátil, a quantidade de dados coletados ao longo do tempo torna-se mais precisa e valiosa para o tempo de viagem e fins de estimativa, mais informações podem ser encontradas em. (FRIESEN, 2015)

Também é possível medir a densidade do tráfego em uma estrada usando o sinal de áudio que consiste no som cumulativo do ruído do pneu, ruído do motor, ruído de marcha lenta do motor, buzinas e ruído de turbulência do ar. Um microfone instalado na beira da estrada capta o áudio que compreende os vários ruídos do veículo e as técnicas de processamento de sinal de áudio podem ser usadas para estimar o estado do tráfego. A precisão de tal sistema se compara bem com os outros métodos descritos acima. (QURESHI, 2013)

2.6.10 Radar

Os radares são montados nas laterais da estrada para medir o fluxo de tráfego e para fins de detecção de veículos parados e encalhados. Como os sistemas de vídeo, o radar aprende seu ambiente durante a configuração para poder distinguir entre veículos e outros objetos. Também pode operar em condições de baixa visibilidade. O radar de fluxo de tráfego usa uma técnica de "disparo lateral" para observar todas as faixas de tráfego em uma banda estreita para contar o número de veículos que passam e estimar a densidade do tráfego. Para detecção de veículos parados (SVD) e detecção automática de incidentes, sistemas de radar de 360 graus são usados para examinar todas as pistas ao longo de grandes trechos de estrada. É relatado que o radar tem melhor desempenho em intervalos mais longos do que outras tecnologias. (MAO, 2011) O radar SVD será instalado em todas as autoestradas inteligentes no Reino Unido. (TOKORO, 2003)

2.6.10.1 Fusão de informações de várias modalidades de detecção de tráfego

Os dados das diferentes tecnologias de detecção podem ser combinados de maneiras inteligentes para determinar o estado do tráfego com precisão. Uma abordagem baseada em fusão de dados que utiliza dados acústicos, de imagem e de sensores coletados ao lado da estrada tem mostrado combinar as vantagens dos diferentes métodos individuais. (VEERARAGHAVANM, 2004)

2.6.11 Aplicações de transporte inteligente

2.6.11.1 Sistemas de notificação de veículos de emergência

Em 2015, a UE aprovou uma lei exigindo que os fabricantes de automóveis equipassem todos os carros novos com o eCall, uma iniciativa europeia que auxilia os motoristas em caso de colisão. (CHEN, 2013) O eCall no veículo é gerado manualmente pelos ocupantes do veículo ou automaticamente por meio da ativação de sensores no veículo após um acidente. (FUKUHARA, 2005) Quando ativado, o dispositivo eCall no veículo estabelecerá uma chamada de emergência transportando voz e dados diretamente para o ponto de emergência mais próximo (FUKUHARA, 2005) (normalmente o ponto de atendimento de segurança pública E1-1-2 mais próximo, PSAP). A chamada de voz permite que o ocupante do veículo se comunique com o operador eCall treinado. Ao mesmo tempo, um conjunto mínimo de dados será enviado para a operadora eCall que está recebendo a chamada de voz.

O conjunto mínimo de dados contém informações sobre o incidente, incluindo hora, localização precisa, a direção em que o veículo estava viajando e a identificação do veículo. O eCall pan-europeu pretende ser operacional para todos os novos veículos homologados como uma opção padrão. Dependendo do fabricante do sistema eCall, pode ser baseado em um telefone móvel (conexão *Bluetooth* a uma interface no veículo), um dispositivo eCall integrado ou uma funcionalidade de um sistema mais amplo, como navegação, dispositivo de telemática ou dispositivo de pedágio. Espera-se que o eCall seja oferecido, no mínimo, até o final de 2010, enquanto se aguarda a padronização pelo *European Telecommunications Standards Institut*e e o compromisso de grandes estados membros da UE, como a França e o Reino Unido. (KUMAR, 2017)

2.6.11.2 Execução automática de estradas

Um sistema de câmeras de fiscalização de tráfego, que consiste em uma câmera e um dispositivo de monitoramento de veículos, é usado para detectar e identificar veículos que desobedecem a um limite de velocidade ou algum outro requisito legal da estrada e multar automaticamente os infratores com base no número da placa. As multas de trânsito são enviadas por correio. Os aplicativos incluem: (SARKAR, 1991)

- Radares de velocidade que identificam veículos que trafegam acima do limite de velocidade legal. Muitos desses dispositivos usam radar para detectar a velocidade de um veículo ou loops eletromagnéticos enterrados em cada faixa da estrada.
- Câmeras de semáforo vermelho que detectam veículos que cruzam uma linha de parada ou local de parada designado enquanto um semáforo vermelho está sendo exibido.
- Câmeras de faixas de ônibus que identificam veículos que trafegam em faixas reservadas a ônibus. Em algumas jurisdições, as faixas de ônibus também podem ser usadas por táxis ou veículos que participam de caronas.
- Câmeras de passagem de nível que identificam veículos que cruzam ferrovias em nível ilegal.
- Câmeras duplas de linha branca que identificam os veículos que cruzam essas linhas.
- Câmeras de faixa de veículos de alta ocupação que identificam veículos que violam os requisitos de HOV.

2.6.11.3 Limites de velocidade variável

Recentemente, algumas jurisdições começaram a experimentar limites de velocidade variáveis que mudam com o congestionamento das estradas e outros fatores. Normalmente, esses limites de velocidade só mudam para diminuir durante condições ruins, ao invés de serem melhorados em condições boas. Um exemplo é a autoestrada M25 da Grã-Bretanha, que circunavega Londres. Na seção de 14 milhas (23 km) mais movimentada (junção 10 a 16) do M25, os limites de velocidade variável combinados com fiscalização automatizada estão em vigor desde 1995. Os resultados iniciais indicaram economia no tempo de viagem, tráfego de fluxo mais suave e uma queda no número de acidentes, de modo que a implementação se tornou permanente

em 1997. Outros testes com o M25 foram, até agora, comprovados como inconclusivos. (PAPAGEORGIOU, 2008) (KHONDAKER, 2015)

2.7 5G

Em telecomunicações, o 5G é o padrão de tecnologia de quinta geração para redes celulares de banda larga, que as empresas de telefonia celular começaram a implantar em todo o mundo em 2019, e é o sucessor planejado para as redes 4G que fornecem conectividade para a maioria dos celulares atuais. Prevê-se que as redes 5G tenham mais de 1,7 bilhão de assinantes em todo o mundo até 2025, de acordo com a GSM Association. (FOREST INTERACTIVE, 2020) Como suas predecessoras, as redes 5G são redes celulares, nas quais a área de serviço é dividida em pequenas áreas geográficas chamadas células. Todos os dispositivos sem fio 5G em uma célula são conectados à Internet e à rede telefônica por ondas de rádio por meio de uma antena local na célula. A principal vantagem das novas redes é que elas terão maior largura de banda, proporcionando maiores velocidades de *download*, eventualmente até 10 gigabits por segundo (Gbit / s). (HOFFMAN, 2020) Devido ao aumento da largura de banda, espera-se que as redes sejam cada vez mais usadas como provedores de serviços gerais de internet para *laptops* e *desktops*, competindo com ISPs existentes, como internet a cabo, e também possibilitem novas aplicações em internet das coisas (IoT) e áreas máquina a máquina. Vale ressaltar que os celulares 4G não podem usar as novas redes, que exigem dispositivos sem fio habilitados para 5G. (ALLIANCE, 2015)

O aumento da velocidade é alcançado em parte pelo uso de ondas de rádio de alta frequência adicionais, além das frequências de banda baixa e média usadas em redes celulares anteriores. No entanto, as ondas de rádio de alta frequência têm um alcance físico útil mais curto, exigindo células geográficas menores. Para serviço amplo, as redes 5G operam em até três bandas de frequência - baixa, média e alta. (VEMTURE BEAT, 2019) Uma rede 5G será composta de redes que consistem em até três tipos diferentes de células, cada uma exigindo *designs* de antenas específicos, além de fornecer uma compensação diferente de velocidade de *download* para distância e área de serviço. Celulares 5G e dispositivos sem fio se conectam à rede por meio da antena de mais alta velocidade ao alcance em sua localização. (MONSERRAT, 2015)

5G pode ser implementado em banda baixa, banda média ou banda alta de ondas milimétricas de 24 GHz até 40 GHz. O 5G de banda baixa usa uma faixa de frequência semelhante aos celulares 4G, 600-850 MHz, proporcionando velocidades de *download* um pouco maiores do que 4G: 30-250 megabits por segundo (Mbit / s). (VEMTURE BEAT, 2019) As torres de celular de banda baixa têm alcance e área de cobertura semelhantes às torres 4G. O 5G de banda média usa micro-ondas de 2,5–3,7 GHz, permitindo velocidades de 100–900 Mbit/s, com cada torre de celular fornecendo serviço em até vários quilômetros de raio. Este nível de serviço é o mais amplamente implantado, e já foi implantado em muitas áreas metropolitanas em 2020. Algumas regiões não estão implementando a banda baixa, tornando este o nível de serviço mínimo. O 5G de banda alta usa frequências de 25–39 GHz, perto da parte inferior da banda de onda milimétrica, embora frequências mais altas possam ser usadas no futuro. Muitas vezes atinge velocidades de *download* na faixa de *gigabit* por segundo (Gbit/s), comparável à Internet a cabo. No entanto, as ondas milimétricas (mmWave ou mmW) têm um alcance mais limitado, exigindo muitas células pequenas. (DAVIES, 2019) Eles podem ser impedidos ou bloqueados por materiais em paredes ou janelas. (VIOLETTE, ESPELAND, *et al.*, 1988) Devido ao seu custo mais elevado, os planos são de implantar essas células apenas em ambientes urbanos densos e áreas onde as multidões se aglomeram, como estádios de esportes e centros de convenções. As velocidades acima são aquelas alcançadas em testes reais em 2020, e espera-se que as velocidades aumentem durante o lançamento. (VEMTURE BEAT, 2019) O espectro de 24,25 a 29,5 GHz foi o intervalo de espectro de onda 5G mm mais licenciado e implantado do mundo. (CARMO, 2019)

O consórcio da indústria que define os padrões para 5G é o Projeto de Parceria de 3ª Geração (3GPP). Ele define qualquer sistema que use o *software* 5G NR (5G New Radio) como "5G", uma definição que entrou em uso geral no final de 2018. Os padrões mínimos são definidos pela International Telecommunication Union (ITU). (JANEVSKI, 2009)

O lançamento da tecnologia 5G gerou debates sobre sua segurança e relacionamento com fornecedores chineses. Também tem sido objeto de preocupações com a saúde e desinformação, incluindo teorias de conspiração desacreditadas que o ligam à pandemia COVID-19. (KATSALIS, 2017)

2.8 O que é uma cidade inteligente

2.8.1 O fenômeno da urbanização

Segundo o *United Nations Population Fund* (UNFPA), atualmente mais da metade da população mundial vive em áreas urbanas – sendo 2008 o ano que, globalmente, a população urbana superou pela primeira vez a população rural. A previsão é que, nas décadas futuras, o deslocamento da população rural para as grandes cidades e metrópoles continue a crescer, tendo como definição deste conceito, o êxodo rural.

De acordo com relatório sobre as previsões para a urbanização mundial das Nações Unidas (2018), “A população que vive em áreas urbanas vai atingir os 2,5 bilhões de pessoas em todo o mundo em 2050.”

O Departamento de Assuntos Econômicos e Sociais das Nações Unidas divulgou os dados salientando que existe uma "megatendência" para o aumento nas áreas urbanas devido ao crescimento populacional e ao deslocamento das áreas rurais para as cidades. (PORTAL DE ANGOLA , 2018) (EMBRAPA , 2018)

Segundo John Wilmoth, diretor de divisão do departamento: "Cerca de metade da população mundial (55%) vive atualmente em centros urbanos, e para 2050, estima-se que cerca de dois terços (68%) de todas as pessoas residam em áreas urbanas”. (ADNAN ABIDI, 2018)

O aumento na população urbana mundial estará concentrado (90%) em duas regiões que acolhem precisamente a maioria dos residentes rurais, África e Ásia, mas será limitado a "alguns países", entre os quais a ONU destacou a Índia, a China e a Nigéria. Para 2050 espera-se que a Índia acrescente 404 milhões de habitantes nas cidades, a china 292 milhões e a Nigéria 212 milhões. (ADNAN ABIDI, 2018)

A população urbana mundial tem crescido rapidamente, passando de 746 milhões em 1950, para 3,9 bilhões em 2014. A Ásia, apesar do baixo nível de urbanização, aloja 53% da população urbanizada a nível mundial, seguida da Europa, com 14 por cento, e da América Latina e Caribe com 13 por cento. (BREMAEKER, 2016)

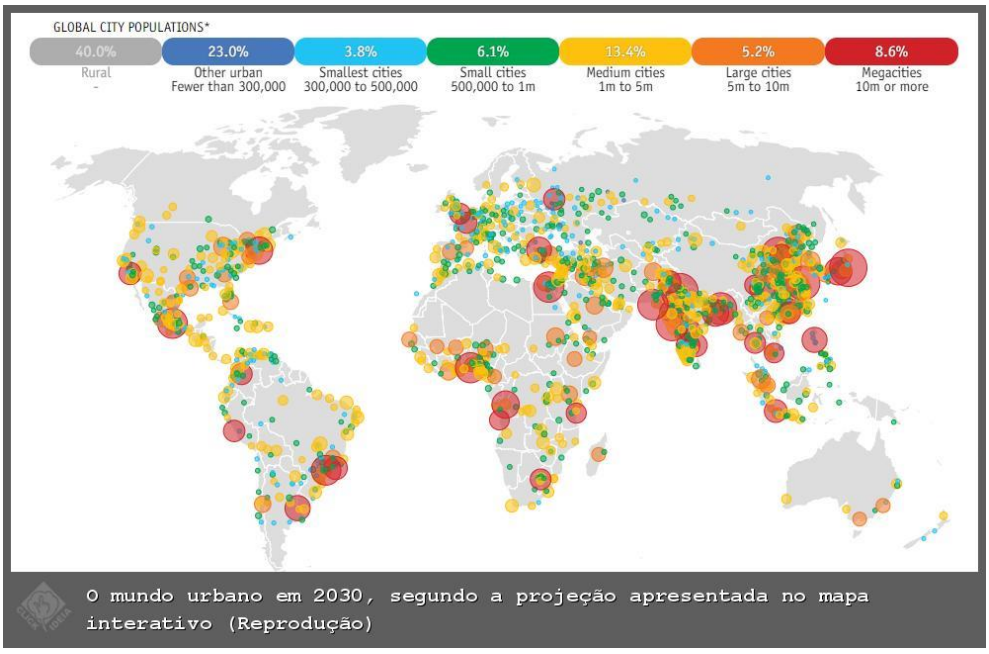
Espera-se que em 2045 a população urbana global ultrapasse os seis bilhões. Muito do esperado crescimento urbano terá lugar nos países das regiões em desenvolvimento, particularmente a África. Consequentemente, esses países enfrentarão inúmeros desafios em atender às necessidades do crescimento da

população urbana, inclusive para a habitação, para as infraestruturas, transportes, energia e emprego, assim como para os serviços básicos como a educação e os serviços de saúde. (UNRIC , 2014)

"Gerir áreas urbanas tem-se tornado um dos desafios mais importantes do Século XXI. O nosso sucesso ou fracasso na construção sustentável das cidades vai ser o principal fator de sucesso da agenda da ONU pós 2015", concluiu Jhon Wilmoth. (BREMAEKER, 2016)

A quantidade de megacidades com mais de 10 milhões de habitantes continua a crescer. O relatório refere que, em 1990, havia 10 "megacidades" com 10 milhões de habitantes ou mais cada, onde habitava um total de 153 milhões de pessoas, cerca de sete por cento da população urbana global da época. Em 2014, as 28 megacidades no mundo, se tornaram o lar de 453 milhões de pessoas, ou cerca de 12 por cento dos habitantes a nível mundial. Atualmente, das 28 megacidades, 16 estão localizadas na Ásia, quatro na América Latina, três delas na África e na Europa, e duas na América do Norte. Em 2030, espera-se que haja 41 megacidades com 10 milhões de habitantes ou mais, conforme ilustra a Figura 01. (CLICKIDEIA , 2017),

Figura 3: Modelo Urbano em 2030



Fonte: HackCities 2016

Tóquio (Japão) continua a ser a maior cidade do mundo com 38 milhões de habitantes, seguida de Deli (Índia) com 25 milhões, Xangai (China) com 23 milhões, seguidas de Cidade do México (México), Mumbai (Índia) e São Paulo (Brasil), cada

uma com cerca de 21 milhões de habitantes. Osaka (Japão) tem tido apenas 20 milhões, seguida de Pequim (China), com ligeiramente menos de 21 milhões de habitantes. As áreas de Nova Iorque (EUA) e do Cairo (Egito) completam o top 10 das áreas com mais população com cerca de 18,5 milhões de habitantes cada. (BREMAEKER, 2016)

Embora seja previsível o declínio da população de Tóquio, esta continuará a ser a maior cidade do mundo em 2030, com 37 milhões de habitantes, seguida de muito perto por Delli, na qual se prevê um rápido crescimento populacional de 36 milhões em 2030. Enquanto Osaka, Nova Iorque eram as segundas e terceiras maiores cidades do mundo em 1990, em 2030 estima-se que caiam do *ranking* para as respectivas 13ª e 14ª posições, uma vez que as megacidades nos países em desenvolvimento serão mais proeminentes. (ONU NEWS , 2018)

As cidades pequenas são numerosas e muitas crescem rapidamente. Importância das cidades pequenas e das grandes cidades, esta última revisão expande o número de cidade e garante numa fase inicial, estimativas de população e projetos para o urbanismo global com cerca de 300 mil habitantes ou mais em 2014. Globalmente, cerca de metade dos 3,9 bilhões de habitantes residem em pequenos estabelecimentos com 500 mil habitantes, enquanto apenas um em oito vive nas 28 megacidades com 10 milhões de habitantes ou mais. Muitas das cidades com rápido crescimento no mundo são relativamente pequenos estabelecimentos urbanos.

A população rural mundial tem crescido lentamente desde 1950 e é esperado um aumento até 2020. A população rural global é de, atualmente, cerca de 3,4 bilhões e prevê-se um declínio de 3,1 bilhões em 2050. Enquanto a África e a Ásia se urbanizam rapidamente, estas regiões continuam a ser o lar de aproximadamente 90 por cento da população rural mundial. A Índia tem o maior número de população rural com 857 milhões, seguida da China com 635 milhões. (WEBBER, 2017-2020)

A urbanização sustentável é a chave para um desenvolvimento de sucesso. O relatório nota que a planificação de uma agenda urbanística com sucesso requer que se dê atenção às habitações de todas as dimensões. Se forem bem geridas, as cidades podem oferecer oportunidades de desenvolvimento econômico e de expansão de acesso aos serviços básicos, incluindo serviços de saúde e educação, para um grande número de pessoas. Providenciar transportes públicos, assim como alojamento, eletricidade, água e saneamento para um local densamente povoado, são

normalmente mais baratos e menos prejudiciais para o ambiente do que fornece algo semelhante em nível de serviços para a uma população rural dispersa. (IPEA INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICO APLICADA , 2016)

A revisão de 2014 das perspectivas da urbanização mundial prevê informações e tendências novas e atualizadas no urbanismo global e no crescimento das cidades. A informação é vital para a afirmação e promoção das prioridades, inclusive a equidade e o desenvolvimento sustentável para as áreas urbanas e rurais. Reconhecendo a importância das cidades pequenas e das grandes cidades, esta última revisão expande o número de cidades e garante, em uma fase inicial, estimativas de população e projetos para o urbanismo global com cerca de 300 mil habitantes ou mais em 2014. (BREMAEKER, 2016)

A urbanização pode ser vista como positiva, ainda segundo John Wilmoth, diretor da divisão populacional, citado pela Reuters. “A crescente concentração de pessoas nas cidades oferece uma maneira de fornecer serviços mais econômicos. Nós achamos que as populações urbanas têm melhor acesso aos cuidados de saúde e educação”.

A concentração da população também pode ajudar a minimizar o impacto ambiental no planeta e ajudar as cidades a projetarem políticas e práticas para se prepararem para o influxo.

A urbanização é caracterizada como o principal fator da migração das zonas rurais para as zonas urbanas. Além disso, pode ser o maior fator de crescimento natural da população em regiões urbanas e da imigração internacional. No que diz respeito à taxa de moralidade e natalidade em áreas urbanas, estes índices tendem a ser mais baixos, porém não influenciam significativamente no crescimento natural da população.

O êxodo rural está diretamente ligado ao sucesso econômico das cidades e a oportunidade de subsistência[2]. Também se deve levar em consideração as decisões pessoais de mudança ou permanência em determinadas cidades, seja para estar com a família ou por preferir as características da vida urbana.

[2] Estado ou particularidade daquilo que subsiste; estabilidade, permanência, sobrevivência: o iídiche está perdendo as condições básicas de subsistência.

Felizmente, o investimento em higiene geral, o progresso da medicina e a descoberta da química e da biologia, difundidas, em larga escala através de infraestruturas e serviços, permitem, aumentar a esperança média de vida.

A queda do crescimento da população é resultado das baixas taxas de fertilidade.

A urbanização teve forte ocorrência na instituição familiar, no que antes eram famílias de áreas rurais, com grande taxa de fecundidade e baixo nível de ensino, hoje em dia, depois do êxodo rural, há baixa taxa de fecundidade e alto nível de ensino, transformando e alterando a concepção do contexto padrão familiar. Foi relatado que a urbanização é parte da transição demográfica, com o declínio da mortalidade, já que, em questão de tempo considerável, houve declínio das taxas de mortalidade e o declínio das taxas de natalidade.

A urbanização nos países desenvolvidos foi um processo gradual. As cidades foram se estruturando lentamente para absorver os migrantes, havendo melhorias na infraestrutura urbana e aumento da geração de empregos. Assim, os problemas urbanos não se multiplicaram tanto como nos países subdesenvolvidos, em que o crescimento das cidades foi muito concentrado espacialmente, rápido e desordenado, o que fez com que os mercados não conseguissem absorver o elevado número de migrantes, levando a grandes taxas de desemprego, o que faz com que nessas cidades prolifere um enorme número de favelas e de pessoas desabrigadas. Todos estes fenômenos, por sua vez, levantam outro grave problema: a violência urbana. A urbanização nestes países acaba por acentuar ainda mais as desigualdades sociais, dando origem a ambientes extremamente problemáticos. (SÓ GEOGRAFIA , 2007)

O fenômeno da urbanização é caracterizado como caráter complexo e pluridimensional[3], podendo ser analisado sob diversas perspectivas (demografia, sociologia, psicologia, gráfica, econômica dentre outros). Também pode ser claramente diferenciado no espaço e no tempo, fruto de condições específicas e a determinados fatores. O fenômeno da urbanização é comumente relacionado as alterações interligadas de determinados setores, como, cultura, economia e sociedade, portanto com uma alteração de baixa para alta densidade populacional.

Em geral, as áreas urbanas podem ser compreendidas como áreas mais populosas, comparadas às áreas rurais, sendo assim áreas mais adequadas para

[3] Composto por várias dimensões; com mais de uma dimensão; multidimensional.

instalação de órgãos administrativos. Apesar das inúmeras tentativas, que partem dos geógrafos, sociólogos, historiadores, entre outros estudiosos, nunca se chegou em uma definição concreta no que se refere a área urbana, pois no que diz respeito a cidades, assumem as mais várias formas no tempo e no espaço terrestre. Sendo assim, uma cidade pode ser compreendida com um ecossistema complexo, na qual integra diferentes subsistemas, como por exemplo: econômico, social, ecológico e político.

A urbanização está ligada ao crescimento econômico sustentado, tendo a distribuição do PIB (Produto Interno Bruto), e as alterações de emprego, do setor primário para o setor secundário e terciário. Os benefícios econômicos da urbanização são largamente conhecidos, como também são conhecidos os benefícios financeiros e socioculturais das migrações e das remessas enviadas para as zonas rurais. No entanto, há uma certa cautela por parte dos governos municipais, estaduais e federais referente ao ritmo no qual ocorre à urbanização e como lidar com este problema. Uma região que prospecta grande crescimento populacional pode apresentar grandes desafios para esta entidade, todavia, é uma incógnita encontrar um crescimento econômico sustentado, sem urbanização.

Referente às questões ambientais, estas são um problema que afeta as grandes cidades. A população em excesso, a poluição sonora e do ar, causada, principalmente, em função de veículos locomotivos (carro, moto, ônibus, entre outros), atingem meios precários no que diz respeito a saúde pública.

O conceito de suburbanização, amplamente utilizado nos dias atuais – o qual se caracteriza como as cidades que se expandem ao longo de inúmeras e maciças rodovias e linhas ferroviárias, muitas vezes localizadas em toda a cidade – fica desprovido de vida fora das horas de expediente. Esta tendência é resultado do uso generalizado do automóvel, que a partir do século XX, tornou caótica a circulação e acesso às cidades.

Segundo alguns estudos do Ministério do Desenvolvimento Regional, mais de 90% dos projetos de cidades inteligentes no mundo estão diretamente ou indiretamente relacionados à energia, transportes e governação, sendo que 50% estão centrados nos transportes e mobilidade nas cidades.

Nesse sentido, os governos federais, estaduais e municipais, vêm tomando medidas drásticas para priorizar projetos inteligentes, sustentáveis e inclusivos, com

isso, melhorar a qualidade de vida da população. Para isso, são estudadas questões como: (MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO REGIONAL)

- Tratamento adequado de resíduos;
- Escassez e má administração de recursos naturais;
- Poluição;
- Desemprego;
- Pobreza;
- Exclusão social.

Após relatarmos o processo de urbanização e os marcos históricos que levaram a este fenômeno, entre outros fatores de grande relevância, precisamos discutir a prosperidade urbana. Como é sabido, o processo de urbanização é complexo, sendo necessário um gerenciamento a fim de auxiliar e promover, de forma assegurada e organizada, a prosperidade urbana, a qual iremos discutir a seguir.

2.8.2 Prosperidade urbana

Há séculos as cidades vêm oferecendo padrões de vida mais elevados. Comparada a áreas rurais, a área urbana é onde o ser humano encontrou satisfação para acesso aos bens públicos essenciais e para as necessidades básicas do dia a dia. É na cidade que a ambição, prospecção[4] e outros aspectos, tais como materiais e sonhos podem ser alcançados, proporcionando realizações e satisfação. É na cidade que as perspectivas de prosperidade e bem-estar, individuais e coletivas, podem ser alcançadas e aumentadas.

As grandes cidades podem reduzir os custos médios de prestação de serviços básicos. Uma pesquisa realizada pelo Mckimsey Global Institute (MGI) em 2013 na Índia, (JAMES MANYIKA, 2017), chegou à conclusão que, entre 30% e 50%, é mais econômico para as cidades prestar serviços básicos, como água, habitação e educação, do que em áreas rurais, com baixa densidade populacional. Este fato acontece, pois grandes cidades podem implantar depósitos de suprimentos comuns, para economizar na distribuição. As cidades tendem a ser regiões, na qual se ocupam várias empresas e indústrias de grande porte, qualificadas e produtivas. Pode-se citar o exemplo dos centros financeiros, que tendem a ficar agrupados em centros urbanos.

[4] Sondagem; método ou processo que busca descobrir ou investigar algo numa determinada área: prospecção de clientes, de negócios.

Segundo (Cadena et al, 2012), aproximadamente 95% do mercado de capitais encontram-se em 24 cidades.

Outro fator de extrema importância, que torna as regiões prósperas e manivela a engrenagem da economia, é a maior capacidade de possuir grandes infraestruturas, como:

- Hospitais;
- Grandes rodovias;
- Aeroportos;
- Rodoviárias;
- Universidade;
- Grandes empresas e indústrias.

Além disso, é de extrema importância ressaltar o benefício da especialização, afinal, em grandes centros urbanos é constante a busca pela especificação, tendo em vista o lado da oferta e da procura.

Nas cidades onde ocorrem os principais acontecimentos do mundo, isso acontece pelo fato desses locais serem grandes centros de decisões políticas, econômicas, serem polos científicos e tecnológicos, e compartilharem dados e informações de todos os segmentos econômicos.

A UN-Habitat define a prosperidade nas cidades como uma construção social, que se materializa através das ações humanas, baseando-se deliberadamente e conscientemente nas condições objetivas de uma cidade a qualquer momento, independentemente da sua localização e dimensão (ONU NEWS, 2012). Está intimamente relacionada com um desenvolvimento equilibrado e harmonioso num ambiente de equidade e justiça. Como apresentado na Tabela 2, a Un-Habitat subdivide as funções urbanas em cinco categorias principais: produtividade, infraestrutura, qualidade de vida, equidade e sustentabilidade ambiental. (FORUM DAS CIDADES , 2016)

Tabela 2: As funções urbanas de acordo com a UN-Habitat

Produtividade	Contribui para o crescimento e desenvolvimento econômico, gera receitas, proporciona empregos e igualdade de oportunidades para todos, por meio de políticas e reformas econômicas eficazes.

Infraestrutura	Fornecimento de infraestruturas adequadas – tecnologia de água, saneamento, estradas, informação e comunicação – a fim de melhorar padrões de vida e a produtividade, mobilidade e conectividade.
Qualidade de vida	Melhora o aproveitamento de espaços públicos em prol da coesão da comunidade e identidade cívica, além de segurança individual e material.
Sustentabilidade ambiental	Valoriza a proteção do ambiente urbano e dos recursos naturais, enquanto assegura o crescimento, busca a eficiência energética, reduz a pressão em torno da terra e dos recursos naturais e reduz as perdas ambientais por meio de soluções criativas que melhoram o ambiente.
Equidade e inclusão social	Garante a equidade e a (re)distribuição dos benefícios da propriedade, reduz a pobreza e a incidência de favelas, protege os direitos dos grupos minoritários e vulneráveis, reforça a igualdade de gênero e assegura a participação cívica nas esferas sociais, políticas e culturais.

Fonte: UN-Habitat, 2012: State of the Word's Cities 2012/2013 report. P. 11

Após a discussão sobre prosperidade urbana, a dificuldade dos governos em implantar serviços básicos de qualidade para toda população, a fim de auxiliar e promover, de forma segura e organizada, uma boa qualidade de vida, é necessário discutirmos o paradigma urbano, na qual se se refere a desigualdade da população. Este é diferente para cada contexto e se altera de acordo com o tamanho da cidade, suas necessidades, dificuldades e seus recursos. O objetivo é criar um novo paradigma urbano para cada contexto e, com isso, promover a inovação e desenvolvimento sustentável para cada região, levando em consideração suas particularidades.

2.9 Cidades inteligentes – o novo paradigma urbano

2.9.1 O papel da inovação e o desafio do desenvolvimento sustentável

A relação entre sustentabilidade e espaço urbano é um conceito muito discutido por várias entidades públicas e privadas, principalmente na agenda ambiental. Isso caracteriza a forma que as cidades se desenvolvem no futuro, ressaltando pontos de

suma importância, como: esgotamento de recursos e sustentabilidade social e econômica de uma determinada região, cidade, estado ou país.

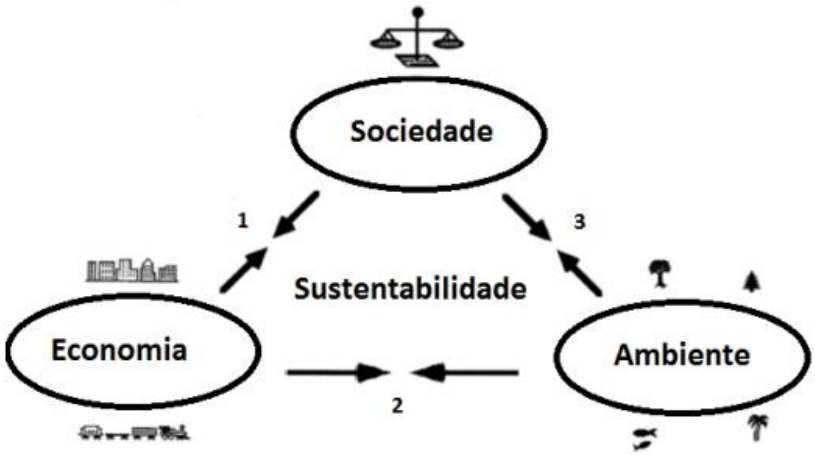
A ONU estabelece, como um objetivo mundial, alcançar o desenvolvimento sustentável. O conceito de desenvolvimento sustentável foi implantado pela primeira vez em 1987, no relatório de Brundthand, criado pela Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (IPIRANGA e GODOY, 2011). Este relatório define o desenvolvimento sustentável como uma ferramenta que satisfaz necessidades sem comprometer as gerações futuras.

O conceito de desenvolvimento sustentável é muito amplo. No que diz respeito à simples preservação ambiental, ressalta a preocupação com a qualidade de vida, o julgamento das pessoas no presente e entre gerações e, por fim, as dimensões social e ética do bem-estar humano.

O desenvolvimento sustentável é caracterizado como a forma de promover economicamente a região – seja cidade, estado ou país – defendendo a justiça social e o meio ambiente.

É um modelo triangular simples, como ilustra a Figura 4. Este modelo serve para questionar e analisar até que ponto o crescimento é sustentável, sendo bastante útil para orientar a prática de planejamento (AUGUSTIN, 2014). Neste modelo, economia, sociedade e ambiente são concebidos como entidades separadas, embora conectadas (Giddings et al, 2002). É necessário conciliar não dois, mas pelo menos três interesses contraditórios: crescer economicamente, distribuir esse crescimento de forma justa nesse processo, e não degradar o ecossistema (Campbell, 2007). (AUGUSTIN, 2014)

Figura 4: Modelo Triangular da Sustentabilidade



Fonte: Campbell, 2007, p. 298 (adaptado)

O eixo número 1 representa o conflito da propriedade, que se apresenta divergentemente[5] entre a pretensão[6] e o crescimento econômico, e o querer da apreciação social. Esta modalidade aparece pelo fato da reivindicação[7] concorrente, e o uso da propriedade, na qual podemos perceber entre chefe e empregado, na qual um profissional quer ser valorizado, ou quando se referimos de um habitante, que está há muito tempo no local,

O eixo de número 2 representa o conflito de recursos. O ser privado necessita que a economia flua, assim como o conflito pelas demandas de recursos naturais. O mundo do capitalismo tenta se ajustar à regularização da exploração da natureza imposta pelos governos. Todavia, precisam destas regularizações para garantir os recursos naturais para gerações futuras.

Para finalizar temos o número 3, que representa um dos conflitos mais evasivos de todos os conflitos de propriedades, que é caracterizado por interesses pessoais e econômicos, proporcionando subsistência[8] aos cidadãos que trabalham.

Foi declarada mundialmente a preocupação de levar adiante a agenda da sustentabilidade, quanto ao futuro do planeta. (AUGUSTIN, 2014) Hoje em dia percebemos uma preocupação e conscientização na preservação do meio ambiente. Infelizmente, muitas vezes não há o planejamento na preservação do meio ambiente quando ocorre o crescimento em cidades, há imprudência de quem está no gerenciamento destes projetos. A tendência histórica é que ocorra a urbanização, sem se preocupar com a preservação do meio ambiente.

O acúmulo de bens e riquezas, para resistir às tendências de ignorar os riscos ambientais e sociais, é preciso alterar os conceitos subjacentes[9] da sociedade, assim como são fundamentais os sistemas econômicos. É um fator de extrema importância, que se faz pensar nas políticas econômicas, ambientais e sociais. Que estas andem juntas se para serem bases de uma sociedade. Caso esta ação não seja concretizada, a vida humana passa a se tornar mais cara e consumidora, trazendo grandes problemas à sociedade.

---

[5] Que diverge; que não se combina; diferente.

[6] Opinião vaidosa e exagerada acerca de si próprio; presunção.

[7] Ação ou efeito de reivindicar; ação de exigir aquilo que se tem por direito ou que se acredita ter: reivindicação do décimo terceiro salário.

[8] Estado ou particularidade daquilo que subsiste; estabilidade, permanência, sobrevivência: o iídiche está perdendo as condições básicas de subsistência.

[9] Que está oculto; não expresso; implícito, subentendido, oculto: intenções subjacentes.

O desenvolvimento sustentável é um conceito de extrema importância, assumido como prioridade em vários âmbitos, municipais, estaduais, nacionais e internacionais. No setor privado também é estudado e discutido com o intuito de entender um novo paradigma do desenvolvimento.

Os governos permitem promover uma política sustentável, podendo expandir esse conceito para toda a sociedade. É necessária uma política para combater as tendências de desmatamento, e não sustentáveis que o meio ambiente enfrenta. Contudo, é necessária uma gestão política eficaz, empenhada e perspicaz[10], uma nova abordagem de tomadas de decisões da política pública, comprometimento e participação internacional. Em síntese, todas as políticas públicas devem buscar promover cada vez mais o desenvolvimento sustentável na sociedade em geral.

O desenvolvimento sustentável torna-se mais eficaz e próspero com o apoio da tecnologia, que vem efetivamente auxiliando, assegurando e aumentando o desenvolvimento sustentável na sociedade. Se não houver tecnologia, os problemas ambientais mais complexos, como as alterações climáticas, só poderão ser solucionados a partir de modificações da produção e no consumo em geral, sendo que essas modificações poderão não ser tão brandas e eficazes. Segundo a Comissão Europeia a tecnologia está, assim, no centro da evolução para o desenvolvimento sustentável.

O conceito que relata que primeiro veio à invenção e consecutivamente a inovação e a evolução tecnológica são muito aceitas pelas ciências sociais nos dias de hoje. O conceito de inovação se caracteriza como um ato empreendedor, que caracteriza as inúmeras ações, assim como a inserção de um novo bem, a criação de um novo método de produção eficiente, a inauguração de um novo mercado, a descoberta de bens de consumo e matérias primas, e instalação de uma nova e moderna gestão. Atualmente muito utilizado que diz, “a necessidade é a mãe da inovação”, também é aplicado à *Smart City*.

As cidades inteligentes são formadas com o objetivo de solucionar os problemas da urbanização. O desenvolvimento do conceito de cidade inteligente pode ser caracterizado como a inovação em vários aspectos (gestão, política e tecnológica) na própria cidade. Segundo pesquisas apontam, na maioria dos casos as cidades são

[10] Característica de quem entende com facilidade o que a maioria das pessoas acha difícil perceber: aluno perspicaz.

inovadas por vários motivos, entre eles: empresas privadas, organizações, instituições públicas, conhecidas como universidades, que são berços da inovação, e agências de desenvolvimento (DRUMMOND, 2020) (PROCHNIK, 1988). Isso acontece em Campinas, onde há várias universidades públicas e privadas renomadas, tendo grande quantidade de mão de obra especializada e inúmeras empresas, fábricas e serviços para atender toda a população. Geralmente, nas cidades são onde existem altos níveis de produção e consumo, sendo assim uma maior parcela na destruição do meio ambiente. Porém, por meio de uma gestão urbana eficiente, nestas mesmas grandes cidades achamos respostas e criamos soluções para solucionar e diminuir os impactos ambientais. Sem sombras de dúvidas, a evolução da tecnologia, observada nos últimos anos, é de grande relevância para o desenvolvimento de várias soluções e produtos que permitem aplicar o conceito de soluções sustentáveis, tornando, assim, a cidade inteligente. As TICS (Tecnologias Informações e Comunicações) estão em vários setores, como: saúde, ambiente, cultura, transporte, segurança, educação, entre outros segmentos. Podendo atuar tanto no setor público como no setor privado, a TIC é caracterizada como um fator determinante para o crescimento econômico. Mesmo sendo pouco visto ou relatado, é de extrema importância. A maioria das literaturas atuais tendem a evidenciar a importância da vertente tecnológica de uma cidade inteligente. (LAZZARETTI, 2019) (BRANDAO e JOIA, 2018) Porém, o conceito inteligente nas cidades não se resume apenas à TIC. O conceito também caracteriza a preocupação com o nível político e da gestão, pois não basta adotar a TIC, é necessário o uso inteligente e eficaz da tecnologia e, para atingir tal objetivo, é necessária uma gestão pública eficiente. O conceito organizacional e político de uma cidade são vertentes, ressaltando que uma cidade inteligente pode ser caracterizada como uma interação entre a inovação tecnológica, inovação da gestão e inovação política. Cada cidade tem sua característica, precisão de soluções e inovações únicas, influenciando, assim, a forma de planejar o desenvolvimento de suas metas, contudo se tornando mais inteligente. Os autores Nam e Pardo (2011) entendem, assim, uma cidade inteligente como um ajuste global entre inovação tecnológica, da gestão e da política.

Podemos ressaltar possíveis efetivos prejudiciais da inovação, por isso são óbvios e claros os aspectos positivos da inovação, é preciso ressaltar os riscos. Podemos caracterizar as cidades que geram ações inéditas como surpreendentes e

inesperadas, com a inserção da tecnologia na sociedade trará alterações inevitáveis ao meio ambiente, e a toda a população, tornando cada vez mais imprevisível.

As ações que têm como intuito desenvolver a inteligência de uma região, não são apenas um esforço para gerir e garantir os riscos causados pela inovação. Não podemos esquecer que há fatores negativos quando falamos em desenvolvimento das cidades inteligentes. Falhas no gerenciamento de risco podem acarretar o fracasso total de um projeto do setor público. A maioria dos projetos de Tecnologia da Informação (TI) possuem falhas, devido ao fato de não serem técnicos da inovação como organização. As razões mais comuns são: falta de competência profissional, falta de liderança e vulnerabilidade e oscilações políticas. (PARDO, 2011).

Outro problema que se refere ao setor público é o fato de não haver concorrência, portanto a inovação neste setor fica inerte, assim como burocracias, que acarretam resistências de mudanças ou interrupções de tarefas. Pode-se entender que o setor público tem uma estratégia de aversão ao risco, em que o foco é muito mais o cumprimento no curto-prazo de metas e resultados, do que uma estratégia de longo prazo da inovação dos serviços (PARDO, 2011). Por último, é preciso perceber que a inovação não é igual de cidade para cidade. Algumas cidades têm mais fatores tendentes a inovar do que outras (PARDO, 2011).

Conforme relatamos neste capítulo, a inovação e o desenvolvimento sustentável são de suma importância quando discutimos este assunto. Pois a inovação/tecnologia tem como intuito auxiliar no desenvolvimento sustentável em vários aspectos, afim, de melhorar a qualidade de vida da população. Isso caracteriza a forma que as cidades se desenvolvem no futuro, ressaltando pontos de suma importância, como: esgotamento de recursos, e a sustentabilidade social e econômica de uma determinada região, cidade, estado ou país.

Pensando nisso foi criado e contextualizado o conceito de cidades inteligentes, com intuito de promover um desenvolvimento sustentável e inteligente, a fim de preservar o planeta Terra e promover uma boa qualidade de vida para população mundial em vários aspectos.

2.9.2 Cidades Inteligentes – contextualização

Inúmeros desafios vêm aparecendo nas cidades nos últimos anos, na qual tem enfatizado a população o conceito de cidades inteligentes, este mesmo conceito é caracterizado pelo avanço da tecnologia e desenvolvimento urbano. Hoje em dia com

o crescimento urbano tão veloz, é necessário garantir as condições básicas da vida humana, sendo assim deve assegurar o entendimento de *Smart Cities*. O desafio essencial é a busca por uma nova gestão, assegurando assim que as cidades sejam sustentáveis e habitáveis. As cidades se tornam inteligentes a partir do momento que integram pessoas e ambientes, de forma automática, através de funções diárias, e que os gestores possam acompanhar, analisar, compreender a cidade em geral, com intuito de aperfeiçoar a sua eficiência, igualar e melhorar a qualidade de vida dos seus habitantes. O conceito cidade inteligente é utilizado pelo mundo inteiro, porém com diferentes contextos e significados. Sendo assim, há inúmeros projetos e estudos de diversas áreas, focos, instituições, governos, sendo cada um com o seu objetivo e suas motivações, ações e investimentos diversificados.

Na Tabela 3 são apresentadas algumas das definições genéricas mais frequentes:

Tabela 3: Definições de cidades inteligentes

Giffinger, Fertner, Kramar, Kalasek, Pichler-Milanovic e Meijers (2007)	Entende que uma cidade é inteligente quando a execução é feita de forma prospetiva, tanto a nível da economia, das pessoas, da governação, da mobilidade, do ambiente e da qualidade de vida, sendo esta execução conseguida através da combinação entre doações e a atividade dos cidadãos. Esta abordagem com foco no futuro para uma cidade inteligente considera questões, tais como: consciência, flexibilidade, transformabilidade, sinergia, individualidade, independência, poder de decisão e comportamento estratégico.
Toppeta (2010)	Enfatiza a melhoria na sustentabilidade e na habilidade, sendo que esta é conseguida através de combinação das TICs, com a tecnologia Web 2ª geração e com outros esforços das organizações,

	procurando conceber processos para desmaterializar e agilizar os processos burocráticos e ajudar a identificar soluções inovadoras, para a complexibilidade de gestão de uma cidade como um todo.
Washburn Sinddhu, Balaouras, Dines, Hayes e Nelson (2010)	Visualizaram uma cidade inteligente como uma coleção de tecnologias de computação inteligentes, aplicadas a componentes e serviços de infraestruturas críticas. Comutação inteligente refere-se a uma nova geração de tecnologias de hardware, software e rede integrados que fornecem sistemas de TI e, em tempo real, consciência do mundo real e analítica avançada e ações que otimizem os serviços da cidade – que incluem gestão da cidade, educação, saúde, segurança pública, habitação, transporte e sistema de utilities (mais inteligente, interconectado e eficiente).
Dirks e Keeling (2009)	Consideram uma cidade inteligente como uma integração orgânica de sistemas. A inter-relação entre os sistemas centrais de uma cidade é tido em conta para tomar o sistema de sistemas mais inteligente, ou seja, nenhum sistema opera isoladamente.
Kanter e Litow (2009)	Consideram uma cidade inteligente como um orgânico – uma rede e um sistema ligados. Enquanto cidades industriais eram esqueleto e pele, cidades inteligentes (pós-industriais) são como organismos que desenvolvem um sistema

	nervoso artificial, o que lhes permite atuar de forma coordenada.

Fonte: Chourabi et al, 2012, p. 2290

Existe uma série de fatores que esclarecem as iniciativas de projetos nas *Smart Cities*, apesar das diferentes concessões. O intuito é criar uma estrutura que pode ser usada para caracterizar uma cidade.

Vimos neste capítulo que o conceito cidade inteligente é utilizado pelo mundo inteiro, porém com diferentes contextos e significados, sendo assim há imensos projetos e estudos de diversas áreas, focos, instituições, governos, cada um com o seu objetivo e suas motivações, ações e investimentos diversificados. Pensando assim, é necessário criar, pensar e implementar pilares para este conceito, com o intuito de promover de forma mais eficaz e segura os trabalhos empenhados nessa temática, e por fim obter inúmeros resultados brevemente.

2.9.3 Os pilares de uma cidade inteligente

Uma *Smart City* apresenta 6 (seis) pilares de extrema importância que estão identificados na figura de número 5, que fazem a cidade se tornar mais eficaz e inteligente. Isso se dá pelo fato que a combinação destes elementos forma cidadãos com atitudes mais independentes, conscientes e decididas.

Figura 5: Pilares de uma cidade inteligente

Fonte: Maria Tereza (2016)

A figura de número 5 representa os pilares de uma sociedade. Infelizmente, o diálogo entre pessoas na sociedade, com intuito de gerar confiança umas às outras, em cooperar, participarem das redes e diálogos sociais, em compartilhar objetivos comuns, e serem proativas, está cada vez menos utilizado, ainda mais o assunto abordado, tecnologia. Felizmente existem muitos projetos dentro do conceito *Smart City* que permitem tornar os moradores mais inclusos digitalmente, participativos e educados, com isso inteirando moradores nos conceitos principais e de importância da cidade onde habitam.

A sociedade é composta por diferentes fatores, sendo eles, social, étnico, a inovação, a tolerância e o compromisso. Para obter uma sociedade mais instruída ao conceito *Smart City*, os governos devem integrar o conceito com a população através de diversas formas como: *workshops*[11], cursos online, divulgação de notícias que envolvam este conceito na mídia em geral, entre outras ações. Com intuito de tornar o desenvolvimento eficaz e a região alcançar uma boa posição competitiva no conceito de Smart City, a cidade deve unir suas forças, tornando a cidade mais unida com a população, solucionando os problemas em questão brevemente, tornando a cidade mais eficaz e eficiente em comparação as demais. Quanto mais elevado o nível de educação da população, tanto maior será o crescimento da produtividade local. Regiões que ocupam pessoas mais cultas são propícias a uma melhor qualidade de vida, isso se dá, pois, indivíduos mais cultos estimulam o desenvolvimento de instalações de consumo, ou então por que estão ligados diretamente a política, tem influências em determinados processos, obtendo assim resultados positivos. A população exerce papel fundamental na engrenagem da cidade, engrenagem essa, que tem influência no patrimônio histórico cultural desta região.

É importante ressaltar que o conhecimento é muito exponencial para a evolução tecnológica e evolução dentro da cidade. As pessoas têm maiores capacidades e liberdades de produzir novos conceitos dentro da cidade. É relevante o capital social para o processo do desenvolvimento da atividade empreendedora, tornando a manivela da inovação, e por fim tornando atrativamente aos olhos de investidores e outros órgãos.

[11] Oficina; curso ou seminário intensivo, de pouca duração, em que habilidades artísticas ou intelectuais são exercitas: workshop de literatura.

A economia inteligente reapresenta o segundo pilar de uma *Smart City*, quando uma cidade tem alta competitividade econômica, podendo ser nacional ou internacional, sendo assim, possui uma característica de uma cidade inteligente.

A definição de economia no âmbito do conceito *Smart City* inclui fatores, sendo eles, competitividade econômica, inovação, produtividade, flexibilidade do mercado de trabalho e integrando o mercado nacional e internacional. As *Smart Cities* são berço para inovações, com propósito de novas oportunidades econômicas. De modo geral, os resultados positivos alcançados por projetos de cidade inteligente são a criação de novas empresas, criação de emprego, o desenvolvimento da força de trabalho, e o aumento da produtividade (Chourabi, 2012). Contudo, por melhor que seja o desempenho económico de determinada cidade, esta não poderá jamais ser considerada uma cidade inteligente, se ignorar as condições sociais dos seus cidadãos (Batty et al, 2012).

O modo de vida inteligente é representado no terceiro pilar da cidade inteligente, na melhoria de vida, em novos serviços em vários aspectos, cultura, lazer, esporte, culinária, entre outros, promovendo assim prospecção de turismo nesta região. Os modos de viver são distintos comparando localidades, mesmo essas sendo próximas uma da outra, isso se dá pelo fato que, a uma série de fatores tais como; acesso saúde, educação, laser, segurança, habitação, índice de problema e índice pobreza, que cada cidade e região possui seus índices, que não são iguais as demais.

A mobilidade urbana integra o quarto pilar de uma *Smart City*, a mobilidade deve ser mais ágil, inclusa, confortável e sustentável possível. A mobilidade deve levar em conta seu custo, sendo mais acessível a toda população, eficiente a nível energético, e de fácil acesso a todos os pontos da cidade, um ambiente mais propicio, inclusões de meios de mobilidade eficientes, como patinetes, bicicletas, e é de extrema importância ressaltar, o fato da infraestrutura com um alto nível de excelência, para implantação destes meios de mobilidade.

Como elementos fundamentais que devem ser levados em consideração na análise de iniciativas de cidade inteligente, que têm forte impacto sobre a sustentabilidade e a habitabilidade de uma cidade, temos a proteção de recursos naturais e gestão de infraestruturas como cursos de água e esgoto e também de espaços verdes (HAFEDH CHOURABI, 2012). O uso de inovação tecnológica como energia solar e outras fontes renováveis de eletricidade, podem também melhorar o

meio ambiente, as cidades devem também explorar oportunidades relacionadas com áreas de gestão de energia e edifícios sustentáveis. (FGV PROJETOS , 2020)

O surgimento do último pilar se dá através das necessidades de uma atividade de extrema inteligência, que tem como intuito gerenciar as diferentes componentes que integram uma cidade inteligente, é a dependência de alguma estrutura, muitas vezes estruturas de governo, sendo quem ocupa o quinto pilar de uma *Smart City* é o governo. Os inúmeros problemas que uma *Smart City* enfrenta, ultrapassando o gerenciamento clássico de governo, isso significa, que problemas encontrados nas *Smart City*, na qual o governo tem mais dificuldade de lidar e solucionar, comparado a problemas de uma vaidade comum. Com a expansão do conceito cidade inteligente é decorrente o aumento das TIC (Tecnologia da Informação e Comunicação), com intuito de melhorar a participação de política pública, novas políticas públicas, que sejam de fato eficientes, na prestação de serviços públicos para sociedade. É necessário que a cidade inteligente cumpra e atenda com fatores básicos.

A transição para uma cidade comum, se tornar inteligente, é necessário cumprir alguns fatores de extrema importância, como; interação entre componentes tecnológicos, institucional e político. É necessário reconhecer a cidade como uma rede com inúmeros sistemas, na qual todos os sistemas têm como objetivo principal, na qual satisfazer as necessidades humanas. Assim para relatar sobre uma cidade inteligente, e necessário juntar diferentes setores do governo, ou seja, promover o diálogo entre diferentes setores, como; habitação, meio ambiente, transporte, energia, desenvolvimento urbano, desenvolvimento cultural e desenvolvimento econômico. Sendo assim os governos devem assegurar que as cidades inteligentes são administradas, ou sejam redes relacionadas a variados atores. Sendo assim é necessária uma excelente liderança, bem como possuir uma estratégia estruturada e integrada, articulando diversos setores do poder público. Isso se resume a necessidade da integração, e troca de informações de vários departamentos governamentais, a âmbito local.

É necessário no governo o incentivo do envolvimento da comunidade, a participação dos *stakeholders*[12] em geral, e uma utilização inédita do capital social. A comunidade deve sim intervir, opinar as decisões que envolvam o processo de inovar, e tornar uma cidade inteligente. O objetivo das cidades inteligentes é promover em

[12] Público estratégico e descreve uma pessoa ou grupo que tem interesse em uma empresa, negócio ou indústria, podendo ou não ter feito um investimento neles.

vários aspectos, no que diz respeito aos conceitos, social e econômico. Um aspecto importante que definido o mesmo como inteligente, é a capacidade de se planejar a longo prazo (10 a 20 anos), uma vez que é de suma importância uma visão a longo prazo, no que diz respeito ao conceito de cidade inteligente, sendo suas ações serão mais orientados e planejadas, tendo uma base de conhecimento para a cidade poder se planejar melhor, tanto no presente, como no futuro. Este ponto é necessário verificar a real situação dos pontos fortes, e fracos, com tudo de enxergar uma boa noção de diversidade de vários aspectos (FGV PROJETOS).

Outro aspecto para o governo é se tornar inteligente, o fato de todos os sistemas, secretarias, gabinetes de governo trabalharem de formas transparentes, e interligadas entre si. Sendo que esta transparência é utilizada para todos os âmbitos, clientes, outros órgãos, e população, para todos que queiram consultar. Com a inserção do TIC (Tecnologia Informação e Comunicação), ficou muito mais utilizado.

A utilização do TIC (Tecnologia Informação e Comunicação) possibilitou solucionar problemas sociais, ambientaria e econômicos de uma cidade, sendo que estes conceitos são fundamentais para a comunidade. A utilização do TIC (Tecnologia Informação e Comunicação) tem como característica governo inteligente, na qual representa a população, política, práticas rotineiras, recursos, normas sociais e informações que interagem entre si, com finalidade de apoiai as atividades de governo. Segundo apontam alguns autores e estudiosos desse contexto, uma política renovada, e engajada é de extrema importância para o engajamento deste assunto. (UNIBH , 2020) (IPEA, 2019) É essencial que o governo crie condições necessárias para o desenvolvimento urbano. Primeiramente é necessário identificar as pessoas chaves que vão mudar este contexto, para depois a implantação da tecnologia, propriamente inserida e bem analisada para inserção dela, em várias áreas do contexto.

De acordo com Centre for Cities, (2014) “Em relação às melhores práticas a serem executadas pelos governos, o que se conclui é que não há um caminho único para tornar-se uma cidade inteligente, uma vez que cada cidade tem as suas caraterísticas e particularidades que a distinguem das outras, contudo, baseado em exemplos de casos de sucesso, o melhor caminho passará por, em primeiro lugar; integrar os projetos de cidade inteligente, com o objetivo de desenvolvimento econômico e com os planos de prestação de serviços públicos existentes e identificar como a tecnologia poderá ajudar a atingir as metas estabelecidas, em segundo lugar;

centrar os investimentos em abordagens pragmáticas, que sejam práticas e financeiramente viáveis, deixando espaço para projetos inovadores, e em terceiro, e último lugar; promover a participação de todas as partes envolvidas, (representantes da comunidade, empresas e moradores locais), para garantir que os projetos em curso são relevantes para as oportunidades e desafios que a cidade enfrenta, em inúmeros aspectos", como a falta de recursos financeiros e humanos.

É importante ressaltar e considerar a alteração de governo em uma cidade inteligente, a um conjunto de ações que são típicas de uma cidade inteligente, que devem ser realizadas, designadas e colocadas. Se forem de grande, média ou pequena a relevância do problema, se podemos unir ou auxiliar em outra face do sistema, se são alinhados e adequados com o intuito de um amplo desenvolvimento para a região, com isso é necessário efetivamente ocorrer investimento, trabalhos em pesquisa para produzir resultados. (ANDUUS , 2020)

Portanto podemos afirmar que o apoio do governo sendo ele, municipal, estadual ou federal, é importante para implementação de iniciativas de cidade inteligente, através de diferentes ações, como, o papel de governo, inserção de leis, a relação de agências governamentais e não governamentais. Em suma, é de grande relevância o apoio do governo nas cidades inteligentes.

Para se tornar uma cidade inteligente, não basta só o sistema TIC (Tecnologia Informação e Comunicação), e sim também o apoio da sociedade e governo em geral. Sendo que o papel do governo é de implantar iniciativas sustentáveis e inteligentes, e organizar a cidade.

Para se determinar os 6 (seis) pilares constituídos, tabela de número 4, é necessário determinar fatores, na qual cada um destes fatores é analisado e indicado brevemente. São necessários indicadores bases para avaliar os processos, eficácia e resultados. É necessária uma estrutura holística, a qual se forma através de suas necessidades, afinal cada região tem seu intuito e dificuldade. Veremos na tabela de número 4, um exemplo de conjunto de fatores que demonstram o grau de inteligência de uma região, seguindo como base, os 6 (seis) pilares de fundamentais importâncias, que avaliam uma cidade inteligente.

Tabela 4: Apontamentos de indicadores de estruturas que compõem uma Smart City

Fator		Indicador
Economia inteligente	- Espírito inovador - Empreendedorismo - Imagem econômica e marcas - Produtividade - Flexibilidade do mercado de trabalho - Inserção internacional	- Despesas em atividades de I&D em % do PIB - Taxa de emprego em setores intensivos em conhecimento - Aplicações de patente por habitante - Taxa de autoemprego - Novas empresas registadas - Importância enquanto centro de tomada de decisões PIB por trabalhador empregado - Taxa de desemprego - Proporção em emprego a *part-time* - Empresas com sede na cidade que estejam cotadas em bolsa - Transporte aéreo de passageiros

Pessoas Inteligentes	- Nível de qualificação - Aprendizagem de longo prazo - Pluralidade étnica e social - Flexibilidade - Criatividade - Cosmopolismo/Mentes abertas - Participação na vida pública	- Importância enquanto centro de conhecimento (melhores centros de investigação, melhores universidades...). - População com formação superior - Competências em línguas estrangeiras - Empréstimos de livros por habitante - Taxa de participação em aprendizagem ao longo da vida - Participação em cursos de línguas - Taxa de estrangeiros - Taxa de cidadãos nacionais nascidos no estrangeiro - Percepção de conseguir um novo emprego - Taxa de população a trabalhar em indústrias criativas - Comparecimento de eleitores em eleições europeias - Ambiente favorável à imigração (atitude relativamente à imigração) - Conhecimento acerca da UE - Comparecimento de eleitores em eleições da cidade - Participação em trabalho voluntário

Governo Inteligente	- Participação na tomada de decisão - Serviços públicos e sociais - Transparência do governo	- Representantes das cidades por residente - Atividade política dos habitantes - Importância da política para os habitantes - Taxa de representantes da cidade do sexo feminino - Gastos municipais em espaços públicos por habitantes - Taxa de crianças em creches - Satisfação com a qualidade das escolas - Satisfação com a transparência da burocracia - Satisfação com a luta contra a corrupção
Mobilidade Inteligente	- Acessibilidade do local - Acessibilidade (inter) nacional - Disponibilidade de infraestruturas de TIC - Sustentabilidade, inovação e segurança dos sistemas de transporte	- Rede de transportes públicos por habitante - Satisfação com a facilidade de acesso ao transporte público - Satisfação com a qualidade do transporte público - Acessibilidade internacional - Computadores por agregado familiar - Acesso à internet de banda larga por agregado familiar - Taxa de mobilidade verde (tráfico individual não motorizado) - Segurança do tráfego - Uso de carros híbridos

Ambiente Inteligente	- Atratividade das condições naturais - Poluição - Proteção ambiental - Gestão de recursos sustentável	- Horas de sol - Espaços verdes - Incidência de raios ultravioleta - Problemas particulares - Doenças respiratórias fatais por habitante - Esforços individuais para proteger o ambiente - Opinião acerca da proteção do ambiente - Uso eficiente de água (em relação ao PIB) - Uso eficiente de eletricidade (em relação ao PIB)
Modo de vida Inteligente	- Instalações culturais - Condições de saúde - Segurança individual - Qualidade das habitações - Atratividade turística - Coesão social	- Frequências de idas ao cinema por habitante - Visitas a museus por habitante - Frequência de idas ao teatro por habitante - Esperança média de vida - Camas em hospitais por habitante - Médicos por habitante - Satisfação com qualidade do sistema de saúde - Taxa de criminalidade - Taxa de homicídios por assalto - Satisfação com a segurança individual - Taxa de habitações que cumpram os standards mínimos de qualidade - Média de área de habitação por habitante - Satisfação com a qualidade da habitação pessoal - Importância enquanto destino turístico - Dominas anuais por habitante - Percepção do risco pessoal de pobreza - Taxa de pobreza

Fonte: Giffinger et al, 2007, p. 22-23

É de extrema importância considerar e analisar as iniciativas das cidades inteligentes. Todos estes segmentos são de extrema importância para a cidade inteligente alcançar seu êxito, mesmo que cada cidade tenha suas características, e

objetivos. Entende cidade inteligente como a junção do trabalho eficiente, com a educação de toda população, e um excelente gerenciamento público, que por fim permite alcançar seus objetivos eficientes e de forma sustentável. Pelo fato de as cidades inteligentes fazerem parte de um ecossistema de inovação aberto, o qual promove o seu desenvolvimento, a gestão de uma cidade inteligente é mais complexa do que a gestão de uma cidade tradicional.

Neste capítulo foram debatidos os 6 (seis) principais pilares de uma cidade inteligente, sendo eles: Ambiente inteligente, economia inteligente, pessoas inteligente, cidade inteligente, mobilidade inteligente, governação inteligente e por fim modo de vida inteligente. Na qual fazem a cidade se tornar mais eficaz e inteligente, isso se dá, pelo fato que a combinação destes elementos, forma cidadãos com atitudes mais independentes, conscientes e decididos. Sendo assim iremos verificar e apontar as cidades mais inteligentes no contexto Sul-Americano, com intuito de defender que este conceito é muito discutido em nosso continente.

3 CIDADE DE CAMPINAS

3.1 Breve história da cidade de Campinas

A cidade de Campinas se deu iniciou na primeira metade do século XVIII como um bairro rural da Vila de Jundiaí. Situado nas margens de uma trilha aberta por paulistas do Planalto de Piratininga entre 1721 e 1730 (trilha na qual seguia em direção às recém-descobertas minas dos Goiases), o núcleo do "Bairro Rural do Mato Grosso" dando início assim com a instalação de uma parada de tropeiros nas proximidades da "Estrada dos Goiases". (PREFEITURA DE CAMPINAS, 2019*)

A parada das "Campinas do Mato Grosso" (erguido em meio a pequenos descampados ou "campinhos", em uma região de mata fechada) alavancou o desenvolvimento de inúmeras atividades de abastecimento realizando assim uma densa concentração populacional, reunindo-se 185 pessoas neste bairro rural em 1767. (PREFEITURA DE CAMPINAS, 2019*)

Com a chegada de fazendeiros procedentes de Taubaté, Itu, Porto Feliz, entre outras cidades. Na segunda metade do século XVIII, a cidade de Campinas ganhava forma também uns demais segmentos, como, econômica, política e social. (PREFEITURA DE CAMPINAS, 2019*)

Naquela época os fazendeiros buscavam terras com intuito de instalar lavouras de cana e engenhos de açúcar, utilizando mão de obra escrava. Por interesse destes fazendeiros e do governo da capitania de São Paulo, que o bairro rural do Mato Grosso se fez transformado em Freguesia de Nossa Senhora da Conceição das Campinas do Mato Grosso (1774); logo após isso, em Vila de São Carlos (1797), e em (1842) finalmente Cidade de Campinas, sendo que neste período as plantações de café já superavam as lavouras de cana. (PREFEITURA DE CAMPINAS, 2019*)

Figura 6: Primeira ilustração do mapa da cidade de Campinas

Fonte: Portal da cidade de Campinas (2015).

Os cafezais nasceram do interior das fazendas de cana, impulsionando em pouco tempo um novo ciclo de desenvolvimento da cidade. A partir da economia cafeeira[13], Campinas passou a concentrar um grande contingente de trabalhadores escravos e livres (de diferentes procedências), empregados em plantações e em atividades produtivas rurais e urbanas. No mesmo período (segunda metade do século XVIII), a cidade começava a experimentar um intenso percurso de "modernização" dos seus meios de transporte, de produção e de vida, continuando até os dias atuais. (CORREIO REAC , 2019)

Em 1930 com a crise da economia cafeeira, a cidade "agrária" de Campinas assumiu uma característica mais industrial e de serviços. Campinas recebeu do "Plano Prestes Maia" (1938), um amplo conjunto de ações voltado a reordenar suas vocações urbanas, sempre nas perspectivas de impulsionar velhos e novos talentos, como o de polo tecnológico do interior do Estado de São Paulo, como plano urbanismo.

[13] Arbusto da família das rubiáceas, que produz o café.

Figura 7: Imagem da cidade de Campinas, no século XX.

Fonte: Portal da cidade de Campinas (2015).

No mesmo percurso, a cidade passou a concentrar uma população mais significativa, constituída de migrantes e imigrantes procedentes das mais diversas regiões do estado, do país, e do mundo, e que chegavam à Campinas atraídos pela instalação de um novo parque produtivo. (PARTICIPAÇÃO DEMOCRACIA POLÍTICAS PÚBLICAS , 2015)

Entre as décadas de 1930 e 1940, portanto, a cidade de Campinas passou a vivenciar um novo momento histórico, marcado pela migração e pela multiplicação de bairros nas proximidades das fábricas, sendo assim implementadas grandes e inúmeras rodovias, como: (PARTICIPAÇÃO DEMOCRACIA POLÍTICAS PÚBLICAS , 2015)

- Rodovia Bandeirantes (1979);
- Via Anhanguera, (1948);
- Rodovia Santos Dumont, (1980).

Foram se formando novos bairros, sem infraestrutura urbana alguma, conquistaram uma melhor condição de urbanização entre as décadas de 1950 a 1990, ao mesmo tempo em que o território da cidade aumentava 15 vezes e sua população, cerca de 5 vezes. De maneira especial, entre as décadas de 1970/1980, os fluxos migratórios levaram a população a praticamente duplicar de tamanho. (PARTICIPAÇÃO DEMOCRACIA POLÍTICAS PÚBLICAS , 2015)

Após entendermos este capítulo sobre a história de cidade de Campinas, é necessário caracterizar a cidade, a fim de criarmos uma melhor métrica para esta

pesquisa. É bom relembrarmos, conforme vimos em capítulos anteriores da nossa pesquisa, é necessário contextualizar a cidade, entender a cidade a fim de achar a melhor solução para o conceito de cidade inteligente, referente a Campinas.

3.2 Característica da cidade de Campinas

Nos dias de hoje a cidade de Campinas ocupa uma área de aproximadamente 801 (oitocentos e um) km², na qual é ocupada com uma população de aproximadamente 1 (um) milhão de habitantes, distribuídas em centenas de bairros e em 4 (quatro) distritos principais, sendo eles, Sousa, Joaquim Egídio, Nova Aparecida e Barão Geraldo. Tal número populacional trabalhadora da cidade de Campinas se dá, pelo crescimento econômico e social desta cidade, tornando assim a maior cidade localizada no interior de um estado, uma das maiores cidades do Brasil, segundo a Tabela de número 5. (PARTICIPAÇÃO DEMOCRACIA POLÍTICAS PÚBLICAS , 2015)

Tabela 5: Os 25 municípios mais populosos

OS 25 MUNICÍPIOS MAIS POPULOSOS			
ORDEM	UF	MUNICÍPIO	POPULAÇÃO 2014
1º	SP	São Paulo	11.895.893
2º	RJ	Rio de Janeiro	6.453.682
3º	BA	Salvador	2.902.927
4º	DF	Brasília	2.852.372
5º	CE	Fortaleza	2.571.896
6º	MG	Belo Horizonte	2.491.109
7º	AM	Manaus	2.020.301
8º	PR	Curitiba	1.864.416
9º	PE	Recife	1.608.488
10º	RS	Porto Alegre	1.472.482
11º	PA	Belém	1.432.844
12º	GO	Goiânia	1.412.364
13º	SP	Guarulhos	1.312.197
14º	SP	Campinas	1.154.617
15º	MA	São Luís	1.064.197
16º	RJ	São Gonçalo	1.031.903
17º	AL	Maceió	1.005.319
18º	RJ	Duque de Caxias	878.402
19º	RN	Natal	862.044
20º	MS	Campo Grande	843.120
21º	PI	Teresina	840.600
22º	SP	São Bernardo do Campo	811.489
23º	RJ	Nova Iguaçu	806.177
24º	PB	João Pessoa	780.738
25º	SP	Santo André	707.613
TOTAL 25 MAIORES		51.077.190	
TOTAL BRASIL		202.768.562	
% TOTAL BRASIL		25,2%	

Fonte: UOL (2014)

Ressaltamos também que a cidade de Campinas contribui com um dos polos da região metropolitana de São Paulo, mais conhecida como RMC (Região Metropolitana de Campinas), quem engloba 19 (dezenove) cidades além de Campinas, e com uma população estimada de 2,33 milhões de habitantes, aproximadamente 6,31% da população estadual.

Iremos relatar abaixo os principais acessos da cidade de Campinas, descrevendo a rodovia, rotas para o norte e sul, as concessionárias, a localização da rodovia, conforme retiramos da fonte Digma Imagem / Autoban.

Figura de número 9, ilustrando o acesso a cidade de Campinas.

Figura 8: Ilustração da Rodovia dos Bandeirantes

Rodovia dos Bandeirantes Fonte: Digna Imagem / Autoban

▪SP 348 - Rodovia dos Bandeirantes (km 88)

Ao Norte: Hortolândia, Sumaré, Nova Odessa, Cordeirópolis, Limeira, Santa Bárbara D'Oeste e Rodovia Anhanguera Ao Sul: Valinhos, Itupeva, Jundiaí, Cajamar, Franco da Rocha, Caieiras, São Paulo. Autoban - 0800-555-550 (PREFEITURA DE CAMPINAS)

▪SP 330 - Rodovia Anhanguera (km 92, 95, 98 e 103).

Ao Norte: Sumaré, Nova Odessa, Americana, Limeira, Ribeirão Preto e Triângulo Mineiro. Ao Sul: Valinhos, Vinhedo, Louveira, Jundiaí, Cajamar, Osasco, São Paulo. Autoban - 0800-555-550 (PREFEITURA DE CAMPINAS)

▪SP 65 - Rodovia Dom Pedro I (km 132, 135 e 139).

Valinhos, Itatiba, Jarinu, Atibaia, Rodovia Fernão Dias, Bom Jesus dos Perdões, Nazaré Paulista, Igaratá, Jacareí, Rodovia Dutra, Rodovia Carvalho Pinto, Rodovia Tamoios (Litoral Norte). Rota das Bandeiras: 0800-770-8070 (PREFEITURA DE CAMPINAS)

▪Campo de Aviação dos Amarais (Aeroclube)

Av. dos Amarais, s/n- Jd. Santa Mônica Fones: (19) 3246-3220 - 3246-3109 - 3246-3140 www.aeroclubedecampinas.com.br (PREFEITURA DE CAMPINAS)

▪SP 101- Rodovia Francisco Aguirre Proença (Campinas- Monte Mor)

Hortolândia e Monte Mor (PREFEITURA DE CAMPINAS)

▪SP-332 - Rodovia Professor Zeferino Vaz

Campinas, Paulínia, Cosmópolis, Artur Nogueira, Engenheiro Coelho, Conchal e Mogi Guaçu (PREFEITURA DE CAMPINAS)

▪SP 340 - Rodovia Dr. Ademar Pereira de Barros (Campinas-Mogi Mirim) (km 114)

Ao norte: Jaguariúna, Holambra, Santo Antônio de Posse, Mogi Mirim, Mogi Guaçu, Estiva Gerbi, Aguaí, Casa Branca, Mococa e Sul de Minas. Renovias - 0800-559-696 (PREFEITURA DE CAMPINAS)

▪SP 075 - Rodovia Santos Dumont (km 77)

Aeroporto de Viracopos, Indaiatuba, Salto, Itu, Sorocaba Colinas - 0800-7035080 (PREFEITURA DE CAMPINAS)

▪Aeroporto de Viracopos

Rodovia Santos Dumont, km 2,8- Vila Aeroporto Fone: (19) 3725-5000 - www.infraero.gov.br (PREFEITURA DE CAMPINAS)

▪Anel Viário Magalhães Teixeira (Campinas-Valinhos)

Ligação entre as Rodovias Anhanguera km 86 com Dom Pedro I km 128 (Campinas- Valinhos) Rota das Bandeiras: 0800-770-8070 (PREFEITURA DE CAMPINAS)

O terminal multimodal Ramos de Azevedo, conforme ilustra a figura de número 9, está localizado na cidade de Campinas, interior do estado de São Paulo, é o principal terminal multimodal de transporte intermunicipal[14] e interestadual da cidade de Campinas, está localizado na Vila Industrial, próximo ao centro da cidade, inaugurado em 04/06/2008, e assumindo totalmente sua operação em 22/08/2008. Tal inauguração deste moderno e sofisticado terminal se deu, pelo que o terminal rodoviário antigo da cidade de Campinas, terminal rodoviário Dr. Barbosa de Barros, estava em situações precárias. O terminal multimodal Ramos de Azevedo é um complexo multifuncional[15], na qual está localizado no mesmo complexo o terminal de ônibus rodoviário e metropolitano, sob responsabilidade da empresa EMTU (Empresa Metropolitana de Transportes Urbanos de São Paulo), e uma estação ferroviária, que ocupa uma área de aproximadamente 70 (setenta) mil m². Futuramente se planeja receber nesta área o TAV (trem de alta velocidade), integrando assim a RMC (região

[14] Entre dois ou mais municípios: campeonato intermunicipal.
[15] Que tem muitas funções e as realiza sozinho.

Metropolitana de Campinas), com demais cidades como, Jundiaí, grande São Paulo, e outros estados de grande relevância, como Rio de Janeiro e Paraná, conforme ilustra a figura de número 9.

Figura de número 9: Ilustrando a rodoviária da cidade de Campinas.

Figura 9: Terminal multimodal Ramos de Azevedo

Terminal multimodal Ramos de Azevedo - Foto: Luiz Granzotto

Figura de número 10, ilustrando o projeto do TAV (Trem de alta velocidade).

Figura 10: Mapa da rede de planejamento do TAV

Mapa da rede de planejamento do TAV Fonte: ANTT

Após contextualizar a cidade pesquisada, no caso de Campinas, contextuamos principalmente no que diz respeito à meio de transporte dentro da cidade; principais rodovias, pontos de paradas, (rodoviária), e projetos futuras a serem concretizados, com intuito de visualizar a questão deste segmento dentro da cidade. Sendo assim nos tópicos seguintes iremos caracterizar a fundo os principais pontos da cidade, por tanto as áreas com necessidade de um transporte público de qualidade.

3.3 A visão do alto da torre do Castelo

Figura 11: Ilustração do Balão do Castelo

Fonte: Balão do Castelo - Arquivo PMC

Do alto da Torre do Castelo, podemos conhecer a cidade Campinas. Contando com seis janelas, avista-se a história da cidade. Campinas conta com a Sanasa (Sociedade de Abastecimento de Água e Saneamento), empresa de água e esgoto, fundada em 1974, é responsável pelo abastecimento de 98% da população de Campinas com água tratada e 88% de coleta de esgoto.

Dentre seu complexo de reservatórios elevados de água, encontra-se a Torre do Castelo, coma altura aproximadamente de 27 metros, e capacidade no seu reservatório de 250 mil litros de água, projetada em 1938 e após dois anos inaugurados, se destaca tanto por sua arquitetura singular, como pela localização, e já se tornou um símbolo da cidade de Campinas.

A Torre do Castelo, em 1991 recebeu reformas, com novas alterações com intuito da instalação do Museu Histórico da Sanasa. Em 1998, o edifício e a praça passaram por uma grande restauração para devolver e fundir as características do

início da década de 40. Do alto da Torre do Castelo temos a oportunidade de conhecer a diversidade da cidade, e prender a cultural e histórica de Campinas.

O Departamento Municipal de Turismo e a SANASA abrem uma parceria, dentro do projeto turístico, com o nome, “Conheça Campinas”, abre as janelas da Torre à população, com intuito de promover o turismo e lazer na cidade de Campinas.

Neste tópico foi citado um dos principais pontos da cidade de Campinas, a região do Castelo, é bom ressaltar, que estamos citando as principais regiões da cidade, com intuito de entender, e dimensionar de fato, qual a melhor estratégia a ser utilizada para esta região. Importante salientar, conforme vimos anteriormente, cada região tem suas características, suas limitações, sendo assim diferentes ações a serem empregadas.

3.4 A Visão Leste e Nordeste

Figura 12: Ilustração da visão Leste/Nordeste da cidade de Campinas

Fonte: A Visão Leste/Nordeste - Arquivo PMC

Segundo o portal da Prefeitura de Campinas; “A partir da malha central, a cidade se expandiu pelas regiões norte, leste e sul, originando-se, nas últimas décadas do século 19, os primeiros bairros nos arrabaldes da cidade. Na região leste, formou-se o Cambuí, o Frontão e o Taquaral. Através da "janela" Leste, podemos identificar o Cambuí e o Taquaral; e, aos fundos, os distritos de Sousas e Joaquim Egídio, que também se originaram no século XIX e que ainda se caracterizam pelas

tradições, por edificações urbanas e rurais do período cafeeiro e pelas paisagens naturais integradas à Área de Proteção Ambiental (APA) da cidade. Estes bairros se formaram no período cafeeiro impulsionados pelo complexo do café e pela passagem dos trilhos da Companhia Férrea Campineira, reunindo, em seu interior, várias chácaras, estábulos e unidades de abastecimento necessários à cidade em crescimento. Com o passar das décadas (entre os anos 30 e 60), a região deu lugar, ainda, a uma nova área de urbanização (entre o Taquaral e o Cambuí) composta pelos Jardins Bela Vista, Flamboyant e Boa Esperança, Chácara da Barra, Parque Brasília, ou ainda, por bairros orientados pela Rodovia Heitor Penteado (em direção aos Distritos de Sousas e Joaquim Egídio) onde se encontra o Parque Ecológico". (PREFEITURA DE CAMPINAS)

Neste tópico foi citado um dos principais pontos da cidade de Campinas, a visão Leste e Nordeste, é bom ressaltar, que estamos citando as principais regiões da cidade, com intuito de entender, e dimensionar de fato, qual a melhor estratégia a ser utilizada para esta região. Importante salientar, conforme vimos anteriormente, cada região tem suas características, suas limitações, sendo assim diferentes ações a serem empregadas.

3.5 A Visão Norte/Nordeste, uma malha consolidada.

Figura 13: Ilustração da visão Norte/Nordeste da cidade de Campinas

Fonte: A Visão Norte/Nordeste - Arquivo PMC

De acordo com o portal da Prefeitura de Campinas; "Para além da "janela" Norte/Nordeste, os prédios nos impedem de ver uma malha urbana consolidada

originada do bairro do Taquaral. Na trajetória de formação desta região, a urbanização seguiu os trilhos das Companhias Mogiana e Funilense e fez nascer, no final do século XIX, os bairros do Guanabara, Bonfim e Botafogo, ou ainda, o núcleo de Barão Geraldo (hoje distrito) em território mais distante. Com as transformações trazidas pela crise cafeeira, a antiga Fazenda Chapadão deu lugar a novos loteamentos que, entre as décadas de 30 e 50, originaram os bairros do Chapadão (onde se encontra a "Torre do Castelo"), os Jardins Guanabara, Nossa Senhora Auxiliadora, IV Centenário e Brasil, Vila Nova, Santa Cruz, entre outros. Com a implantação da Unicamp na década de 1960 e da PUC-Campinas (Campus I) nos anos 1980, a região ganhou ainda maior potencial de desenvolvimento, passando a contar os distritos de Barão Geraldo". (PREFEITURA DE CAMPINAS)

Neste tópico foi citado um dos principais pontos da cidade de Campinas, a visão Norte e Nordeste, é bom ressaltar, que estamos citando as principais regiões da cidade, com intuito de entender, e dimensionar de fato, qual a melhor estratégia a ser utilizada para esta região. Importante salientar, conforme vimos anteriormente, cada região tem suas características, suas limitações, sendo assim diferentes ações a serem empregadas.

3.6 A Visão Sudoeste/Sul, o mais intenso crescimento.

Figura 14: Ilustração da visão Sudoeste/Sul da cidade de Campinas

Fonte: A Visão Sudoeste/Sul - Arquivo PMC

Neste tópico foi citado, a visão Sudoeste e Sul, é bom ressaltar, que estamos citando as principais regiões da cidade, com intuito de entender, e dimensionar de fato, qual a melhor estratégia a ser utilizada para esta região. Importante salientar, conforme vimos anteriormente, cada região tem suas características, suas limitações, sendo assim diferentes ações a serem empregadas.

3.7 A visão Sul e Sudeste

Figura 15: Ilustração da visão Sul/Sudeste da cidade de Campinas

Fonte: A Visão Sul/Sudeste - Arquivo PMC

De acordo com o portal da Prefeitura de Campinas; “Através da "janela" Sul/Sudeste podemos enxergar o "centro velho" de Campinas, área em que nasceu a cidade. É um território tomado por prédios e se constitui na área mais verticalizada da cidade. Os marcos mais antigos da malha urbana estão nesta região (entre as avenidas Moraes Sales, Andrade Neves e Barão de Itapura e a rua Coronel Quirino), reunindo em seu interior pistas do centenário pouso "das Campinas Velhas" (nas imediações do Estádio do Guarani) e do "bairro de Santa Cruz" (no largo do mesmo nome) nas margens da "Estrada dos Goiases"; os primeiros arruamentos da Freguesia (1774) e depois da Vila de São Carlos (1797) nas proximidades da Praça Bento Quirino ("marco zero" da Vila); ou ainda, o conjunto de ruas e edificações formado no século XIX, entre a Catedral Metropolitana e a atual Estação Cultura

(antiga Estação da Paulista e depois Fepasa). O adensamento[16] e a verticalização[17] da malha central se intensificaram na década de 1950 com a procura de terrenos mais valorizados e com melhor infraestrutura urbana. Seguiram-se demolições que descaracterizaram a área. Hoje, a região central ainda concentra as principais atividades de comércio, serviços de alto valor agregado e equipamentos públicos, preservando seu papel de centro econômico, institucional e de serviços de Campinas". (PREFEITURA DE CAMPINAS)

3.8 A Visão Oeste/Sudoeste, uma região em formação.

Figura 16: Ilustração da visão Oeste/Sudoeste da cidade de Campinas

Fonte: A Visão Oeste/Sudoeste - Arquivo PMC

Segundo o portal da Prefeitura de Campinas; "A "janela" oeste/sudoeste podemos observar uma malha urbana que ainda se encontra em formação, localizada entre as rodovias dos Bandeirantes e Anhanguera. Remanescente de uma região de antigas olarias, pastagem e agricultura, esta porção da cidade já abriga os bairros do Campo Grande e Itajaí, configurando-se rapidamente uma nova região de moradia e serviços na porção oeste do município. A região sudoeste, por sua vez, é a que concentra os maiores índices de ocupação e crescimento urbano, estendendo-se os bairros para além das rodovias Bandeirantes e Santos Dumont". (PREFEITURA DE CAMPINAS)

[16] Ação de tornar denso; condensar.
[17] Ato ou efeito de tornar vertical

Neste tópico foi citado um dos principais pontos da cidade de Campinas, a visão Oeste e Sudoeste, é bom ressaltar, que estamos citando as principais regiões da cidade, com intuito de entender, e dimensionar de fato, qual a melhor estratégia a ser utilizada para esta região. Importante salientar, conforme vimos anteriormente, cada região tem suas características, suas limitações, sendo assim diferentes ações a serem empregadas.

3.9 A Visão Noroeste/Oeste, uma nova cidade em formação

Figura 17: Ilustração da visão Noroeste/Oeste da cidade de Campinas

Fonte: A Visão Noroeste/Oeste - Arquivo PMC

De acordo com o portal da Prefeitura de Campinas; “Ao deslizarmos os nossos olhos para a próxima "janela" voltada para a direção oeste de Campinas, podemos avistar na paisagem uma malha urbana que, na verdade, carrega as marcas de uma nova cidade em formação. A região noroeste/oeste constitui-se no desdobramento de outro processo de expansão urbana, iniciado na década de 1940 a partir da região sul da cidade. Foi com a instalação de um novo parque produtivo composto por fábricas, agroindústrias e estabelecimentos nas proximidades das grandes rodovias Anhanguera (1948) e Bandeirantes (1979), o que estimulou a formação de um novo polo de desenvolvimento econômico na região oeste de Campinas. Esta área passou a receber inúmeros habitantes que migravam para Campinas atraídos por uma maior diversificação produtiva. Os novos bairros, originalmente formados sem auxílio de infraestrutura, conquistaram maior urbanização entre as décadas de 1950 a 1990. A região noroeste propriamente dita foi formada entre as décadas de 1960 a 1990, e hoje apresenta os bairros de Nova Aparecida e Padre Anchieta como destaques. ” (PREFEITURA DE CAMPINAS)

Neste tópico foi citado um dos principais pontos da cidade de Campinas, a visão Noroeste e Oeste, é bom ressaltar, que estamos citando as principais regiões da cidade, com intuito de entender, e dimensionar de fato, qual a melhor estratégia a ser utilizada para esta região. Importante salientar, conforme vimos anteriormente, cada

região tem suas características, suas limitações, sendo assim diferentes ações a serem empregadas.

3.10 Contexto econômico da cidade de Campinas

Poucas são as cidades no território brasileiro que conseguiram marcas como Campinas conseguiu, quando relatamos sobre desenvolvimento. A partir da sua criação, no início de 1774, Campinas já deixou destacada que não seria apenas uma cidade do reduto agrícola, mas sim uma cidade com uma população visionária[18], na qual colocavam seus projetos em prática, na educação, indústria, inovação tecnológica, na política, e em vários âmbitos, felizmente através de espirito empreendedor dos campineiros ao longo desta sua história, Campinas é atualmente a maior cidade do interior do Brasil, através de inúmeros fatores citados abaixo, como: (PREFEITURA DE CAMPINAS)

- Renda per capita de R$ 41 mil.
- 96% de água encanada e tratamento de esgoto.
- Rede de saúde mais completa do país, com destaque para os hospitais Instituto “Penido Burnier” (oftalmologia e otorrinolaringologia), Centro Corsini (tratamento do HIV) e Centro Boldrini (tratamento do câncer infantil), além do Complexo Hospitalar Ouro Verde.
- Aeroporto internacional;
- Estradas de rodagem que interligam toda a Região Sudeste do país;
- Referência nacional em segurança por monitoramento eletrônico;
- Consulados: Chile, França, Espanha, Itália, Guiné-Bissau, Equador, Haiti e Portugal;
- Câmara de Comércio dos Estados Unidos e da Itália;
- 15° maior parque industrial do Brasil;
- 5ª maior praça financeira do Brasil;
- O PIB de Campinas é de R$ 52 bilhões e historicamente cresce a uma taxa de 4% ao ano;
- Maior centro de tecnologia e pesquisa de bioetanol do Brasil;

[18] Aquele cujas ideias são extravagantes; quem tem ideias idealistas, grandiosas e acredita em projetos de difícil realização.

- 50 das 500 maiores empresas do mundo têm filiais em sua região metropolitana;
- 5ª melhor cidade em infraestrutura;
- Cidade-centro de uma região metropolitana composta de 20 municípios, somando mais de 2,6 milhões de habitantes;
- Concentra algumas das maiores empresas instaladas no país;
- A Região Metropolitana de Campinas (RMC) responde por cerca de 3% do PIB brasileiro;
- Extensa malha ferroviária;

A Secretaria de Desenvolvimento Econômico, Social e de Turismo dispõe de inúmeros projetos de incentivo à exportação e capacitação empresarial em inovação. Com a ação da secretaria, felizmente são atendidas aproximadamente 200 empresas por ano. Além do mais, entre 2013 e 2014 foram capacitadas cerca de 220 agentes de inovação de forma gratuita.

Neste capítulo verificamos o conceito econômico da cidade de Campinas, tendo vários benefícios que proporciona um maior investimento neste conceito, consecutivamente implantando várias ações com intuito de melhorar este segmento. É importante ressaltar que o contexto político da cidade proporciona diretrizes, e métricas, a fim de impulsionar este segmento.

3.11 A Campinas no contexto das cidades inteligentes.

Figura 18: Ilustração da premiação do Connected Smart Cities 2018

Fonte: Site oficial da Prefeitura Municipal de Campinas 2018.

Campinas recebeu em 2020, o prêmio de 4ª lugar no ranking de Cidade Inteligente e conectado do Brasil, no Connected Smart City, já em 2021 a cidade de Campinas ficou na 8° posição conforme a Urban Systems, empresa responsável pelo levantamento deste dado.

O Connect Smart City foi realizado em São Paulo, no centro de convenções Frei Caneca, na qual o vice-prefeito de Campinas, Henrique Magalhães Teixeira, esteve no local, representando a cidade na divulgação da classificação geral das cidades.

Em 2019 Campinas ficou em 1° lugar, já em 2017 Campinas esteve em 8º lugar, passando para o 4º lugar em 2018. Ressaltando que em 2016 a cidade de Campinas ocupou o 10° lugar, e em 2015 o 21º lugar.

Segundo o prefeito de Campinas, presume; “Estamos muito contentes com o resultado pelo salto que Campinas deu no ranking das cidades inteligentes. Com o trabalho que estamos fazendo no município, aliado ao fato de Campinas ser uma

cidade que tem a tecnologia no seu DNA, mais o investimento que é destinado para esta área, logo vamos conseguir o primeiro lugar". (G1 CAMPINAS , 2019)

"A importância deste ranking é que o levantamento realizado pela Urban Systems mostra para o país inteiro a importância da tecnologia, e incentiva todos os municípios a se atualizarem e se tornarem cidades inteligentes. " (G1 CAMPINAS , 2019)

A classificação geral considerando todos os municípios brasileiros em 2018, foi:

- 1°- Curitiba (PR);
- 2º - São Paulo (SP);
- 3º - Vitória (ES);
- 4º - Campinas (SP).

Ressaltando que é a primeira vez que a capital (São Paulo), não aparece na liderança geral;

O CEO da Urban Systems, Thomaz Assunção, também comentou referente a importância deste evento. "Parabenizo todas as cidades pelo novo posicionamento na classificação. E que todos os anos as Prefeituras possam estar ainda melhor".

O Urban Systems organiza tal ranking, na qual é composto por indicadores de 11 (onze) principais setores da administração pública. Sendo que a cidade de Campinas se destacou em quatro categorias no ano de 2018, e ficando entre os cinco maiores do país. Campinas se destacou nos seguintes setores:

- 2º Lugar em Economia (8º em 2017);
- 3º Lugar em Empreendedorismo (7º em 2017);
- 5º Lugar em Mobilidade (17º em 2017);
- 5º Lugar em Tecnologia e Inovação (6º em 2017).

Sendo que os 11 (onze) setores da pesquisa são:

- Mobilidade;
- Urbanismo;
- Meio ambiente;
- Energia;
- Tecnologia e inovação;
- Economia;
- Educação;
- Saúde;

- Segurança;
- Empreendedorismo;
- Governança.

Visto que dentro dos 11 (onze) setores fundamentais, estão 70 (setenta) indicadores que compõem o estudo.

a) Urban Systems

A Urban Systems, há 21 anos no mercado, é uma empresa de inteligência de mercado e soluções de desenvolvimento, na qual oferece soluções competitivas e estratégicas que apoiam o planejamento de projetos de base imobiliária, e o processo decisório, com a utilização de ferramentas de geoprocessamento, marketing e urbanismo.

b) Connected Smart Cities

O ranking Connected Smart Cities foi criado com intuito de mapear as cidades com maior potencial de desenvolvimento no Brasil, por meio de indicadores que retratam inteligência, conexão e sustentabilidade. São mais de 500 cidades analisadas e mapeadas pela Urban Systems. (NECTA, 2019)

Em 2015, 2016 e 2017, o ranking foi lançado com exclusividade pela revista “Exame” e atualmente é o principal estudo do setor no Brasil. Este evento conta com variadas modalidades, como, painéis com palestrantes, divididos nos palcos principais, e em workshops paralelos. (NECTA, 2019)

Os painéis estão divididos com os seguintes temas:

- Cidades conectadas;
- Urbanismo sustentável;
- Mobilidade e acessibilidade;
- Cidades participativas e engajadas;
- Cidades empreendedoras;
- Cidades prósperas e cidades humanas, resilientes e inclusivas.

Vimos neste capítulo as premiações na qual a cidade de Campinas vem absorvendo, ao longo de sua trajetória em investimento, sobre este conceito, a partir disso iremos relacionar, no tópico seguinte, as ações que a cidade de Campinas vem participando e realizando, como por exemplo, a discussão e implementação da cartilha de cidades, realizada pelo Banco Nacional do Desenvolvimento (BNDES) em

âmbito nacional, assim como o Plano Estratégico Campinas Cidade Inteligente (PECCI).

É bom ressaltar, conforme vimos nos capítulos anteriores, a contextualização da cidade, tendo características específicas, por isso mesmo a governança da cidade de Campinas está adotando o PECCI, com intuito de adotar diretrizes especificas para esta cidade, sabendo se sempre das suas limitações.

3.12 Exemplos de iniciativas nacionais

3.12.1 Cartilha do BNDES (Banco Nacional do Desenvolvimento

A cartilha do BNDES foi apresentada/lançada pelo diretor Carlos Da Costa na reunião do Encontro da Mobilização Empresarial pela Inovação (MEI) no dia, 2 de março de 2018.

O guia traz passo-a-passo, com inúmeras etapas que um gestor público deve seguir e realizar, com objetivo de estruturar com eficácia a soluções de IoT.

Essa cartilha promovida pelo Fundo de Estruturação de Projetos do Banco BNDES (Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social), se atribui a mais uma nova etapa do estudo técnico Internet das Coisas, um plano de ação para o Brasil.

Figura 19: Cartilha de Cidades do BNDES

Fonte: Site oficial do BNDES (Banco Nacional do Desenvolvimento Social) 2018;

O BNDES (Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social) foi o responsável pelo lançamento da cartilha de cidades, a função da publicação é explicar e exemplificar dados do estudo aplicado, Internet das Coisas:

“Um plano de ação para o Brasil, será financiado pelo fundo de estruturação de projetos do banco, e fornecerá subsídios para o plano nacional de IoT, na qual estão localizadas e firmadas as políticas públicas nacionais, para o projeto internet das coisas, que está previsto para acontecer entre 2018 e 2022.” (BNDES)

Esta cartilha foi lançada pelo Carlos da Costa, diretor de Planejamento do BNDES, em reunião da Mobilização Empresarial pela Inovação (MEI), na qual aconteceu no dia 2 de fevereiro de 2018, em São Paulo, na Confederação Nacional da Indústria (CNI). As cidades Inteligentes são apontadas como uma das áreas prioritárias de direcionamento de iniciativas e políticas públicas para o desenvolvimento de IoT no território brasileiro, segundo a pesquisa financiada pelo BNDES e gerenciada junto com o Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações (MCTIC).

Transporte monitoramento de tráfego, gestão pública, eficiência energética e segurança são algumas das principais modalidades identificadas como de grande relevância para aplicação de Internet das Coisas nas cidades. De acordo com a pesquisa, a economia potencial no mundo com a racionalização desses processos é de US$ 1,6 trilhão, em 2035. Se comparamos apenas o território brasileiro, essa economia é de US$ 27 bilhões. (BNDES)

O guia lançado traz um passo-a-passo com uma série de etapas que o gestor público deve acompanhar com intuito de estruturar e organizar com eficácia as soluções de IoT. Ressaltando que podem ser encontrados também no guia os desafios de implantação de projetos integrados entre distintos setores, com intuito de buscar eficiência nos investimentos, e otimizar a utilização de sensores, redes de conectividade, e gerar bases de dados mais robustas. Entre as principais recomendações, se salienta a proposta de elaboração de um Plano Diretor de Tecnologia das Informações e Comunicações que tem como objetivo a orientação aos órgãos municipais na incorporação de soluções de IoT ao longo do tempo.

Podemos citar uma série de ações de aplicações já implementadas com sucesso no Brasil e no mundo, que comprovam o potencial existente, e possíveis melhorias para aperfeiçoamento deste sistema. Alguns destes exemplos são; O programa piloto da iniciativa privada em *smart grid* em Aparecida do Norte (SP), novos bairros inteligentes construídos para utilização de IoT em Minas Gerais e no Ceará, parquímetros inteligentes em São Francisco (EUA), sistema de irrigação controlado remotamente em Barcelona (Espanha), e sistema de alerta inicial de terremotos em Sichuan (China). Por se tratar de tecnologias em rápida evolução, a cartilha deverá ser atualizada periodicamente, e para isso o BNDES (Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social) contará com a colaboração de todos.

Segundo a avaliação do diretor Carlos Da Costa, a iniciativa é que “uma relevante contribuição do BNDES (Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social) para a modernização das cidades brasileiras, e para a solução inovadora de problemas públicos do País". (BANCO NACIONAL DO DESENVOLVIMENTO , 2018)

3.12.2 BID Banco Interamericano de Desenvolvimento

O PECCI (Plano Estratégico Campinas Cidade Inteligente) se deu a partir de uma das diretrizes estratégicas do Plano Estratégico de Ciência, Tecnologia e Inovação finalizado em 2015 tendo vigência de10 (dez) anos, o PECTI de 2015 a 2025. Ambos os projetos e iniciativas tem apoio do Conselho Municipal de Ciência, Tecnologia e Inovação de Campinas (CMCTI), sendo responsável a secretaria municipal de desenvolvimento econômico, social e turismo (SMDEST) de Campinas.

O PECCI tem intuito principal definir as diretrizes essenciais para a transformação de Campinas em uma cidade humana, inteligente e sustentável. Contudo este fato surgiu através de uma análise da situação atual, todavia foram identificados os principais sistemas informatizados existentes na Prefeitura de Campinas, a TIC (Infraestrutura de Tecnologia da Informação e Comunicação) da cidade, e os serviços disponibilizados a população. Fez parte da análise também uma apuração dos ambientes internos e externos, por via da elaboração de uma matriz SWOT.

Esta análise foi importante para a composição do plano estratégico e descrição das estratégias que viabilizarão que a cidade de Campinas tem tudo para criar e gerenciar uma jornada de transformação digital, com foco a uma cidade inteligente e sustentável.

Um dos aspectos normatização que o plano é de extrema importância para o entendimento que uma cidade inteligente não é só tecnologia, é o entendimento da Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável realizada ONU (Organização das Nações Unidas) contendo 17 objetivos e 169 metas. Esta agenda abrange um plano de ação para o planeta, para as pessoas e para a prosperidade, tendo como meta firmar a paz universal com mais igualdade, fraternidade e liberdade. O plano da ONU (Organização das Nações Unidas), tem como foco a erradicação da pobreza e miséria em todas as suas dimensões e formas.

A Agenda 2030 se refere aos meios de implementação que permitirão a concretização desses objetivos e de suas metas. Ela traz consigo uma visão sistêmica, retomando assuntos como, transferência de tecnologia, o financiamento para o desenvolvimento comércio internacional e a capitação técnica. A agenda é uma ferramenta extremamente essencial para ajudar os países a identificar seus desafios

e comunicar seus êxitos, auxiliando a elaborar procedimentos e avançar as suas demandas com o desenvolvimento sustentável.

O PECCI trata sobre questões relacionadas com o desenvolvimento sustentável, infraestrutura, governança, tecnologias da informação e comunicação e financiamento do plano. A criação do plano se deu através de uma metodologia de trabalho escolhida, tendo aprovação do CMCTI, na qual um grupo de trabalhadores teve como foco, gerenciar as discussões em grandes temas, definindo macro diretrizes que foram sucessivamente sendo detalhadas com a participação de vários atores do ecossistema de Ciência, Tecnologia e Inovação (CT&I) de Campinas.

Em sua etapa final o plano recebeu contribuição de uma equipe de consultores contratada pelo BID (Banco Interamericano de Desenvolvimento), com intuito de elaborar uma análise do ecossistema de CT&I de Campinas, e das principais tendências para implantação do conceito IoT, e da indústria 4.0. Alguns aportes desse estudo foram implementados no plano. Na sua fase final o plano contemplará contribuições de uma consulta pública na qual pretende realizar.

É relevante destacar, apesar da prefeitura ser a gestora da cidade, ela deve ser vista como a principal autora, sempre bom ressaltar que tanto a criação e introdução deste plano não são de exclusividade da prefeitura, todavia de todo o município de Campinas. Tendo os demais atores do ecossistema de CT&I papel importante na elaboração de soluções em busca de meios que permitam a sua plena implantação. O CMCTI, por ser formado por representantes da sociedade, tendo articulação com os demais atores, e é o responsável pelo plano, é o principal encarregado por incumbir a sua implementação, atuando sempre que necessário para que ele seja efetivamente realizado.

3.12.3 As TICs e o processo de transformação digital

O ganho econômico potencial estimado que as TICs possam trazer em todo o mundo, ou cidades é de aproximadamente US$ 1,6 trilhão no ano de 2025. Uma curiosidade que somente o Brasil, esse ganho econômico potencial é revisto em US$ 27 bilhões, sendo utilizados em diversas formas, como; monitoramento do tráfego em tempo real, Iluminação pública, são exemplos de empregabilidade na qual IoT pode trazer ganhos aos municípios.

As TICs são constituídas por inúmeros grupos de tecnologias como, Inteligência Artificial, Internet das Coisas (IoT), Big Data, entre outras. As TICs são

empregadas em diversos ambientes, sendo assim resultando na chamada transformação digital.

Para acontecer a transformação digital nos municípios, é necessário que os países enfrentem as inúmeras barreiras, correlacionadas com os seguintes fatores, o levantamento de investimentos em momentos de crise econômica, a capacitação de servidores públicos, os desafios na contratação pública, a cooperação entre municípios, o tratamento de dados dos cidadãos, entre outros inúmeros fatores.

Para diminuir os impactos de implantação, é de extrema importância que a cidade de Campinas concorde com uma arquitetura de referência e padrões, na qual já foram aprovadas e implementadas internacionalmente, da mesma forma que estabeleça uma política de governança, e viabilize o financiamento do plano.

Figura 20: Plano Estratégico Campinas Cidade Inteligente (PECCI)

Fonte: Site oficial da Prefeitura Municipal de Campinas 2019

Verificamos neste capítulo as ações adotadas pela cidade, assim como; A participação, e elaboração na cartilha de cidade do Banco Nacional do

Desenvolvimento (BNDES) em âmbito nacional, assim como o Plano Estratégico Campinas Cidade Inteligente (PECCI), realizado pelo Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID), e a implementação das TICs e o processo de transformação digital.

Após analisarmos este capítulo as estratégias que a cidade vem adotando a fim de consolidar, e impulsionar neste âmbito, cidade inteligente, iremos verificar logo a seguir a estratégia que o município vem adotando para impulsionar um futuro sustentável e inteligente.

3.13 Estratégia para um futuro sustentável e inteligente

A entrevistada esclarece que a cidade de Campinas está perante um desenvolvimento sustentável, todavia há desafios e problemas diários a serem enfrentados e solucionados, mas a cidade de Campinas está desenvolvendo-se de forma sustentável, a nível ambiental, económico e social. (PECCI (Planejamento Estratégico Campinas Cidade Inteligente 2019-2029), 2019)

Segundo (ABL, 2008), um desenvolvimento econômico que leva em conta as consequências ambientais, baseando-se no uso de recursos que podem ser renovados.

“Desenvolvimento sustentável é aquele que atende as necessidades do presente sem comprometer a possibilidade das gerações futuras de atenderem as suas próprias necessidades nosso futuro comum. ” (COMISSÃO BRUNDTLAND, 1987)

“Processo contínuo de aprimorar as condições de vida, enquanto se minimiza o uso dos recursos naturais e se causa o mínimo de distúrbios ou desequilíbrios no ecossistema. ” (RATNER, 1999)

A sustentabilidade está dividida em dois conceitos, sendo;

- Ambientalismo: No começo não se imaginava em um processo de um pensamento exagerado de ativistas exaltados;

Causas de preocupação: Como desastres ecológicos, e escassez dos recursos naturais;

Deu-se o pensamento de uma estratégia de um futuro sustentável através;

- Em 1962 com o lançado o livro “Primavera silenciosa: de Rachel Carson, tendo como foco o primeiro alerta aos problemas que a nova agricultura, e as consequências para a vida humana”.

- Em 1972 com a primeira conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente em Estocolmo, contudo a primeira ação política internacional e discussão sobre ambiente e desenvolvimento.
- Em 1987 – Relatório Brundtland – Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento, tendo como nome, “Nosso Futuro Comum”, surgindo assim o conceito de desenvolvimento sustentável.

Com isso os governos de Municipais, Estaduais e Federais e toda a população em geral, estão engajados a entender sobre este conceito, e tentar minimizar e solucionar tal problema, como;

- Gestão Ambiental;
- Ser Sustentável;
- Eco Eficiente.

Com isso trazendo inúmeros benefícios para a cidade de Campinas como;

- Reciclagem;
- Diminuição de efluentes;
- Redução de insumos;
- Venda de créditos de carbono;
- Redução de multas e penalidades;
- Melhoria da imagem.

Segundo a professora Dra. Lara liboni, trazendo inúmeros benefícios, podendo estes benefícios sejam replicados para a cidade de Campinas, como; (LIBONI)

- Aumenta a produtividade e a qualidade dos produtos;
- Aproximação de investidores ambientalmente conscientes;
- Facilidade de financiamentos;
- Acesso a competitividade no mercado externo;
- Adequação dos padrões ambientais;
- Desenvolvimento de tecnologias e produtos sustentáveis.

Figura 21: Definição dos níveis de maturidade de uma cidade inteligente

Fonte: Metas Codese 2024 - Bauru (2019)

Segundo o Plano Estratégico Campinas Cidade Inteligente (PECCI), (2019), “Surgiu a partir de uma das diretrizes estratégicas do Plano Estratégico de Ciência, Tecnologia e Inovação finalizado em 2015 com a vigência de dez anos, o PECTI 2015-2025. Ambos têm o “patrocínio” do Conselho Municipal de Ciência, Tecnologia e Inovação de Campinas (CMCTI), presidido pela Secretaria Municipal de Desenvolvimento Econômico, Social e Turismo (SMDEST) da Prefeitura de Campinas”. Trazendo assim uma abertura para os governantes, inovarem e administrarem de forma mais eficiente na cidade.

De acordo (PECCI), (2019); “O PECCI tem por objetivo fundamental definir diretrizes básicas para a transformação de Campinas em uma cidade inteligente, humana e sustentável. O plano parte de um diagnóstico da situação atual, no qual foram mapeados os principais sistemas informatizados existentes na Prefeitura, a infraestrutura de Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC) da cidade e os respectivos serviços disponibilizados ao cidadão. Também fez parte do diagnóstico uma análise dos ambientes internos e externos, por meio da elaboração de uma matriz SWOT. Tal diagnóstico foi fundamental para a elaboração desse plano estratégico e definição das estratégias que viabilizarão que Campinas possa empreender uma

jornada de transformação digital rumo a uma cidade inteligente, humana e sustentável". (PECCI (Planejamento Estratégico Campinas Cidade Inteligente 2019-2029), 2019)

Ainda de acordo Plano Estratégico Campinas Cidade Inteligente: (PECCI (Planejamento Estratégico Campinas Cidade Inteligente 2019-2029), 2019) "Um dos aspectos norteadores do" plano e de fundamental importância para o entendimento que uma cidade inteligente não é só tecnologia, tampouco que a tecnologia seja um fim em si mesma, é a adoção da Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável da Organização das Nações Unidas (ONU), com seus 17 objetivos e 169 metas. Tal agenda contempla um plano de ação para as pessoas, para o planeta e para a prosperidade, visando fortalecer a paz universal com mais liberdade e igualdade. O plano da ONU visa a erradicação[19] da pobreza em todas as suas formas e dimensões, incluindo a pobreza extrema'.

Segundo o Plano Estratégico Campinas Cidade Inteligente: (PECCI (Planejamento Estratégico Campinas Cidade Inteligente 2019-2029), 2019) "A Agenda 2030 não se limita a propor os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS), mas trata igualmente dos meios de implementação que permitirão a concretização desses objetivos e de suas metas. Ela traz embutida uma visão sistêmica, abordando temas como o financiamento para o desenvolvimento, transferência de tecnologia, capacitação técnica e comércio internacional. A agenda é um instrumento fundamental para auxiliar os países a comunicar seus êxitos e identificar seus desafios, ajudando-os a traçar estratégias e avançar em seus compromissos com o desenvolvimento sustentável".

Segundo o Plano Estratégico Campinas Cidade Inteligente: (PECCI (Planejamento Estratégico Campinas Cidade Inteligente 2019-2029), 2019) "O PECCI aborda questões relacionadas com o desenvolvimento sustentável, tecnologias da informação e comunicação, infraestrutura, governança e financiamento do plano. A elaboração do plano adotou uma metodologia de trabalho, aprovada pelo CMCTI, na qual um grupo de trabalho se encarregou de organizar as discussões em grandes temas, definindo macro diretrizes que foram sucessivamente sendo detalhadas com a participação de vários atores do ecossistema de Ciência, Tecnologia e Inovação (CT&I) de Campinas. Já em sua etapa final o plano recebeu contribuição de uma

[19] Ação ou resultado de erradicar; ato de eliminar ou extirpar: erradicação de doenças.

equipe de consultores contratada pelo Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID) para elaborar uma análise do ecossistema de CT&I de Campinas e das principais tendências para o uso de tecnologias de internet das coisas (do inglês, Internet of Things - IoT), e da indústria 4.0. Algumas contribuições desse estudo foram incorporadas ao plano. Em sua versão final o plano contemplará contribuições de uma consulta pública que se pretende realizar".

De acordo Plano Estratégico Campinas Cidade Inteligente (PECCI), (2019); 'É importante destacar, que embora a Prefeitura por ser a gestora da cidade deva ser considerada o principal ator, a elaboração e implementação do plano não é de exclusividade da Prefeitura, mas sim da cidade de Campinas como um todo, tendo os demais atores do ecossistema de CT&I papel relevante na proposição de soluções e na busca de meios que permitam a sua plena implantação. O CMCTI, por ser formado por representantes da sociedade, além de fazer a articulação com os demais atores, é o legitimo guardião do plano e o principal responsável por acompanhar a sua implementação, atuando sempre que necessário para que ele seja efetivamente cumprido".

Conforme vimos no capítulo atual, relatamos sobre o PECCI (Plano estratégico Campinas Cidade Inteligente 2019-2029), é necessário haver uma estratégia para um futuro sustentável e inteligente, com isso podemos gerenciar os recursos financeiros e físicos de forma adequada, com um intuito de obter um sistema de monitoramento da qualidade de vida da população. A final conforme verificamos anteriormente é de suma importância este monitoramento, pois dentro da sociedade a variados fatores sendo eles positivos, ou não, sendo assim é necessário obter dados, para um investimento adequado.

3.14 Sistema de monitoramento da qualidade da vida humana

A cidade de Campinas se evidência através das principais vias de acesso as rodovias, Anhanguera, Bandeirantes e Dom Pedro, e sempre é bom salientar a importância do desenvolvimento industrial no início de 1930 provocado pela crise econômica cafeeira. Na década de 1960, foi nítida a reestruturação produtiva e o município começou a receber população e indústrias, fábricas e comércios de vários âmbitos, da capital. Segundo Hogan et al. (2001) destacam que:

"Entre 1970 e 1990, Campinas tornou-se um dos mais dinâmicos polos da expansão industrial do Estado de São Paulo. Em termos populacionais, Campinas

superou as taxas de crescimento estadual e nacional. Seu crescimento industrial foi elevado na década de 70 e, com um intenso processo de modernização agrícola, a região se tornou importante polo industrial" (HOGAN et al., 2001, p. 401.)

Abaixo encontra-se 2 tabelas do movimento populacional da cidade Campineira. A tabela de número 6 exemplifica o crescimento populacional do município de Campinas no recorte temporal de 1960 a 2000, já a tabela de número 7 demonstra percentualmente os números da população urbana no Brasil, no estado de São Paulo e em Campinas referenciando o mesmo período.

Tabela 6: População de Campinas 1960 – 2000

Anos	1960	1970	1980	1991	1996	2000
Campinas	219.303	375.864	664.559	847.595	908.906	957.971
Urbano	183.684	333.981	591.557	824.924	872.652	951.824
Rural	35.619	41.883	73.002	22.671	36.254	16.097

Fonte: Hogan et al, 2001

Tabela 7: Habitação da população nas favelas da cidade de Campinas

Anos	1960	1970	1980	1991	2000
Brasil	45%	56%	67%	76%	81%
São Paulo	63%	80%	89%	93%	93%
Campinas	84%	90%	90%	97%	98%

Fonte: Hogan et al, 2001

De acordo com os resultados apresentados nas tabelas de n° 6 e 7, fica claro o crescimento populacional e urbano de Campinas destacando-se no estado de São Paulo e todo o território brasileiro. Nos anos 1970 e 1980, a cidade de Campinas se tornou uma das principais cidades em desenvolvimento do estado de São Paulo, com grande movimento populacional, alterações nos padrões sociais, estruturais de consumo.

Figura 22: Uma das primeiras fotos aéreas de Campinas

Foto: Região Central, uma das primeiras fotos aéreas de Campinas – 1953

Imagem da região central de Campinas na década de 50. A paisagem evidencia o processo de verticalização na área, provocado pelo crescimento urbano e industrial. Fenômeno verificado em diversas cidades do estado de São Paulo ao longo da segunda metade do século XX. (Campinas, 2006, p. 30).

Campinas se destacou economicamente no estado de São Paulo, tendo grandes multinacionais instaladas na região, fábricas e indústrias nacionais, criando um polo de tecnologia e se destacando na área de pesquisa e desenvolvimento (P e D) de produtos com a sede da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP). Infelizmente Campinas se deparou com problemas resultantes da falta de planejamento, assim como ocorreu na capital do estado, São Paulo.

“Século XX, primeiras décadas”. O século se abre com o trânsito despontando como um problema urbano. As estreitas ruas da cidade eram partilhadas por bicicletas, carroceiros, cavalos, condutores de veículos de praça, gente a pé, bondes movidos a burro e alguns outros à base de tração elétrica. (Plano Diretor, 2006, p.28).

Figura 23: Panorâmica da cidade de Campinas em 1953

Foto: Campinas - década de 1970 – foto aérea.

Entre 1950 e 1970, o crescimento urbano e industrial de Campinas pode ser explicado por um amplo conjunto de processos, sobretudo ao fenômeno de desconcentração produtiva da capital paulista para o interior, assim também atraindo migrantes e engolindo algumas adjacentes. (Campinas, 2006, p. 33).

As figuras de número 27 e 28 esclarecem o fator da migração e adensamento industrial na qual auxiliaram para que a cidade de Campinas se transformasse numa grande cidade. A cidade de Campinas se desenvolveu cada vez mais em direção ao interior, cidades vizinhas foram associadas, e as ligações com grandes rodovias contribuem para a vinda cada vez mais intensa de empresas e pessoas para esta região. No de 2000 foi instituída a Região Metropolitana de Campinas, mais conhecida como (RMC), constituída por 19 municípios, sendo: Americana, Artur Nogueira, Campinas, Cosmópolis, Engenheiro Coelho, Holambra, Hortolândia, Indaiatuba, Itatiba, Jaguariúna, Monte Mor, Nova Odessa, Paulínia, Pedreira, Santa Bárbara d'Oeste, Santo Antônio de Posse, Sumaré, Valinhos e Vinhedo.

Figura 24: Vista da cidade de Campinas em 2000

Foto: a cidade de Campinas com aproximadamente 1.100.000 habitantes.

A agência metrópole de Campineira (AGEMCAMP), utiliza há muito tempo a dinâmica entre todas as cidades que compõem a RMC, Campinas e as demais cidades vizinhas. Desde o início, o órgão público não contou com um planejamento urbano adequado, sendo assim deparando-se com inúmeros problemas, como; (HUMBERTO MIRANDA, 2018)

- Distribuição de água;
- Coleta e tratamento de esgoto;
- Forte verticalização[20], ainda mais se compararmos a área central;
- Proliferação[21] de favelas e invasões;
- Construções e bairros clandestinos[22];
- Ocupação das áreas de mananciais da cidade;
- Grande número de carros, ônibus.

Construções pela cidade na qual contribuíram com a transformação e inovação do município e com a deterioração da qualidade de vida da população. Outro ponto na qual se destaca é a saúde pública municipal, que vai se aproximando da ineficiente, pelo fato de inúmeras pessoas de outras cidades passam a utilizar os hospitais e clínicas de Campinas. Mesmo a cidade de Campinas contando com o hospital das clínicas da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP) e o hospital da Pontifícia Universidade Católica de Campinas (PUCC), infelizmente a população não tem o atendimento coerente à suas necessidades. Muitas pessoas migram diariamente para as cidades do entorno em busca de tratamento e atendimento em Campinas. As

[20] Ato ou efeito de tornar vertical

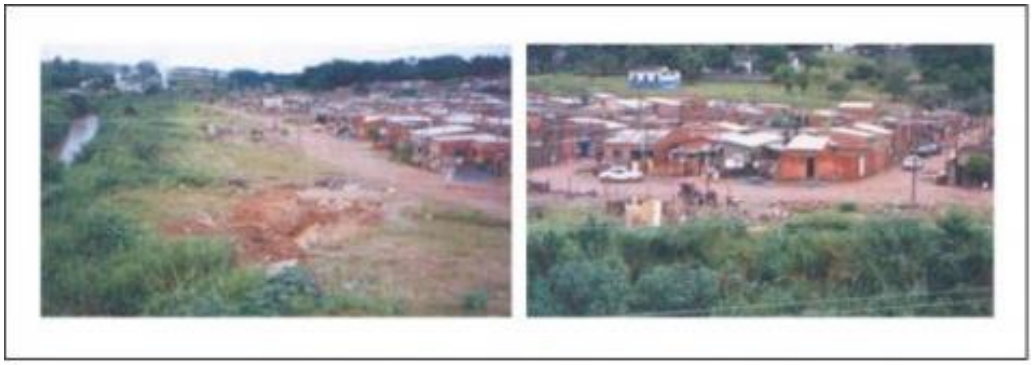
[21] Multiplicação; em que há reprodução; que se multiplica, se propaga ou se reproduz com facilidade.

[22] O mesmo que: furtivos, ilegais, ilícitos, ocultos, sigilosos.

cidades sofrem com a superlotação dos *shoppings* da cidade a cada final de semana, na qual são registrados fluxos constantes nas rodovias da cidade campineira. (HUMBERTO MIRANDA, 2018)

A Unicamp é atração para estudantes e pesquisadores, na qual se somam com a população local. Porém o município de Campinas tem inúmeros problemas para administrar a cidade em si, que conta com dinamismo forte e intenso.

Figura 25: Favelas na periferia de Campinas em 2000



Fonte: Portal de Campinas

"A falta de coleta de esgoto e as inundações têm seu maior impacto nas 103 favelas e áreas de invasão de Campinas. As primeiras tendem a serem ocupações mais espontâneas de terras marginalizadas (áreas de inundações ou áreas de declividade acentuada, impróprias para a construção), enquanto as segundas são resultantes de ações planejadas por movimentos sociais de pessoas sem-teto. As áreas de invasão seguem uma sequência de desenvolvimento caracterizada pela implementação de uma infraestrutura precária, reconhecimento pelas autoridades municipais e incorporação pela rede urbana como um novo bairro. Elas diferem das favelas no aspecto importante de sua localização geográfica, escolhendo áreas não caracterizadas como áreas de inundação ou sujeitas a deslizamentos, mais facilmente encontradas nas áreas periféricas do município." (AL., 2001)

Neste tópico será verificado amostra da população de Campinas, na tabela de n° 8, na qual passou a viver em favela, principalmente evidência nos anos de 1980 a 1996. Podemos evidenciar o processo de favelização que salienta como uma das mais sérias de resultados do processo da rápida expansão urbana.

Tabela 8: História da favelização da cidade de Campinas

Anos	1980	1991	1996
Campinas	36.155	63.549	88.093

Fonte: Hogan et al. 2001

Neste capítulo foi discutido uma estratégia para um futuro sustentável e inteligente, com intuito de promover a cidade de Campinas. Ao longo deste trabalho também apontamos a história da cidade, as características da cidade, as questões financeiras políticas, os principais pontos das cidades, os pontos adotados no que diz a cidade inteligente, os avanços, e reconhecimentos neste âmbito. A partir disso, iremos estudar a importância da mobilidade urbana, com foco no transporte público.

Importante salientar, conforme vimos anteriormente, para cada região é necessário haver um estudo específico, a fim de elaborarmos planos e estratégias com intuito obter resultado significante neste segmento de transporte público.

4 A IMPORTÂNCIA DA MOBILIDADE URBANA: TRANSPORTE PÚBLICO

Neste capítulo, apresentamos 60 (sessenta) trabalhos nacionais e internacionais, que tem como intuito contextualizar a temática abordada por esta pesquisa, a fim de expor ao leitor a importância deste tema, em âmbito nacional e internacional. Importante salientar que utilizamos o critério de semelhança nas temáticas, para abordar e estudar os 60 (sessenta) trabalhos.

É importante salientar que, a métrica utilizada neste trabalho é diferente, no sentido metodológico, comparado aos 60 (sessenta) trabalhos analisados, todavia todos abordam temas semelhantes, sendo assim comprovando a importância deste assunto em todo mundo.

A fim de discutir este tópico, foram selecionados 60 (sessenta) trabalhos semelhantes no quesito conteúdo abordado, comparado a esta tese, e de grande relevância, com intuito de defender este tópico, e demonstrar em âmbito nacional e internacional que esta tematica é muito discutido, e de grande relevância, em inúmeros aspectos para a sociedade, e toda população na qual usufrui de um meio de transporte público.

4.1 Transport Modelling in the Age of Big Data

Novas fontes de Big Data, como registros de dados de chamadas de telefones celulares, dados de cartões inteligentes e registros de mídia social codificados geograficamente, permitem observar e compreender o comportamento da mobilidade em um nível de detalhamento sem precedentes. Esta revisão da literatura reúne avanços recentes no aproveitamento de fontes de *Big Data* para entender o comportamento de viagens e informar os modelos de demanda de viagens que permitem computar esses cenários. Identificamos que pesquisas futuras devem explorar o potencial dos modelos probabilísticos comumente usados na ciência de dados. Essas abordagens de mineração de dados são projetadas para lidar com a incerteza de dados esparsos e barulhentos, como é o caso de rastreamentos de mobilidade por telefone móvel. Além disso, as abordagens de fusão de dados devem ser aplicadas para integrar conjuntos de dados díspares, mas relacionados, para combinar *Big Data* com informações mais granulares de diários de viagem. Em qualquer caso, também reconhecemos que o conhecimento de modelagem sofisticado foi desenvolvido no domínio do planejamento de transporte e, portanto,

recomendamos fortemente que o conhecimento especializado ainda no domínio deve construir o fundamento ao aplicar abordagens orientadas a dados no planejamento de transporte. Esses novos desafios exigem uma colaboração multidisciplinar entre modeladores de transporte e cientistas de dados. (ANDA, 2017)

4.2 Leveraging Big Data for the Development of Transport Sustainability Indicators

Embora aumentar a sustentabilidade do transporte seja um esforço contínuo, medir os resultados desses esforços não é uma tarefa trivial. Não apenas a seleção de indicadores é desafiadora, mas os esforços feitos para projetar indicadores úteis são frequentemente dificultados pela presença de dados errôneos[23] ou incompletos. No entanto, nesta era de *Big Data*, a inserção significativa de novas tecnologias, como *smartphones* e infraestrutura inteligente, poderia ser a chave para o desenvolvimento de indicadores mais relevantes e abrangentes. Os indicadores comumente usados e discutidos as limitações dos dados sobre os quais eles são construídos. Em seguida, foram descrevidas novas tecnologias que prometem a coleta de conjuntos de dados mais pertinentes e precisos para o desenvolvimento de indicadores. Finalmente, foram ilustrados os benefícios e preocupações potenciais dessas abordagens por meio da discussão de possíveis indicadores de desenvolvimento a partir de um rastreamento GPS de um dia. Embora a primeira e óbvia aplicação de novas tecnologias seja para melhorar a precisão necessária, a combinação bem-sucedida de diferentes fontes pode ter muito potencial, desde a calibração do modelo até as operações em tempo real. (COTTRILL, 2015)

4.3 Exploring the influence of big data on city transport operations: A Markovian approach

O objetivo deste artigo é avançar no conhecimento do potencial transformador de modelos de transporte baseados em cidades de *big data*. A questão central que norteia este artigo é: como a *big data* poderia transformar as operações de transporte de *smart city*? Ao responder a essa pergunta, os autores apresentam os resultados iniciais de um estudo de Markov. No entanto, os autores também sugerem cautela no potencial de transformação da *big data* e destacam os riscos da adoção pela cidade

[23] Em que há erro; caracterizado pelo erro: é errôneo afirmar que doenças genéticas são sempre hereditárias. Que não tem relação com a verdade; incorreto: o juiz definiu como errôneo o depoimento da testemunha.

e pela organização. Um referencial teórico é apresentado juntamente com um cenário associado que orienta o desenvolvimento de um modelo de Markov. Projeto, metodologia, abordagem. Um modelo com vários cenários é desenvolvido para explorar um referencial teórico focado na correspondência das demandas de transporte (de pessoas e mobilidade de carga) com a cidade provisão de serviços de transporte usando *big data*. Este modelo foi projetado para ilustrar como o compartilhamento de carga de transporte (e capacidade) em uma cidade inteligente pode melhorar a eficiência no atendimento da demanda por serviços da cidade. Este estudo de modelagem é um estágio preliminar inicial da investigação em como *big data* pode ser usado para redefinir e permitir novos modelos operacionais. O estudo fornece uma nova compreensão sobre o compartilhamento e otimização de carga em um contexto de cidade inteligente. Basicamente, os autores demonstram como a big data pode ser usado para melhorar a eficiência do transporte e reduzir as externalidades em uma cidade inteligente. Além disso, como a melhoria poderia ocorrer tendo um ambiente de cidade sem carros, veículos autônomos e capacidade de recursos compartilhados entre os provedores. A pesquisa baseou-se em um modelo de Markov e na solução numérica de seu vetor de probabilidades de estado estacionário para ilustrar a transformação das operações de gestão de transporte (OM) no futuro contexto da cidade. Uma análise mais aprofundada e uma modelagem mais discreta são claramente necessárias para auxiliar na implementação de iniciativas de *big data* e facilitar novas inovações em OM. O trabalho complementa e estende o de Setia e Patel (2013), que teoricamente vinculam o projeto do sistema de informação às capacidades de absorção da operação. Implicações práticas. O estudo implica que as operações de transporte realmente precisariam ser reorganizadas de modo a lidar com a redução da pegada de CO2. Os aspectos logísticos podem ser vistos como uma mudança de empresas individuais, otimizando seu próprio fornecimento de transporte, para um sistema colaborativo compartilhado e com recursos. Essas ideias são mudanças radicais impulsionadas por, ou levando a soluções de transporte mais descentralizadas em vez de centralizadas (Caplice, 2013). O crescimento das cidades e áreas urbanas no século XXI colocou mais pressão sobre os recursos e as condições de vida urbana. Este artigo é um primeiro passo inicial na construção de teoria, conhecimento e compreensão crítica das implicações sociais decorrentes do crescimento das cidades e do papel que a big data e as cidades inteligentes podem desempenhar no desenvolvimento de um sistema

urbano de transporte resiliente e sustentável. Originalidade. Apesar da importância da OM para a implementação de *big data*, tanto para os profissionais quanto para os pesquisadores, ainda não vimos uma análise sistemática de sua implementação e sua contribuição de capacidade de absorção para construir capacidades, seja no sistema municipal ou nos níveis organizacionais. Como tal, o modelo de Markov faz uma contribuição preliminar para a literatura integrando recursos de *big data* com recursos de OM e as melhorias resultantes na capacidade de absorção do sistema. (MEHMOOD, 2017)

4.4 Big data and understanding change in the context of planning transport systems

Este artigo considera as implicações dos chamados 'grandes dados' para a análise, modelagem e planejamento de sistemas de transporte. O foco conceitual principal está nas necessidades do contexto prático de planejamento de médio prazo e tomada de decisão, a partir da qual o artigo busca atingir três objetivos: (i) tentar identificar a definição sobre *big data*; (ii) provocar o debate sobre a futura relação entre planejamento de transportes e *big data*; e (iii) tentar identificar temas promissores para pesquisa e aplicação. São discutidas as diferenças nas informações que podem ser derivadas dos dados em comparação com as pesquisas mais tradicionais, e são identificados os aspectos em que podem impactar o papel dos modelos no apoio ao planejamento e à tomada de decisões de transporte. Argumenta-se que, ao longo do tempo, mudanças na natureza dos dados podem levar a diferenças significativas tanto nas abordagens de modelagem quanto nas expectativas colocadas sobre elas. Além disso, sugere-se que a potencial disponibilidade generalizada de dados para atores comerciais e viajantes afetará o desempenho dos próprios sistemas de transporte, o que pode ter efeitos indiretos para as funções de planejamento. Foi concluído que propondo uma série de desafios de pesquisa que acreditamos que devam ser enfrentados e alertamos contra adaptações baseadas na minimização da mudança do status. (MILNE, 2019)

4.5 New Horizons for a Data-Driven Economy

O volume de dados está crescendo exponencialmente, e espera-se que até 2020 haverá mais de 16 *zetabytes* (16 trilhões de GB) de dados úteis (Turner et al.2014). Estamos à beira de uma era em que todos os dispositivos estão *online*, onde

os sensores são ubíquos[24] em nosso mundo, gerando fluxos contínuos de dados, onde o sheervolume de dados oferecidos e consumidos na *Internet* aumentará em ordens de magnitude, onde a Internet das coisas produzirá uma impressão digital de nosso mundo. Os dados grandes são o campo emergente onde a tecnologia inovadora oferece novas maneiras de extrair valor do tsunami de novas informações. A capacidade de gerenciar informações de maneira eficaz e extrair conhecimento agora é vista como uma vantagem competitiva chave. Muitas organizações estão construindo seu negócio principal com base na capacidade de coletar e analisar informações para extrair conhecimento e visão do negócio. A adoção da tecnologia de *big data* nos setores industriais não é um luxo, mas uma necessidade imperativa para a maioria das organizações sobreviver e obter vantagem competitiva. Este capítulo explora o potencial de valor da *big data* com um foco particular no contexto europeu e identifica o potencial transformacional positivo dos *big* dados em vários setores-chave. Portanto o presente artigo discute a necessidade de uma estratégia clara para aumentar a tendência das indústrias europeias, a fim de impulsionar a inovação e a especialidade. Finalmente, o último capítulo deste presente artigo, salienta as principais dimensões, competências, jurídicas, comerciais e sociais, que precisa ser abordadas em um ecossistema de *big data* europeu. (CAVANILLAS, 2016)

4.6 Big data logistics: a health-care transport capacity sharing model

O crescimento das cidades no século 21 colocou mais pressão sobre os recursos e as condições de vida urbana. Existem vários motivos pelos quais o setor de saúde é o foco desta investigação. Por exemplo, no Reino Unido, vários estudos apontam para as falhas nos procedimentos básicos de controle de qualidade e o desalinhamento entre as necessidades do cliente e os serviços do provedor e a duplicação de práticas logísticas. O desenvolvimento de cidades inteligentes e *big data* apresentam desafios e oportunidades sem precedentes para os gerentes de operações; eles precisam desenvolver novas ferramentas e técnicas para planejamento e controle de rede. Nesse artigo tem como objetivo contribuir para a big data e a teoria de operações da cidade, explorando como a big data pode levar a melhorias no compartilhamento da capacidade de transporte. Exploramos, usando modelos de Markov, a integração de *big data* com o compartilhamento de transporte

[24] Que é onipresente; que pode ser encontrado em todos os lugares; que está em toda e qualquer parte. Que se expande ou pode ser difundido por qualquer parte; geral.

de cidades futuras (saúde). Um modelo matemático foi projetado para ilustrar como o compartilhamento de carga de transporte (e capacidade) em uma cidade inteligente pode melhorar a eficiência no atendimento à demanda por serviços da cidade. Os resultados de nossa análise de 13 cenários diferentes de compartilhamento e demanda são apresentados. Uma descoberta importante é que a probabilidade de falha do sistema e variação de desempenho tende a ser mais alta em um cenário de alta demanda/compartilhamento zero. (MEHMOOD, 2015)

4.7 Big Data Management in Maritime Transport

Como o transporte marítimo produz uma grande quantidade de dados de várias fontes e em diferentes formatos, os autores analisaram as aplicações atuais do *Big Data* pesquisando aplicações e experiências globais e estudando artigos de jornais e conferências. São demonstradas as inovações de *Big Data* no transporte marítimo (tanto de carga como de passageiros), principalmente nas áreas de operações portuárias, rotas meteorológicas, monitoramento / rastreamento e segurança. Após a análise, os autores concluíram que as análises de *Big Data* podem fornecer um entendimento profundo das causalidades e correlações no transporte marítimo, melhorando assim a tomada de decisão. No entanto, existem grandes desafios para uma coleta e processamento eficientes de dados no transporte marítimo, tais como desafios tecnológicos, desafios devido às condições competitivas entre outros. Por fim, os autores fornecem uma perspectiva futura do uso de *Big Data* no transporte marítimo. (JOVIć, 2019)

4.8 Big Data for Supporting Low-Carbon Road Transport Policies in Europe: Applications, Challenges and Opportunities

Big data está entre as tendências de pesquisa mais promissoras da década, atraindo a atenção de todos os segmentos de mercado e da sociedade. Este artigo fornece à comunidade científica uma ampla visão das aplicações de uma plataforma de processamento de dados projetada para aproveitar o potencial de grandes dados no domínio das políticas de transporte rodoviário na Europa. Esta plataforma depende de conjuntos de dados de condução e padrões de mobilidade coletados por meio de sistemas de navegação. Dois conjuntos de dados de veículos convencionais de combustível coletados com sistemas de GPS a bordo foram usados para realizar um estudo piloto inicial e desenvolver seus algoritmos principais. Eles consistem em 4,5

milhões de viagens e eventos de estacionamento registrados pelo monitoramento de 28.000 veículos ao longo de um mês. As análises apresentadas abordam: (1) estatísticas de mobilidade em grande escala, (2) potencial de veículos elétricos na substituição de veículos de combustível convencional e mudança modal relacionada, (3) demanda de energia provenientes de veículos elétricos, (4) design inteligente da infraestrutura de recarga e do *Vehicle-to-Grid*, e (5) avaliação e mapeamento de emissões evaporativas e de direção no mundo real. A metodologia desenvolvida e os resultados apresentados demonstram o potencial de *big data* para avaliação de políticas e melhores governança, com foco nos desafios e nas enormes oportunidades que se oferecem para desenvolvimentos futuros. Em última análise, este artigo tem como objetivo mostrar como o *big data* pode inspirar políticas inteligentes junto com o público e investimentos privados para permitir a implantação em larga escala da próxima geração de veículos verdes, oferecendo uma oportunidade sem precedentes para moldar políticas para mobilidade futura e cidades inteligentes. (DE GENNARO, 2016)

4.9 Big Data in Transport Modelling and Planning

Este artigo se baseia na exploração das possibilidades de uso das tecnologias de Big Data, Aprendizado de Máquina e Internet das Coisas para as necessidades de planejamento e modelagem de transporte. Os autores analisam os problemas que surgem na infraestrutura de transporte devido à crescente urbanização das cidades e propõem uma solução para os problemas com base no uso de processamento de grandes quantidades de dados. Como resultado do estudo, foi elaborado um quadro comparativo que mostra a possível aplicação de tecnologias de Big Data em integração com outras tecnologias modernas e quais os problemas de planejamento de transporte que irão resolver. (ILIASHENKO, 2021)

4.10 Big Data for Transport and Logistics: A Review

Para enfrentar a concorrência mundial e atender às exigências recentes na era das novas tecnologias da informação, a digitalização e a adoção de novas técnicas de informação se tornaram uma necessidade para que todas as empresas e organizações de transporte e logística aprimorem suas atividades. Esta transformação digital dos setores de transporte e logística está dando origem a enormes e cada vez mais crescentes conjuntos de dados volumosos com alta velocidade e fontes de dados

variadas, também conhecidas como *Big Data*. Com novas infraestruturas de manipulação e gerenciamento, bem como mais análises e técnicas em tempo real, esses enormes conjuntos de dados podem ser colhidos com eficiência para realizar melhorias operacionais valiosas e criar novos valores de negócios nos domínios de transporte e logística. Este artigo fornece uma revisão do *Big Data* nos campos de transporte e logística, discute os desafios de pesquisa atuais e identifica algumas das direções promissoras para pesquisas futuras. (BORGI, 2017)

4.11 A Systematic Review on Scheduling PublicTransport using IoT as Tool

O transporte público pode desempenhar um papel importante na redução do uso de veículos particulares por indivíduos, o que pode, por sua vez, reduzir o congestionamento do tráfego, a poluição e o uso de combustível fóssil. Mas, para isso, o transporte público precisa ser confiável. As pessoas não deveriam ter que esperar muito tempo pelo ônibus sem ter ideia de quando o ônibus chegará. Além disso, as pessoas deveriam conseguir um assento no ônibus. Para garantir isso, a programação e o abastecimento de ônibus com eficiência e precisão são de extrema importância. Na verdade, hoje os ônibus são programados de acordo com a necessidade. Mas esse agendamento está sendo feito manualmente na Índia. Nessa pesquisa é demostrado que existem muitos algoritmos propostos na literatura para escalonamento e provisionamento de ônibus. É necessário adaptar esses algoritmos para o cenário indiano. E por fim será apresentado uma breve visão geral desses algoritmos neste artigo, além da identificação de questões em aberto que precisam ser abordadas. (PATEL, 2019)

4.12 Smart transport system based on “the internet of things”

O artigo analisa as características de um sistema de transporte inteligente (ITS) para explorar o impacto sobre o transporte urbano das ideias de "a Internet das Coisas (IOT)" antes de seu aparecimento oficial, e novas perspectivas para a força motriz do tráfego inteligente guiado por IoT. (ZHANG, 2011)

4.13 Energy Efficient and Reliable Transport of Data in Cloud-Based IoT

A Internet das Coisas (IoT) compreende um grande número de nós sensores com capacidade limitada de processamento, armazenamento e bateria. A IoT precisa operar em um ambiente restrito com desafios específicos, como mau funcionamento

de *hardware*, esgotamento da bateria e condições ambientais sem fio adversas. A implantação de uma IoT confiável é especialmente importante para aplicativos IoT críticos, como cidades inteligentes. Para garantir os requisitos de qualidade de serviço desses aplicativos, a IoT precisa fornecer garantias de confiabilidade específicas. Existem várias estratégias para garantir o transporte confiável e eficiente de energia de dados na IoT. No entanto, existe um conflito inerente entre o consumo de energia e a confiabilidade: um aumento na confiabilidade geralmente leva a um aumento no consumo de energia como na confiabilidade tradicional baseada em retransmissão. Para resolver este problema, foi apresentado quatro cenários de otimização usando um modelo de programação linear inteira mista (MILP). Primeiro, foi usado um esquema de seleção de rotas em espera (SBRS) para substituir falhas de nó e obter confiabilidade com consumo mínimo de energia de tráfego. Em segundo lugar, foi utilizado um esquema de nível de confiabilidade desejado (DRLS), que minimiza o consumo de energia de tráfego dos dispositivos IoT enquanto considera o nível de confiabilidade desejado como um fator-chave. Também foi proposto um esquema de sub canais baseado em confiabilidade (RBS) para evitar sobrecarga em rotas confiáveis de barramento e ao mesmo tempo, atenuar a interferência. Além disso, foi apresentado um esquema de compressão de dados baseado em confiabilidade (RBDS) para superar os limites de capacidade dos *links*. Os resultados mostram que nossos esquemas propostos reduzem o efeito negativo entre a confiabilidade e o consumo total de energia de tráfego com uma economia de energia média de 57% no SBRS e 60% no RBDS em comparação com o DRLS. (AL-KADHIM, 2019)

4.14 IoT Enabled real-time urban transport management system

Com a popularidade do transporte inteligente em cidades inteligentes, há um aumento exponencial no número de veículos nas estradas, o que por sua vez aumenta o congestionamento em o tráfego da rede. Portanto, está se tornando uma tarefa desafiadora encontrar vagas de estacionamento em sociedades modernas em todo o mundo. Para resolver as questões acima mencionadas, neste artigo, foi proposto um sistema denominado iERS, que reduz o esforço do usuário para localizar as vagas de estacionamento disponíveis mais próximas em tempo real. Reduz os esforços individuais para localizar uma vaga de estacionamento adequada. O iERS ajuda o usuário a encontrar uma vaga de estacionamento disponível e também fornece orientação para o slot. O iERS usa a infraestrutura baseada na Internet das Coisas

(IoT) para monitorar e sinalizar a disponibilidade de diferentes vagas de estacionamento nas comunidades inteligentes. A simulação e resultados de teste demonstram que o iERS fornece melhor orientação aos usuários para reservar o lugar de estacionamento disponível em comparação com as outras soluções existentes. (CHAUHAN, 2020)

4.15 Integration of IoT, Transport SDN, and Edge/Cloud Computing for Dynamic Distribution of IoT Analytics and Efficient Use of Network Resources

A Internet das Coisas (IoT) requer infraestruturas de nuvem para análise de dados (por exemplo, monitoramento de temperatura, medição de consumo de energia, etc.). Tradicionalmente, os serviços em nuvem têm sido implementados em grandes datacenters na rede central. *Corecloud* oferece alta capacidade computacional com tempo de resposta moderado, atendendo aos requisitos de serviços centralizados com demandas de baixo atraso. No entanto, coletar informações e trazê-las para uma infraestrutura de nuvem central não é uma solução escalável de longo prazo, especialmente porque o volume de dispositivos e dados IoT está previsto para explodir. Uma solução escalável e eficiente, tanto no nível de rede quanto na nuvem, é distribuir o IoT *analytics* entre a nuvem central e a borda da rede (por exemplo, primeiro analítico na nuvem de borda e a *big data* analítico na nuvem central). Distribuição de analítica de IoT e uso de recursos de rede, requer a integração do controle das redes de transporte (pacote e óptico) com os recursos de ponta e nuvem distribuídos para implantar serviços de IoT dinâmicos e eficientes. Este artigo apresenta e valida experimentalmente o primeiro *software* de transporte IoT-*awaremultilayer* (pacote/óptico) definido em rede e arquitetura de orquestração de borda/nuvem que implanta um controle de tráfego IoT e mecanismo de prevenção de congestionamento para distribuição dinâmica de processamento IoT para a borda da rede (ou seja, *edgecomputing*) com base no estado real do recurso de rede. (MUÑOZ, 2018)

4.16 Multi-Layer Latency Aware Workload Assignment of E-Transport IoT Applications in Mobile Sensors Cloudlet Cloud Networks

Hoje em dia, com os desenvolvimentos emergentes em tecnologias de comunicação sem fio, como sensores 6G e 5G e da Internet das Coisas (IoT), o uso

de aplicativos de E-Transport tem aumentado progressivamente. Esses aplicativos são E-Bus, E-Taxi, carro autônomo, E-Train e E-Ambulance e cargas de trabalho sensíveis à latência executadas na rede de nuvem distribuída. No entanto, muitos atrasos estão presentes em redes de nuvem baseadas em *cloudlet*, como atraso de comunicação, atraso de ida e volta e migração durante a carga de trabalho na rede de nuvem baseada em *cloudlet*. No entanto, a execução distribuída de cargas de trabalho em diferentes nós de computação durante a atribuição é uma tarefa desafiadora. Este artigo propõe uma nova Latência Multicamadas (por exemplo, atraso de comunicação, atraso de ida e volta e atraso de migração) Aware Workload Assignment Strategy (MLAWAS) para alocar a carga de trabalho de aplicativos de *E-Transport* em nós de computação ideais. O MLAWAS consiste em diferentes componentes, como a atribuição de reconhecimento de *Q-Learning* e o método Iterative, que distribui a carga de trabalho em um ambiente dinâmico onde as mudanças de tempo de execução de sobrecarga e superaquecimento permanecem controladas. A migração da carga de trabalho e a migração da VM também fazem parte do MLAWAS. O objetivo é minimizar o tempo médio de resposta dos aplicativos. Os resultados da simulação demonstram que o MLAWAS ganha o tempo de resposta médio mínimo em comparação com as duas outras estratégias existentes. (LAKHAN, 2021)

4.17 IoT-Based Context-Aware Intelligent Public Transport System in a Metropolitan Area

O sistema de transporte público (PTS) em uma área metropolitana é um sistema não linear, dinâmico e complexo. Gerenciar e fornecer serviços de transporte público adequados é difícil. Neste artigo, propomos um PTS inteligente baseado na Internet das Coisas (IoT-IPTS) em uma área metropolitana. O AnIoT é usado para interconectar entidades de transporte, como veículos, passageiros (telefones celulares), rotas (sensores), unidades de beira de estrada (RSUs), etc., em uma área metropolitana. A IoT fornece a conectividade perfeita entre diferentes tecnologias de rede, sempre que os passageiros ou veículos se movem de um local para outro. Consequentemente, a IoT fornece os serviços de transporte público integrados adequados na área metropolitana. Além disso, usamos informações de contexto de entidades de transporte, como condição de rotas, densidade de tráfego, número de rotas disponíveis, congestionamento de tráfego, movimento de veículos e sua

mobilidade, que são armazenados na nuvem. As informações de contexto armazenadas na nuvem junto com as IoTs são usadas para encontrar as rotas relevantes, modos alternativos, horários de partida e muito mais para fornecer serviços de transporte público em uma área metropolitana. O IoT-IPTS proposto faz uso de agentes estáticos e móveis com a técnica de inteligência emergente (EIT) para coletar, analisar e compartilhar informações de contexto. As informações de contexto analisadas são utilizadas para formar as políticas para fornecer os melhores serviços de transporte público disponíveis para os passageiros de uma área metropolitana. A rede definida por *software* é usada para permitir que a computação em nuvem e a rede *EI gerenciem* os serviços de transporte público para os passageiros. (CHAVHAN, 2019)

4.18 A Survey on Design and Analysis of Robust IoT Architecture

A tecnologia IoT cria mudanças revolucionárias na troca de dados e controle de dispositivos em diferentes aplicações. Conforme a rede IoT cresce, ela lança diferentes desafios para engenheiros e pesquisadores. Conforme a rede cresce, o tamanho dos dados de comunicação e processados também aumenta. Em muitos casos, os clientes exigem o histórico dos dados. Para reter os dados anteriores, grandes discos de armazenamento são necessários. Obter dados anteriores pode ajudar na investigação de dados para entender o comportamento do sistema e estimar sua inteligência. Às vezes, também é muito importante na investigação de violação da lei ou em caso de crime. Então, continuar adicionando os discos de armazenamento não irá satisfazer as demandas do usuário, mas traz muitos outros problemas críticos para analistas e clientes. O aumento no tamanho e na quantidade do disco aumentará o custo. Também pode diminuir o desempenho do sistema. Para sistemas pessoais pequenos e individuais, isso pode se tornar um obstáculo. Para um indivíduo, a IoT patriótica pode se tornar uma ferramenta cara e preguiçosa de manter. Isso cria muitos problemas em sua vida diária. Isso cria problemas indesejados e desnecessários na vida rotineira. Os grandes dados podem ser armazenados em nuvem e podem ser recuperados de bancos de dados em nuvem. Mas a leitura e o armazenamento dinâmicos são o maior desafio para os sistemas embarcados usados na IoT. Devido à velocidade da rede, as perdas de dados no transporte sem fio e o problema de sincronização de portas, os blocos de dados podem não chegar ao suporte da porta. Isso precisa ser informado ao usuário com sinais de confirmação. Para armazenar

dados em tempo real, RAMs de dados de alta velocidade e dispositivos de armazenamento interno são incorporados aos módulos IoT. Todas as operações no sistema IoT são monitoradas por um microcontrolador na placa-mãe. Em sistemas IoT simples e pequenos, como sistemas pessoais ou individuais, um único microcontrolador em vez de uso geral é suficiente. Para reduzir a carga do microcontrolador, um coprocessador pode ser usado. No presente artigo é proposto um método para acessar os parâmetros dos dados sem intervenção do processador principal. Neste método, um controlador de memória direta (DMA) é usado para buscar os parâmetros reais. (DHANALAXMI, 2017)

4.19 Energy Conservation for IoT Devices

A Internet das Coisas (IoT) é uma nova visão de mundo que agrupa os avanços e tecnologias de diferentes domínios da computação, como computação ubíqua, computação difusa, comunicação e tecnologias de detecção. Em tempos recentes, a IoT emergiu significativamente, pois tem muitas aplicações em tempo real, como em casa inteligente, cidade inteligente, assistência médica inteligente, etc. Nesta pesquisa, os autores apresentaram uma introdução às técnicas de conservação de energia no ecossistema de IoT e pragmática arquitetura do sistema IoT com eficiência energética em detalhes. Questões envolvidas na implementação da conservação de energia na estrutura de IoT, bem como abordagens de conservação de energia com sua perspectiva, também são discutidas neste capítulo. (MITTAL, 2019)

4.20 A Public Transport Bus as a Flexible Mobile Smart Environment Sensing Platform for IoT

Neste artigo, foi apresentado os requisitos, o projeto e os testes de pré-implantação de um ônibus de transporte como um serviço *Mobile Enterprise Sensor Bus* (M-ESB) na China que oferece suporte a dois requisitos principais: monitorar o ambiente físico urbano e monitorar as condições das estradas. Embora vários desses projetos tenham sido propostos anteriormente, a integração do monitoramento do ambiente e das condições das estradas e o uso de uma interface de troca de dados para alimentar um sistema de computação em nuvem de dados é uma abordagem inovadora. Foi apresentado a arquitetura do M-ESB e, além disso, foi proposto um novo modelo de gestão para a empresa de ônibus atuar como Operadora de Serviço

Móvel Virtual. O teste de pré-implantação foi realizado para validar nosso sistema. (KANG, 2016)

4.21 Applications of Artificial Intelligence in Transport: An Overview

O rápido ritmo de desenvolvimento em Inteligência Artificial (IA) está proporcionando oportunidades sem precedentes para melhorar o desempenho de diferentes indústrias e negócios, incluindo o setor de transporte. As inovações introduzidas pela IA incluem métodos computacionais altamente avançados que imitam a maneira como o cérebro humano funciona. A aplicação da IA no campo dos transportes visa superar os desafios de uma crescente demanda por viagens, emissões de CO2, preocupações com segurança e degradação ambiental. À luz da disponibilidade de uma grande quantidade de dados quantitativos e qualitativos e IA nesta era digital, lidar com essas preocupações de uma forma mais eficiente e eficaz se tornou mais plausível. Exemplos de métodos de IA que estão encontrando seu caminho para o campo de transporte incluem Redes Neurais Artificiais (ANN), Algoritmos Genéticos (GA), *Simulated Annealing* (SA), Sistema Imune Artificial (AIS), *Ant Colony Optimizer* (ACO) e *Bee Colony Optimization* (BCO) e *Fuzzy Logic Model* (FLM) A aplicação bem-sucedida de IA requer um bom entendimento das relações entre IA e dados, por um lado, e as características e variáveis do sistema de transporte, por outro. Além disso, é promissor para as autoridades de transporte determinar a maneira de usar essas tecnologias para criar uma melhoria rápida no alívio do congestionamento, tornando o tempo de viagem mais confiável para seus clientes e melhorando a economia e a produtividade de seus ativos vitais. Este artigo fornece uma visão geral das técnicas de IA aplicadas em todo o mundo para resolver problemas de transporte, principalmente em gestão de tráfego, segurança de tráfego, transporte público e mobilidade urbana. A visão geral conclui abordando os desafios e limitações dos aplicativos de IA no transporte. (ABDULJABBAR, 2019)

4.22 Artificial Intelligence, Transport and the Smart City: Definitions and Dimensions of a New Mobility Era

A inteligência artificial (IA) é um conceito poderoso ainda em sua infância que tem o potencial, se utilizado de forma responsável, de fornecer um veículo para mudanças positivas que podem promover transições sustentáveis para um paradigma de habitabilidade mais eficiente em termos de recursos. A IA, com suas funções e

capacidades de aprendizagem profunda, pode ser empregada como uma ferramenta que capacita máquinas para resolver problemas que podem reformar paisagens urbanas como as conhecemos há décadas e ajudar a estabelecer uma nova era; a era da "cidade inteligente". Uma das principais áreas que a IA pode redefinir é o transporte. A provisão de mobilidade e seu impacto no desenvolvimento urbano podem ser significativamente melhorados com o emprego de sistemas de transporte inteligentes em geral e de transporte automatizado em particular. Esta nova geração de mobilidade baseada em IA, apesar de sua orientação para a máquina, tem que ser uma tecnologia centrada no usuário que “entende” e “satisfaz” o usuário humano, os mercados e a sociedade como um todo. A confiança deve ser construída e os riscos devem ser eliminados, para que esta transição decole. Este artigo fornece uma nova contribuição conceitual que discute profundamente o nexo pouco estudado de IA, transporte e cidade inteligente e como isso afetará o futuro urbano. Ele cobre especificamente as principais iniciativas de mobilidade inteligente referentes a Veículos Conectados e Autônomos (CAVs), Veículos Aéreos Pessoais e Não Tripulados (PAVs e UAVs) e Mobilidade como Serviço (MaaS), mas também intervenções que podem funcionar como tecnologias facilitadoras para transporte, como como a Internet das Coisas (IoT) e a Internet Física (PI) ou refletem transformações mais amplas como a Indústria 4.0. (NIKITAS, 2020)

4.23 Application of Artificial Intelligence for Development of Intelligent Transport System in Smart Cities

Este estudo apresenta conceitos básicos e aplicações do Sistema de Inteligência Artificial (AIS) para o desenvolvimento de sistemas de transporte inteligentes em cidades inteligentes na Índia. Com a crescente urbanização, o governo agora percebeu a necessidade de desenvolver cidades inteligentes que possam lidar com os desafios da vida urbana e também sejam ímãs para investimentos na Índia. O sistema de transporte nas cidades inteligentes deve ser acessível, seguro, ecologicamente correto, mais rápido, confortável e acessível sem comprometer as necessidades futuras. Acidentes, vagas de estacionamento inadequadas e um custo de energia em rápido crescimento. Portanto, o desenvolvimento de um Sistema de Transporte Inteligente é essencial para as cidades inteligentes devido às preocupações com a equidade ambiental, econômica e social. A Inteligência Artificial é uma tecnologia-chave para resolver esses problemas. Portanto, há uma

necessidade urgente na adoção de um Sistema de Inteligência Artificial para o desenvolvimento de Sistema de Transporte Inteligente para melhor compreender e controlar suas operações em cidades inteligentes. Portanto, o objetivo principal deste estudo é apresentar alguns conceitos básicos de Inteligência Artificial e suas aplicações para o desenvolvimento de Sistema de Transporte Inteligente em cidades inteligentes na Índia. Este estudo conclui que o sistema de Inteligência Artificial precisa ser adotado para desenvolver um sistema de transporte público inteligente, gerenciamento e controle de tráfego inteligente, sistema de informação ao viajante inteligente, gerenciamento de estacionamento inteligente e sistema seguro de mobilidade e emergência em cidades inteligentes. Espera-se que este estudo abra caminho para o desenvolvimento do Sistema de Transporte Inteligente em cidades inteligentes na Índia. (AGARWAL, 2015)

4.24 Past, present and prospect of an Artificial Intelligence (AI) based model for sediment transport prediction

Um modelo preciso para previsão de sedimentos é uma prioridade para todos os pesquisadores hidrológicos. Muitos métodos convencionais mostraram uma incapacidade de alcançar uma previsão precisa de sedimentos em suspensão. Esses métodos são incapazes de compreender o comportamento do transporte de sedimentos em rios devido à complexidade, ruído, não estacionariedade e dinamismo do padrão de sedimentos. Nas últimas duas décadas, *Artificial Intelligence* (AI) e abordagens computacionais tornaram-se uma ferramenta notável para o desenvolvimento de um modelo preciso. Essas abordagens são consideradas uma ferramenta poderosa para resolver qualquer modelo não linear, pois podem lidar facilmente com um grande número de dados e modelos sofisticados. Este artigo é uma revisão de todas as abordagens de IA que foram aplicadas na modelagem de sedimentos. A pesquisa atual concentra-se no desenvolvimento de aplicações de IA no transporte de sedimentos. Além disso, a revisão identifica os principais desafios e oportunidades para pesquisas prospectivas. Em toda a literatura, modelos complementares são superiores à modelagem clássica. (AFAN, 2016)

4.25 Artificial Intelligence in Transportation Information for Application

Na virada do século 21, os profissionais de transporte enfrentam desafios de complexidade crescente. Os profissionais de transporte devem cumprir as metas de

fornecer transporte seguro, eficiente e confiável, minimizando o impacto no meio ambiente e nas comunidades. Isso se tornou bastante difícil devido ao aumento constante na demanda por viagens, alimentado pelo desenvolvimento econômico, e as demandas cada vez maiores para fazer mais com menos. Uma lista parcial de alguns desses desafios que os profissionais de transporte enfrentam inclui problemas de capacidade, registro de segurança insatisfatório, falta de confiabilidade, poluição ambiental e desperdício de energia. Somando-se ao desafio, está o fato de que os sistemas de transporte são sistemas inerentemente complexos que envolvem um grande número de componentes e partes diferentes, cada uma com objetivos diferentes e frequentemente conflitantes. Nos últimos anos, tem havido um interesse crescente entre pesquisadores e profissionais de transporte em explorar a viabilidade de aplicar paradigmas de inteligência artificial (IA) para resolver alguns dos problemas mencionados acima, a fim de melhorar a eficiência, segurança e compatibilidade ambiental dos sistemas de transporte. Os pesquisadores de IA, especialmente nas décadas de 1950 e 1960, frequentemente adotavam objetivos elevados para o campo, como o desenvolvimento de solucionadores de problemas de uso geral. Como pesquisadores e profissionais de transporte, no entanto, o objetivo em pesquisar aplicações de IA para transporte é muito mais modesto. Nosso interesse é principalmente utilizar as ferramentas e métodos que a comunidade de IA desenvolveu para resolver problemas reais de transporte que têm sido bastante desafiadores para resolver usando métodos de solução tradicionais e clássicos. Diante disso, foi adotado a seguinte definição para IA nesta circular: IA se refere a métodos e abordagens que imitam o comportamento biologicamente inteligente para resolver problemas que até agora têm sido difíceis de resolver pela matemática clássica. (ABDULJABBAR, 2019)

4.26 Research and Development in Intelligent Systems XXVII

A Internet trouxe um acesso sem precedentes a uma grande quantidade de informações. No entanto, nos últimos tempos, o problema da sobrecarga de informações tem se tornado cada vez mais acentuado, e agora estamos chegando a um ponto em que está se tornando cada vez mais difícil localizar as informações certas no momento certo. Uma via de pesquisa que visa melhorar o acesso à informação e aliviar o problema de sobrecarga de informação é desenvolver tecnologias para personalizar automaticamente a informação, tanto em termos de seu conteúdo como

no modo de apresentação, sendo assim fornecendo um serviço de listas personalizadas com base na Internet. PTV é capaz de compilar automaticamente guias personalizados para combinar os gostos e desgostos de usuários individuais. (BRAMER, 2010)

4.27 Application of selected artificial intelligence methods in terms of transport and intelligent transport systems

Nos últimos anos, tem havido um interesse crescente entre pesquisadores de transporte e profissionais em explorar a viabilidade de aplicar paradigmas de inteligência artificial (IA) para resolver alguns dos problemas de transporte, a fim de melhorar a eficiência, segurança e compatibilidade ambiental dos sistemas de transporte. A contribuição é destacar a aplicação de ferramentas e métodos da área de soluções de inteligência artificial a problemas de trânsito, onde o uso de soluções tradicionais seria demorado e mais caro. Este artigo trata da aplicação de métodos selecionados de inteligência artificial no caso de transporte e sistemas de transporte inteligentes. (ŠTENCL, 2012)

4.28 Artificial intelligence-based vehicular traffic flow prediction methods for supporting intelligent transportation system

Nos últimos anos, o sistema de transporte inteligente (ITS) tem recebido atenção considerável, devido às maiores demandas por segurança e eficiência viárias em redes viárias altamente interconectadas. Como parte essencial do ITS, a previsão de tráfego pode fornecer suporte em muitos aspectos, como roteamento de estradas, controle de congestionamento de tráfego, entre outros. Para fornecer uma visão geral mais abrangente da função da previsão de tráfego em sistemas ITS, primeiro apresentaremos os aplicativos ITS correspondentes e discutiremos como a previsão de tráfego pode melhorar o desempenho desses aplicativos. A seguir, apresentaremos o procedimento geral de previsão, bem como alguns conceitos básicos de previsão do fluxo de tráfego, seguidos por uma descrição de uma estrutura geral para implementar a previsão do fluxo de tráfego. Nesta pesquisa, focam-se principalmente dois tipos de métodos de previsão, baseados em estatísticas e com base em aprendizado de máquina (ML). Esses dois tipos de abordagens são mais usados em previsões de fluxo de tráfego de ITS nestes anos e serviços para contextos diferentes. De modo geral, os modelos baseados em estatísticas têm melhor

interoperabilidade do modelo, mas a estrutura do modelo rigorosa limita a adaptabilidade, enquanto os modelos baseados em ML são mais flexíveis. Consequentemente, será apresentado as características desses dois tipos de métodos por meio de exemplos específicos de abordagens de última geração. Por último, mas não menos importante, algumas direções de desenvolvimento potenciais e significativas correspondentes a este domínio são apresentadas para fazer um grande favor para pesquisas futuras. (BOUKERCHE, 2020)

4.29 Artificial Intelligence and Intelligent Transportation: Driving into the 3rd Axial Age with ITS

Onde está a inteligência em sistemas de transporte inteligentes? Esta tem sido uma pergunta que ecoa a muito tempo, há mais de três décadas. Claro, nenhuma resposta fácil ainda, mas como a Inteligência Artificial está emergindo como a força motriz para novos desenvolvimentos tecnológicos, econômicos e sociais, é visualizado uma nova esperança e luz para uma transição rápida de ITS de sistemas principalmente funcionais para verdadeiramente infraestruturas inteligentes. Claramente, depois das vitórias recentes do programa Go da AlphaGo sobre os mestres humanos da Go, TI não é mais a tecnologia da informação, isso é TI “passado”, agora significa TI “nova”, tecnologia inteligente. No entanto, não é possível esquecer a "velha" TI, Tecnologia Industrial, e é de suma importância pensar profundamente sobre como usar o estado atualizado de TI. (WANG, 2017)

4.30 The application of artificial intelligence in public administration for forecasting high crime risk transportation areas in urban environment

A administração pública tem adotado a tecnologia da informação e comunicação para construir novos sistemas inteligentes e desenhar novas estratégias de prevenção de riscos na gestão de transportes. O objetivo final é melhorar a qualidade dos serviços de transporte e também garantir a segurança do transporte público. Nesta pesquisa, uma combinação de métodos de agrupamento espacial e modelos de redes neurais artificiais foi usada para prever as áreas de transporte de alto risco de crime. Sistemas de informações geográficas foram utilizados para realizar análises espaciais de forma a identificar as regiões com alta concentração de ocorrências criminais. A inteligência artificial foi usada neste estudo para construir modelos preditivos de redes neurais artificiais. Os modelos preditivos de rede neural

foram avaliados usando o erro quadrático médio (MSE) a fim de encontrar o modelo de previsão ideal. O modelo de previsão ideal foi usado para prever as áreas de transporte de alto risco de crime. O algoritmo escalonado de gradiente conjugado foi utilizado como algoritmo de treinamento para a construção dos modelos de rede neural *feedforward*, uma vez que é considerado um dos algoritmos de aprendizado mais rápido em comparação com vários outros algoritmos, como algoritmos de aprendizado de retro propagação. (KOUZIOKAS, 2017)

4.31 Application of adaptive weights to intelligent information systems: An intelligent transportation system as a case study

A otimização das tecnologias de *feedback* da informação é muito importante para muitos sistemas socioeconômicos, como bolsas de valores e sistemas de tráfego, com o objetivo de aproveitar ao máximo os recursos. Neste artigo, é proposto um método de peso adaptativo, que tem valor potencial para uma variedade de contextos de processamento de informação. Foi aplicado este método de peso adaptativo a um sistema de transporte inteligente (ITS) como um estudo de caso. Uma estratégia de *feedback* chamada, Estratégia de *Feedback* do Coeficiente de Congestionamento Melhorado (ICCFS), é introduzida com base em um cenário de duas rotas em que informações dinâmicas podem ser geradas e exibidas na beira da estrada para permitir que os motoristas tomem uma decisão informada sobre a rota. Nosso modelo incorpora os efeitos da adaptabilidade nos modelos de autômato celular de fluxo de tráfego. As simulações demonstram que a adoção desta estratégia de *feedback* de informação ideal proporciona uma alta eficiência no controle da distribuição espacial de padrões de tráfego quando comparada com as três outras estratégias de f*eedback* de informação, ou seja, Tempo de Viagem Estratégia de Feedback (TTFS), Estratégia de Feedback de Velocidade Média (MVFS) e Estratégia de Feedback do Coeficiente de Congestionamento (CCFS). (DONG, 2011)

4.32 Impacts of Intelligent Information Systems on Transport and the Economy - the Micro-Based Modelling System Ovid

Este artigo oferece uma visão geral do projeto lançado pelo Ministério Alemão de Pesquisa e Educação (BMBF). O objetivo do projeto é avaliar o impacto de sistemas de informação avançados no transporte rodoviário. Uma plataforma de simulação é construída para simular as reações de consumidores e empresas em uma

escala micro e para descobrir em que condições ocorre uma mudança nos padrões de atividade ou nas rotinas logísticas. Uma conclusão provisória é que o benefício esperado das informações pré-viagem pode levar a mudanças substanciais de comportamento e melhorias no sistema de transporte. (GRINGMUTH, 2005)

4.33 Smart Clients: Constraint Satisfactions as a Paradigm for Scaleable Intelligent Information Systems

Muitos sistemas de informação são usados em um contexto de resolução de problemas. Exemplos são sistemas de planejamento de viagens, catálogos em comércio eletrônico ou sistemas de planejamento de agenda, eles podem ser feitos mais úteis ao integrar recursos de resolução de problemas nos sistemas de informação. Isso representa o desafio da escalabilidade: quando centenas de usuários acessam ao servidor ao mesmo tempo, é importante evitar carga computacional excessiva. Apresentamos o conceito de *smart cliente,* agentes leves de resolução de problemas com base na satisfação de restrições que podem realizar as tarefas de computação e comunicação intensivas no computador do usuário. Apresentamos um exemplo de um sistema de planejamento de viagens aéreas baseado nesta tecnologia. (ARNAL, 1998)

4.34 The role of intelligent information system in e-supply chain management performance

A Inteligência Artificial (IA) mudou a cadeia de suprimentos para cadeias de suprimentos inteligentes. As técnicas de IA hoje em dia parecem apoiar os processos da cadeia de abastecimento e têm mostrado um uso crescente de aplicativos comerciais de IA para representação da cadeia de abastecimento em muitas formas. A suposição subjacente deste artigo é que as empresas, juntamente com fornecedores e clientes, estão dispostas a reduzir o risco de incerteza e a reduzir a flutuação da demanda que afeta o tempo de espera que e o desempenho da cadeia de suprimentos. O sistema de informação inteligente seria usado para conduzir parte das transações da cadeia de abastecimento em tempo real, o que reduziria o *lead time* e reduziria a incerteza da flutuação da demanda ao longo das partes da cadeia de abastecimento, reduzindo o *lead time* e o efeito chicote aumentaria a eficiência da gestão da cadeia de abastecimento e melhorar seu desempenho. Em particular, este artigo assume que um sistema de informação inteligente baseado em agentes que é

capaz de gerenciar suas próprias atividades (por exemplo, as capacidades de raciocínio geral do planejamento de IA) e sua incerteza nos comportamentos de outros agentes que afetam suas capacidades de raciocínio. Assim, pode ser vantajoso para os agentes envolvidos coordenar as estimativas de execução de suas tarefas de modo que possam reduzir as incertezas empregando estimativas de outros agentes. Além disso, este artigo enfoca a maneira como um sistema inteligente baseado em agentes se comunica com as partes da cadeia de suprimentos no varejo e distribuição da indústria FMCG de PMEs e apresenta um sistema de informação inteligente para o gerenciamento da cadeia de suprimentos que supõe um aprimoramento no desempenho da cadeia de suprimentos em *e-supply* plataforma de cadeia. (ALZOUBI, 2018)

4.35 Development of Intelligent Information Systems for Operational River Flood Forecasting

São descritos o arcabouço estrutural e a implementação prática de sistemas operacionais de previsão de cheias de rios, com base no uso integrado de tecnologias de informação de última geração e métodos de simulação hidrológica. Eles exemplificam a implementação prática de uma abordagem interdisciplinar que usa amplamente os dados de sensoriamento remoto da Terra, sistemas de previsão baseados em arquitetura de serviço e uma interface inteligente para selecionar o tipo e ajustar os parâmetros de modelos hidrológicos, fornecendo a interpretação, representação amigável e acessibilidade de resultados de previsões como serviços da *web.* Um teste prático do protótipo do sistema provou a possibilidade de obter previsões operacionais de alta precisão, (de várias horas a vários dias), para as áreas de inundação e profundidades de seções do vale do rio. (ALABYAN, 2016)

4.36 Intelligent information processing in human resource management: an implementation case in China

Os sistemas de informação têm sido aplicados à gestão de recursos humanos (GRH) há décadas. No entanto, a forma de usar os sistemas de informação e a forma de processamento de informações para GRH evoluíram e melhoraram drasticamente na última década. Mais e mais sistemas de HRM hoje estão sendo alterados para os sistemas toe-HRM. Isso se deve principalmente ao advento da tecnologia da *Internet* e ao conceito emergente de inteligência comercial. Esse estudo mostra a evolução

dos sistemas de informação e processamento da informação no domínio HRM e fornece um caso de implementação em uma grande fábrica estatal chinesa. As experiências e lições aprendidas com este caso revelam vários problemas comuns no desenvolvimento de sistemas de informação no domínio de GRH. (ZHANG, 2006)

4.37 IEEE 802.11ax: Highly Efficient WLANs for Intelligent Information Infrastructure

Recentemente, o IEEE 802.11ax, introduzindo a melhoria fundamental das WLANs, foi aprovado como a tecnologia WLAN de próxima geração. Satisfazendo as enormes demandas do usuário por experiência do usuário, o IEEE 802.11ax alimentará o futuro inteligente infraestrutura de informações para atender ao transporte de *big data* e diversos cenários de aplicativos inteligentes. Neste artigo, foi apresentado uma visão geral da tecnologia-chave recursos do IEEE 802.11ax, como OFDMA PHY,UL MU-MIMO, reutilização espacial, OFDMA aleatório acesso, economia de energia com TWT e STA-2-ST. A operação e explicar a tradução desses recursos para aprimorar a experiência do usuário, destacando o princípio de *design* para facilitar ambientes inteligentes e identificando novas oportunidades tecnológicas. (DENG, 2017)

4.38 Components for Smart Autonomous Ship Architecture Based on Intelligent Information Technology

Com o desenvolvimento da tecnologia de TI nos últimos anos, várias tecnologias digitais e tecnologias de automação também são usadas na indústria de construção naval / transporte marítimo, e a estrutura fechada existente está mudando para uma estrutura aberta baseada em TIC. Se os vários sistemas (comunicação de navegação, motores, etc.) instalados e operados em navios foram limitados a cada função de unidade e funções fornecidas, essas alterações são agora as únicas para um sistema operacional de navio integrativo e abrangente que integra dados e compartilha informações mútuas através de interoperação e integração entre os sistemas internos e externos do navio utilizando a tecnologia TIC baseada no sistema de unidades. Além disso, o desenvolvimento da tecnologia de Hiperconectividade e Superinteligência da 4ª Revolução Industrial tem uma influência rápida e ampla na indústria naval e marítima. Nessa mudança, foi projetada uma arquitetura de navio autônomo inteligente que permite Navio Não Tripulado usando Tecnologia da

Informação de Inteligência (ICBMS + AI), na qual é a tecnologia central da quarta revolução industrial, e sistema de operação e gerenciamento de navio remoto que pode operá-lo com segurança e economia e com eficiência. Neste artigo, foi derivado a tecnologia por meio da análise de vários ângulos, como componentes do navio, características da logística de transporte, deveres e funções da tripulação, e aplicações de tecnologia de informação inteligente e a proposta de Navio Autônomo Inteligente e Arquitetura Costeira em que as informações entre Navio Autônomo Inteligente e o Data Center é convergido e é organicamente integrado e operado pela aplicação dessas tecnologias ao *Data Center Smart Autonomous Ship and Shore*. (IM, 2018)

4.39 Toward the design of intelligent traveler information systems

O surgimento de Sistemas Inteligentes de Transporte (ITS) fomentou o desenvolvimento de sistemas de informação avançados para viagens (ATIS). Esses sistemas são projetados para auxiliar os viajantes na tomada de decisões de escolha de viagem antes da viagem e no caminho. Argumenta-se que, embora muitos sistemas de informação ao viajante sejam inovadores e façam uso de tecnologias de ponta, eles carecem de inteligência de máquina real e, portanto, podem ser limitados em sua capacidade de atender ao público viajante a longo prazo. O objetivo deste artigo é apresentar uma visão da próxima geração de sistema de informação ao viajante, denominado *Intelligent Traveller Information Systems* (ITIS), no qual técnicas de inteligência artificial são utilizadas para criar sistemas capazes de fornecer aos viajantes uma assistência de planejamento mais personalizada. (ADLER, 1998)

4.40 Intelligent Information Technologies for Integrated Management Systems of Enterprises with A Complex Scheme of Gas-Extraction and Processing

Este artigo considera o desenvolvimento de um sistema integrado de gestão de controle e segurança (ICSS) e suas interfaces com um sistema automatizado de gestão empresarial (AEMS) à luz do estabelecimento de empresas industriais com modelo inteligente de gestão centralizada a exemplo de Kandym GPP. (MATVIENKO, 2015)

4.41 Modes from Smartphone Sensors Based on Deep Neural Network

Nos últimos anos, a importância das informações do usuário aumentou rapidamente para aplicativos sensíveis ao contexto. Este estudo propõe um mecanismo de aprendizado profundo para identificar os meios de transporte dos usuários de *smartphones*. O mecanismo proposto é avaliado em um banco de dados que contém mais de mil horas de medições de acelerômetro, magnetômetro e giroscópio de cinco modos de transporte, incluindo parada, caminhada, corrida, bicicleta e veículo. Os resultados experimentais confirmam a eficácia do mecanismo proposto, que atinge aproximadamente 95% precisão de classificação e supera quatro máquinas bem conhecidos métodos de aprendizagem. Enquanto isso, investigamos o tamanho do modelo e tempo de execução de diferentes algoritmos para resolver questões práticas (FANG, 2017)

4.42 Towards the Development of Intelligent Transportation Systems

Este artigo apresenta uma revisão do estado da arte em Sistemas Inteligentes de Transporte. O ITS envolve um grande número de áreas de pesquisa e, portanto, este trabalho enfoca aquelas que acreditamos serem as mais relevantes. O objetivo principal é estudar as conquistas alcançadas nos últimos anos e dar uma visão geral das possíveis direções para pesquisas futuras. (FIGUEIREDO, 2001)

4.43 Influence of Intelligent Transportation Systems on reduction of the environmental negative impact of urban freight transport based on Szczecin example

A necessidade de soluções telemáticas para apoiar o transporte e distribuição de mercadorias nas cidades deve-se principalmente à complexidade dos processos que ocorrem em sistemas de transporte urbano e a importância da otimização das operações de transporte, garantindo disponibilidade adequada de infraestrutura linear e pontual, ao mesmo tempo em que reduz os impactos adversos do sistema de transporte no ambiente. Este artigo concentra-se em um exemplo de solução implementado em Szczecin. A base desta solução é a utilização de dispositivos móveis para oferecer suporte ao sistema de gerenciamento de tráfego. (MAŁECKI, 2014)

4.44 Research and Development of Intelligent Transportation Systems

Os Sistemas Inteligentes de Transporte (ITS) são desenvolvidos há mais de dez anos na China. Além disso, uma nova geração de Sistemas de Transporte Inteligentes deve ser lançada para atender ao requisito de rápido desenvolvimento do transporte na China. Em primeiro lugar, a história do desenvolvimento de Sistemas de Transporte Inteligentes é resumida neste artigo. Em segundo lugar, como um dos primeiros centros de pesquisa de ITS na China, o Centro de Sistemas de Transporte Inteligente, Universidade de Tecnologia de Wuhan também é apresentado. Foi estabelecido em setembro de 2000 e teve como objetivo melhorar a segurança no tráfego, reduzir as emissões veiculares e economizar energia de transporte nas áreas de transporte rodoviário e aquaviário. Seus campos de pesquisa incluem: comportamento e segurança ao dirigir, gestão e controle da segurança no trânsito, direção assistida e veículos inteligentes na estrada, tecnologias de coleta de informações, sistemas de simulação de acidentes, sistemas de alerta de segurança e emergência no transporte aquaviário. Vários grandes projetos de pesquisa ou campos mencionados acima foram apresentados em detalhes. Finalmente, as principais áreas de ITS durante os próximos cinco anos são descritas, e o desenvolvimento e cooperação no futuro também são discutidos. (YAN, 2012)

4.45 Intelligent Transportation Systems (ITS) and the Transportation System

As aplicações do Sistema de Transporte Inteligente em diferentes áreas de transporte são revisadas. Isso inclui gestão de tráfego, mobilidade, segurança, gestão de transporte público, consumo de energia e poluição. A eficácia do ITS é limitada no momento devido à penetração lenta no mercado, aos sistemas complexos e não comprovados e às tecnologias em rápida mudança. Um resultado muito difícil de prever é a modificação do comportamento pelos usuários da estrada em resposta ao sistema após a introdução, negando seus benefícios. O ITS será implementado para todos os usos em intensidade crescente nos países de alta renda e para o benefício pessoal dos proprietários de carros ricos. Em países de baixa e média renda, as áreas promissoras são a otimização do transporte público e de táxi, gestão de frota de caminhões, controle de poluição e dispositivos de segurança que evitam dirigir embriagado e controle de velocidade. (MOHAN, 2015)

4.46 A Survey of Intelligent Transportation Systems

Com o rápido aumento do desenvolvimento econômico e técnico moderno, o Sistema de Transporte Inteligente (ITS) torna-se cada vez mais importante e essencial para um país. A prática mostra que depender apenas da construção de infraestrutura de transporte e expansão não resolve fundamentalmente os problemas de transporte existentes e, às vezes, até torna esses problemas mais graves. Portanto, cada país está explorando ativamente a tecnologia ITS para resolver eventuais problemas de tráfego. Mas devido às diferentes situações de investimento do fundo, ao mérito da tecnologia atual e aos vários problemas de tráfego para cada país, o nível de desenvolvimento de ITS e áreas de pesquisa são distintos. Este artigo se concentra na comparação e análise da pesquisa internacional de ITS e integra as tecnologias de ITS para projetar um modelo de integração. Consideramos o problema do tráfego não apenas um problema de países individuais, mas também um tópico global. Os países devem melhorar a comunicação da tecnologia, atualizar e aprimorar as técnicas de ITS. (AN, 2011)

4.47 Intelligent Transportation Systems

Os sistemas de transporte são muito importantes na vida moderna; portanto, esforços massivos de pesquisa foram dedicados a este campo de estudo no passado recente. Técnicas de conectividade veicular eficazes podem aumentar significativamente a eficiência de viagens, reduzir incidentes de tráfego e melhorar a segurança, aliviar o impacto do congestionamento; conceber a experiência denominada *Intelligent Transportation Systems* (ITS). Uma visão geral dos sistemas de transporte inteligentes e suas aplicações é apresentada, seguida por uma breve discussão sobre as comunicações veiculares. O presente trabalho também apresenta uma visão geral dos conceitos relacionados à confiabilidade em sistemas distribuídos de tempo real no escopo de ITS. (DIMITRAKOPOULOS, 2010)

4.48 Towards an integrated urban development considering novel intelligent transportation systems: Urban Development Considering Novel Transport

As áreas urbanas enfrentam atualmente novos e enormes desafios: urbanização, terrenos conectados e automatizados e transporte aéreo com nova demanda por transporte e serviços logísticos, manutenção de tráfego mais complexo e infraestrutura de fornecimento, bem como digitalização obrigatória de informações cadastrais sob as restrições de espaço e recursos limitados. Diferentes partes

interessadas estão interessadas em usar dados detalhados, precisos e atualizados sobre o ambiente urbano. Essas partes interessadas não são apenas órgãos governamentais, operadores de estradas e (público) gestores de frotas, mas também empresas interessadas em testar e operar novos meios de transporte inteligentes sistemas e veículos conectados e automatizados em ambientes de simulação urbana realistas e complexos. Este artigo propõe um conceito de como enfrentar esta tarefa complexa com base em abordagens já realizadas em o domínio do desenvolvimento e teste de condução automatizada e modelagem de cidades. Os elementos centrais deste artigo são um banco de dados geográfico abrangente, um conjunto de ferramentas para importar, validar, processar e fundir os dados necessários, bem como interfaces e formatos de dados para troca automatizada de dados. A viabilidade e os desafios, bem como o potencial e as sinergias da implementação deste conceito são discutidos através da análise de soluções semelhantes nos domínios-chave. O artigo conclui com uma proposta para concretizar tal conceito. (RICHTER, 2020)

4.49 Comparison of LTE and DSRC-Based Connectivity for Intelligent Transportation Systems

Os sistemas inteligentes de transporte (ITS) têm atraído muita atenção recentemente, em parte devido às demandas de melhoria da segurança e eficiência do tráfego rodoviário. O 3GPP está atendendo às necessidades de comunicação associadas a ITS e serviços de veículo a veículo (V2V) como parte dos aprimoramentos do LTE Rel-14, incluindo opções de transporte *unicast, multicast* e *sidelink*. Este artigo resume o *status* atual da padronização 3GPP, avalia as diferentes opções de transporte baseadas em LTE e compara o desempenho de LTE a um transporte V2V alternativo baseado no padrão IEEE 802.11p. Nossas investigações mostram que o *multicast* LTE é mais eficiente do que o *unicast* LTE, que é restringido por recursos de *downlink* limitados. Também foi observado uma compensação de desempenho entre LTE *multicast* e *sidelink*, onde para alta carga do sistema o *sidelink* oferece melhor confiabilidade do que o LTE *multicast* para intervalos de comunicação mais curtos, enquanto o *multicast* supera o *sidelink* para intervalos mais longos. Finalmente, os resultados mostram que tanto LTE *multicast* quanto LTE *sidelink* superam IEEE 802.11p em alcance e confiabilidade para os cenários considerados. (WANG, 2017)

4.50 A Survey on Intelligent Transportation Systems

Transporte ou setor de transporte é uma fonte legal para levar ou transportar elementos de um lugar para outro. Com o passar do tempo, o transporte enfrenta muitos problemas como alta taxa de acidentes, congestionamento de tráfego e poluição do ar por emissões de carbono, entre outros aspectos. Em alguns casos, o setor de transporte enfrenta a brutalidade dos ferimentos relacionados com o acidente, similar ao DPVAT no cenário brasileiro. Devido a essa complexidade, os pesquisadores integram tecnologias virtuais com o transporte, que é conhecido como Sistema de Transporte Inteligente. A ideia de integração de tecnologias virtuais é uma novidade no campo dos transportes e desempenha um papel vital para superar os problemas no mundo global. Este artigo aborda a grande variedade de aplicações, tecnologias de Sistema de Transporte Inteligente e suas diferentes áreas. O objetivo desta revisão literária é integrar e sintetizar algumas áreas e aplicações, as tecnologias discutidas com todas as perspectivas. Além disso, esta pesquisa se concentra em um amplo campo denominado Sistemas de Transporte Inteligentes, discutindo suas amplas aplicações, tecnologias utilizadas e seu uso em diferentes áreas, respectivamente. (QURESHI, 2013)

4.51 Deep Learning the Physics of Transport Phenomena

Neste presente trabalho foi desenvolvido um novo paradigma baseado em dados para a rápida inferência, modelagem e simulação dos fenômenos da física dos transportes por aprendizado profundo. Usando redes adversárias gerativas condicionais (cGAN), treinamos modelos para a geração direta de soluções para a condução de calor em estado estacionário e fluxo de fluido incompressível puramente na observação, sem conhecimento das equações governantes subjacentes. Em vez de usar métodos numéricos iterativos para aproximar a solução das equações constitutivas, os cGANs aprendem a gerar diretamente as soluções para esses fenômenos, dadas as condições de contorno arbitrárias e domínio, com alta precisão de teste (MAE <1%) e estado do desempenho computacional de arte. A estrutura cGAN pode ser usada para aprender modelos causais diretamente de observações experimentais, onde o modelo físico subjacente é complexo ou desconhecido. (FARIMANI, 2017)

4.52 Flight delay prediction for commercial air transport: A deep learning approach

Este estudo analisa dados de alta dimensão do Aeroporto Internacional de Pequim e apresenta um modelo prático de previsão de atrasos em voos. Seguindo uma abordagem multifatorial, a qual emprega aplicações para explorar os padrões internos de atrasos de voos. A regressão do vetor de suporte é incorporada ao modelo desenvolvido para realizar um ajuste fino supervisionado dentro da arquitetura preditiva apresentada. O método proposto provou ser altamente capaz de lidar com os desafios de grandes conjuntos de dados e a captura dos principais fatores que influenciam os atrasos. No final das contas permite que aeroportos conectados aliviem coletivamente a propagação do atraso em sua rede por meio de esforços colaborativos (por exemplo, sincronização de previsão de atraso). (YU, 2019)

4.53 Unpaired Deep Learning for Accelerated MRI Using Optimal Transport Driven CycleGAN

Recentemente, abordagens de aprendizado profundo para RM acelerada têm sido amplamente estudadas graças à sua reconstrução de alto desempenho, apesar da complexidade de tempo de execução significativamente reduzida. Essas redes neurais são geralmente treinadas de maneira supervisionada, portanto, pares correspondentes de dados sub amostrados e totalmente amostrados do espaço K são necessários. Infelizmente, muitas vezes é difícil adquirir dados do espaço K totalmente amostrados, uma vez que a aquisição de dados do espaço K totalmente amostrados requer um longo tempo de varredura e muitas vezes leva à alteração do protocolo de aquisição. Portanto, o *deep learning* não emparelhado sem dados de rótulo correspondentes tornou-se um tópico de pesquisa muito importante. Neste artigo, foi proposta uma abordagem de aprendizagem profunda não pareada usando uma rede adversarial geradora consistente com ciclo impulsionada por transporte ideal (OT-cycleGAN) que emprega um único par de gerador e discriminador. A arquitetura OT-CycleGAN proposta é rigorosamente derivada de uma formulação dupla da formulação de transporte ideal usando um custo de mínimos quadrados penalizado especialmente projetado. Os resultados experimentais mostram que nosso método pode reconstruir imagens de RM de alta resolução a partir de dados acelerados do

espaço K de aquisição de bobina única e múltipla, sem exigir dados de referência correspondentes. (OH, 2020)

4.54 Transport of intensity equation from a single intensity image via deep learning

A equação de transporte de intensidade (TIE) é um candidato ideal para imagens de fase com iluminações parcialmente coerentes. TIE tem as vantagens de simplicidade no cálculo de fases devido à sua solução de forma fechada e sem requisitos para um feixe de referência e desempacotamento de fase devido à sua natureza não interferométrica. No entanto, o TIE requer várias imagens com intensidade de foco e é muito sensível aos limites da imagem e ao ruído. Assim, neste artigo, foi combinado aprendizado profundo com TIE, abreviado como dTIE. Depois de ser treinado pelos resultados da fase TIE, o dTIE retém as vantagens do TIE e supera as deficiências do TIE da seguinte forma: (i) apenas uma imagem de intensidade de desfoque é necessário para imagens de fase enquanto o resultado é muito próximo ao resultado de TIE com índice SSIM atinge 0,95, permitindo imagens de fase mais eficientes; (ii) o problema de limite desaparece automaticamente devido à tradução Invariância das redes convolucionais; (iii) é insensível a ruídos, mesmo com ruídos muito intensos. Todas essas melhorias são verificadas na aplicação de dTIE para imagens de fase de células reais**.** (WANG, 2020)

4.55 Deep learning emulators for groundwater contaminant transport modelling

Modelos de fluxo e transporte de água subterrânea são rotineiramente aplicados para avaliações de risco de contaminação e projeto de plano de remediação. A carga computacional de tais modelos limitou sua aplicação quando uns grandes números de execuções do modelo são necessários para realizar correspondência de histórico, análise de sensibilidade, análise de incerteza e otimização. O aprendizado profundo mostrou grande potencial para relaxar essa limitação, emulando o método baseado em processos modelos para aplicações de computação intensiva. O presente estudo investiga a viabilidade de implementação emuladores de aprendizagem profunda para um fluxo generalizado e modelo de transporte de contaminantes com base na hidrogeologia de um aquífero localizado no sul da Austrália, onde o risco de contaminação do desenvolvimento de gás em terra precisa ser avaliado. Três tipos de previsões representativas são emulados: (i)

concentração de contaminantes em determinados localização e tempo (variável de ponto), (ii) funções objetivo usadas para calibração de modelo e análise de incerteza, (variável concentrada) e (iii) curvas de rompimento do contaminante (variável de sequência). Nesse estudo demonstra que emuladores de aprendizado profundo precisos, eficientes e escaláveis podem ser alcançados com apenas alguns milhares de treinamento amostras para um modelo de transporte simples. Equipado com emuladores DNN de execução rápida, transporte de contaminantes os modelos podem ser aplicados em modelagem ambiental mais sofisticada para apoiar a tomada de decisão baseada em risco. O estudo lança luz sobre a modelagem híbrida que combina a força dos modelos ambientais baseados em processos e modelos de aprendizado de máquina baseados em dados. (YU, 2020)

4.56 Deep Learning the Latent Space of Light Transport

Sugerimos um método para aprender diretamente o transporte de luz, ou seja, o mapeamento de uma configuração de material de iluminação de geometria 3D para uma imagem 2D sombreada. Embora muitos métodos de aprendizagem anteriores tenham empregado redes neurais convolucionais 2D aplicadas a imagens, mostramos pela primeira vez que o transporte de luz pode ser aprendido diretamente em 3D. O benefício do 3D sobre o 2D é que o primeiro também pode capturar corretamente os efeitos de iluminação relacionados à geometria oclusa e/ou semitransparente. Para aprender o transporte de luz 3D, representamos a cena 3D como uma nuvem de pontos 3D não estruturada, que é posteriormente, durante a renderização, projetada na imagem de saída 2D. Assim, sugerimos um operador de dois estágios compreendendo uma rede 3D que primeiro transforma a nuvem de pontos em uma representação latente, que mais tarde é projetada para a imagem de saída 2D usando uma rede 3D-2D dedicada em uma segunda etapa. Foi demonstrado que a abordagem resulta em melhor qualidade em termos de coerência temporal, mantendo a maior parte da eficiência computacional dos métodos 2D comuns. Como consequência, o operador de dois estágios proposto serve como uma extensão valiosa para abordagens de sombreamento moderadas. (HERMOSILLA, 2019)

4.57 A Deep Learning Based Nonlinear Upscaling Method for Transport Equations

Neste presente trabalho será desenvolvido um método de aumento de escala não linear para a equação de transporte não linear. O esquema proposto fornece uma equação de escala grosseira para a média da célula da solução. A fim de calcular os parâmetros na equação de escala grosseira, um operador de redução de escala local é construído. Esta operação de redução da escala recupera as propriedades da escala final usando as médias das células. Isso é obtido resolvendo a equação em uma região de sobre amostragem com a média de célula dada como restrição. Devido à não linearidade, é necessário calcular essas operações de redução de escala em tempo real e não se pode pré-calcular essas quantidades. Para fornecer uma operação de redução de escala eficiente, foi aplicada uma abordagem de aprendizado profundo. Será também utilizada uma rede neural profunda para aproximar a operação de redução de escala. Os resultados numéricos mostram que o esquema proposto pode atingir uma boa precisão e eficiência. (YEUNG, 2020)

4.58 Deep-Learning Approach to First-Principles Transport Simulations

Os cálculos de transporte a princípio em grande escala, embora essenciais para a modelagem de dispositivos, continuam exigentes do ponto de vista computacional. Para superar esse gargalo, combinou-se cálculos de transporte de primeiros princípios com regressão não linear baseada em aprendizagem de máquina. Foi calculado a condutância eletrônica por meio de técnicas de função de Green de não-equilíbrio baseadas em primeiros princípios para sistemas pequenos e mapeamos as propriedades de transporte em propriedades ontolocais usando descritores locais. Também foi demonstrado que usar o descritor local como recursos de entrada para regressão não linear baseada em *deep learning* permite construir uma rede neural robusta que pode prever a condutância de grandes sistemas além dos algoritmos de cálculo de primeiros princípios de última geração. O protocolo é aplicado a nano fios de metal alcalino, ou seja, potássio, que têm propriedades geométricas e eletrônicas únicas e, portanto, propriedades de transporte não triviais. Demonstramos que, em nossa abordagem, podemos alcançar um acordo qualitativo com o experimento em uma fração do esforço computacional em comparação com o cálculo direto das propriedades de transporte usando métodos convencionais de primeiros princípios. (BÜRKLE, 2021)

4.59 Deep learning of material transport in complex neurite networks

Os neurônios exibem geometria complexa em suas redes ramificadas de neurites, que é essencial para a função do neurônio individual, mas também traz desafios para transportar uma ampla variedade de materiais essenciais através de suas redes de neurites para sua sobrevivência e função. Embora métodos numéricos como análise isogeométrica (IGA) tenham sido usados para modelar o processo de transporte de material por meio da resolução de equações diferenciais parciais (PDEs), eles exigem um longo tempo de computação e enormes recursos de computação para garantir uma representação e solução geométrica precisa, limitando assim sua aplicação biomédica. Por tanto é demonstrado um modelo de aprendizado profundo baseado em rede neural de grafos (GNN) para aprender a simulação de transporte de material baseada em IGA e fornecer previsão rápida de concentração de material dentro de redes de neurite de qualquer topologia. Dadas as condições de contorno de entrada e configurações de geometria, o modelo bem treinado pode prever a mudança de concentração dinâmica durante o processo de transporte com um erro médio inferior a 10% e 120∼330 vezes mais rápido em comparação com as simulações IGA. A eficácia do modelo proposto é demonstrada dentro de várias redes de neurites complexas. (LI, 2021)

4.60 Sound-based transportation mode recognition with smartphones

A identificação baseada em *smartphone* do modo de transporte do usuário é importante para serviços sensíveis ao contexto. Foi investigado neste respectivo artigo a viabilidade de reconhecer os 8 modos de locomoção e transporte mais comuns a partir do som gravado por um *smartphone* carregado pelo usuário. Além disso foi proposto um *pipeline* de reconhecimento baseado em rede neural convolucional, que opera no espectrograma de transformada de Fourier de curta duração (STFT) do som no domínio logarítmico. A experiência com o conjunto de dados de locomoção-transporte (SHL) Sussex-Huawei em 366 horas de dados demonstra resultados promissores na qual o *pipeline* proposto pode reconhecer as atividades, *Still, Walk, Run, Bike, Car, Bus, Train* e *Subway,* com uma precisão global de 86,6 %, que é 23% maior do que os *pipelines* clássicos de aprendizado de máquina. Por fim mostra-se que o som é particularmente útil para distinguir entre várias atividades do veículo (por exemplo, carro versus ônibus, trem versus metrô). Esta discriminabilidade é complementar aos sensores de movimento amplamente utilizados, que são pobres em distinguir entre transporte ferroviário e rodoviário. (WANG e ROGGEN, 2019)

5 DESCRIÇÃO DO OBJETIVO DA PESQUISA

Esta etapa do trabalho, será apresentada a característica da pesquisa em campo, descrevendo a metodologia como um todo, evidenciando a mesma como de extrema importância para esta pesquisa.

É importante salientar que foi estudada a questão do transporte público, características dos veículos, dos equipamentos, e softwares que foram utilizados para coleta de dados precisos.

E por fim foram coletados, analisados e a comparados os resultados, a fim de encontrarmos uma métrica, que sirva como medidor comparado aos conceitos de suma importância para saúde humana, tendo a relação com os conceitos de saúde, ergonomia e conforto do passageiro durante as viagens.

5.1 Conceito de Ergonomia

A ergonomia é a ciência que estuda as adaptações do posto de trabalho em um contexto específico, para que os aspectos que dificultam o desenvolvimento do trabalho possam ser observados, a fim de buscar uma solução coerente para melhorar a qualidade de vida e da atividade laboral a ser desenvolvida pelo indivíduo. O principal foco da ergonomia é trazer, de maneira eficaz, técnicas adaptativas para facilitar as atividades diárias dos trabalhadores, trazendo maior qualidade de vida, buscando prevenir patologias que possam surgir por esforço repetitivo, melhorando o rendimento dos colaboradores junto às empresas, desenvolvendo ações que trarão benefícios para a empresa e seus colaboradores. (MELATTI, 2006)

Figura 26: Ergonomia

Fonte: Sebastian Kaulitzki / Ergonomia (2019)

A ergonomia deve ser aplicada nos postos de trabalho conforme a atividade desenvolvida, a partir de informações trazidas pelo colaborador, como por exemplo: tempo diário de atividade no posto de trabalho, altura, peso, posicionamento adotado para realização do trabalho e queixas relacionadas ao desconforto no posicionamento adotado. O profissional que analisará o posto de trabalho deverá se preocupar, além das informações já citadas, com informações tais como: dimensões do posto de trabalho, sugestão para a melhora do posto e na rotina dos colaboradores, além de trazer um embasamento científico para que a empresa compreenda os motivos para que as mudanças sejam realizadas. (MELATTI, 2006)

Dessa forma, as atividades serão realizadas com mais qualidade, e consequentemente, os benefícios serão favoráveis para ambas as partes, trazendo mais saúde para os colaboradores, menor índice de penalidades/faltas para a empresa, diminuição no risco de lesões, redução de acidentes de trabalho e maior aproveitamento para a empresa. (MELATTI, 2006)

A ergonomia é normatizada através das NRs (Normas Regulamentadoras), onde o técnico em segurança do trabalho e o fisioterapeuta trabalham juntos, buscando informações que possam ser importantes para a melhora na saúde de funcionários nas mais diversas áreas. Para que essas normas sejam colocadas em prática, existem muitas avaliações que facilitam a identificação de irregularidades nos postos de trabalho, a fim de complementar as informações anteriormente coletadas e estudadas. (MELATTI, 2006)

Apesar de se buscar muito pela realização de estudos sobre a ergonomia como ciência, necessita-se que as empresas entendam a importância da aplicação dela, para que assim ocorra a conscientização[25] dos colaboradores, a fim de entender a importância de manter os cuidados em suas atividades diárias. Existem muitos exemplos de empresas em que seus colaboradores se queixam de dores e desconfortos que sentem diariamente devido à má postura; contudo, a maioria dessas empresas não se preocupam em questioná-los em realizar mudanças para que o posto de trabalho seja modificado afim de promover maior qualidade de execução do trabalho; sendo assim, o resultado é a diminuição na qualidade de produção, diminuição na frequência de trabalho dos colaboradores e, consequentemente, todos perdem. (MELATTI, 2006)

Por isso, é importante que as empresas se preocupem em demonstrar interesse na boa saúde de seus colaboradores, estimular a prática de atividades físicas, estudar possíveis modificações para melhorar as condições de trabalho, ofereça atendimento médico e fisioterapêutico de qualidade para os colaboradores, ofertar atividades como ginástica laboral e momentos de descontração e relaxamento no próprio ambiente de trabalho, estimular a utilização correta de EPIs, assim como outras medidas que podem ser tomadas em prol do bem estar comum. (MELATTI, 2006)

Neste capítulo contextualizamos o conceito de ergonomia, entendendo os conceitos, e as ações a serem adotadas em vários âmbitos, a fim haver uma boa ergonomia. Sendo assim, iremos verificar/discutir no capítulo características do transporte, em todos os âmbitos. A fim de encontrar uma métrica entre os 2 (dois) segmentos, ergonomia, e transporte público.

[25] Ato de conscientizar ou de se tornar consciente, de fazer com que alguém saiba algo ou de passar a conhecer alguma coisa.

Trazendo o intuito deste trabalho, na qual faz a coletas de dados, análise, e posteriormente a criação de padrões, com intuito sempre de qualificar o transporte público a população que utiliza.

5.2 Transporte Público

Figura 27: Transporte Público

Fonte: BNDES (2016).

Quanto ao significado de transporte coletivo urbano, embora não tenha encontrado uma definição específica para o termo, sua definição operacional abrange o transporte público não individual, realizado em áreas urbanas, com características de deslocamento diário dos cidadãos. (BNDES, 2018)

Adicionalmente, outros fatores que podem contribuir para a caracterização do transporte coletivo urbano são a admissão do transporte de passageiros em pé e a não emissão de bilhete de passagem individual, que é o documento que comprova o contrato de transporte com o usuário. Normalmente, o controle dos passageiros no transporte coletivo urbano é realizado por roleta ou catraca, sendo o pagamento realizado em dinheiro ou por meio de vale-transporte.

Em relação aos benefícios legais vigentes, o que já foi consagrado em legislação federal é a equiparação do serviço de transporte semiurbano ao serviço de transporte urbano, para fins de satisfação das gratuidades consagradas constitucionalmente. Embora tais serviços possam ser de competência municipal (quando não ultrapassam os limites de um município, normalmente entre um distrito e

a sede), estadual (quando ultrapassam os limites de municípios), ou federal (quando cruzam divisas estaduais). (BNDES, 2018)

Cabe registrar, que tal equiparação já ocorre para outros fins, como por exemplo, para efeito de fiscalização dos veículos das empresas de transporte rodoviário, nos percursos em que se admite o transporte de passageiros em pé e, portanto, sem o cinto de segurança (conforme o inciso I, do art. 105 do Código de Trânsito Brasileiro). (BNDES, 2018)

Tecnicamente, o serviço de transporte semiurbano é aquele que, embora prestado em áreas urbanas contíguas, com características operacionais típicas de transporte urbano, transpõe os limites de perímetros urbanos, em áreas metropolitanas e aglomerações urbanas. O Decreto nº 2.521/98, que trata da exploração dos serviços de transporte rodoviário interestadual e internacional de passageiros, ainda limita a extensão das linhas em 75 quilômetros, nos casos em que o serviço de transporte semiurbano transponha os limites de Estados, do Distrito Federal e dos Territórios. (BNDES, 2018)

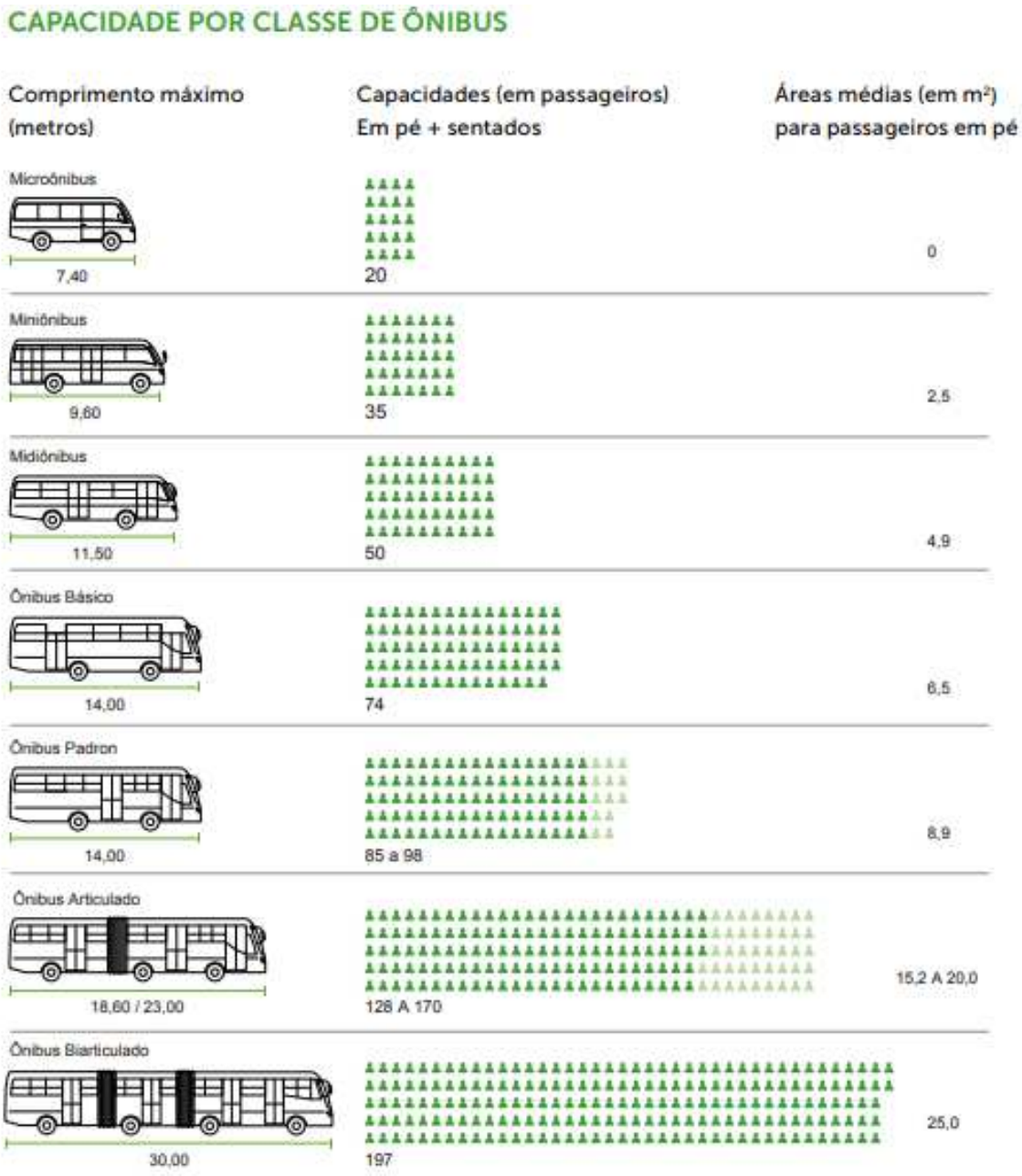
Feitas essas considerações pelo autor, passamos às respostas aos questionamentos realizados:

• Caso exista transporte coletivo interno à sede de um distrito, certamente esta modalidade pode ser considerada de transporte coletivo urbano;

• Caso o transporte considerado seja entre o distrito e a sede do município e este possa ser enquadrado nas definições de transporte semiurbano, deve-se equipará-lo ao transporte urbano, inclusive para fins das gratuidades constitucionais e legais (Estatuto do Idoso, por exemplo);

5.3 Tipos de Ônibus Públicos

Figura 28: Tipos de Ônibus Públicos



Fonte: BNDES (2016).

Existem três sistemas de TPC, (Transporte Público Coletivo) por ônibus com diferentes níveis de prioridade: Faixa Exclusiva, Corredor Central e BRT. Consolidados em diversas cidades brasileiras, tais sistemas atendem amplas faixas de demanda, apresentam menores custos de investimento, quando comparados aos sistemas sobre trilhos, embora com menor vida útil e são flexíveis a pequenas alterações de demandas. Além disso, utilizam tecnologia veicular consolidada no país, onde há parque industrial amplo e experiência acumulada para operação e manutenção. (BNDES, 2018)

Os veículos podem ser caracterizados a partir de aspectos tais como capacidade, tecnologia de tração, altura do piso e climatização. (BNDES, 2018)

Capacidade dos ônibus - As variações nas configurações de ônibus em razão do número e largura do vão das portas, do desenho interno, da existência de escada e de catraca embarcada e do comprimento da carroceria alteram a capacidade do veículo. (BNDES, 2018)

Observa-se que o cálculo da quantidade de passageiros em pé considera uma taxa de conforto máxima de 6 passageiros em pé/m², à exceção dos miniônibus, em que foi usado 4 passageiros em pé/ m² e dos midiônibus, com 5 passageiros em pé/m² (LINDAU)

Após discutir as características do transporte público, verificarmos todos os modais envolvendo o transporte, verificamos as suas características estabelecidas, como comprimento, capacidades (passageiros) em pé e sentados, e as áreas médias (em pé/m²) parra passageiros em pés, assim como outras características. Iremos relacionar, e comparar os indicadores encontrados, com as exigências solicitadas pela OMS (Organização Mundial da Saúde), entidade máxima de saúde mundial, com intuito sempre de encontrar padrões e desvios a serem indicados ao longo desta pesquisa.

Observação: Nesta pesquisa a fim, de adotar um padrão na metodologia, estaremos utilizando apenas ônibus básicos, para não haver interferências nos resultados.

5.4 OMS

Figura 29: OMS

Fonte: OMS (2019)

A OMS Organização Mundial da Saúde, é uma agência especializada em saúde, fundada em 7 de abril de 1948 e subordinada[26] à Organização das Nações Unidas. Sua sede é em Genebra, na Suíça. O diretor-geral é, desde julho de 2017, o etíope Tedros Adhanom. (WIKIPÉDIA, 2019)

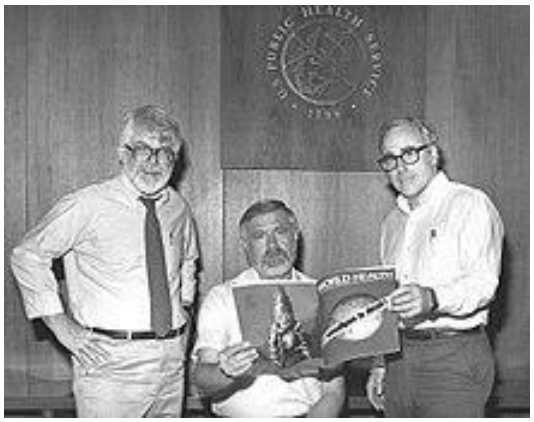
A OMS tem suas origens nas guerras do fim do século XIX (México, Crimeia). Após a Primeira Guerra Mundial, a SDN criou seu comitê de higiene, que foi o embrião da OMS. (WIKIPÉDIA, 2019)

Segundo sua constituição, a OMS tem por objetivo desenvolver ao máximo possível o nível de saúde de todos os povos. A saúde sendo definida nesse mesmo documento como um “estado de completo bem-estar físico, mental e social e não consistindo somente da ausência de uma doença ou enfermidade”. (WIKIPÉDIA, 2019)

O Brasil tem participação fundamental na história da Organização Mundial da Saúde, criada pela ONU para elevar os padrões mundiais de saúde. A proposta de criação da OMS foi de autoria dos delegados do Brasil, que propuseram o estabelecimento de um "organismo internacional de saúde pública de alcance mundial". Desde então, Brasil e a OMS desenvolvem intensa cooperação. (WIKIPÉDIA, 2019)

[26] Sob as ordens de alguém: subordinada aos desmandos do chefe.

Figura 30: Arquivos da OMS



Fonte: OMS (2019)

A figura de n° 30 representa três ex-diretores do programa global de erradicação da varíola lendo a notícia de que a varíola havia sido erradicada[27] a nível mundial, em 1980. (WIKIPÉDIA, 2019)

Além de coordenar os esforços internacionais para controlar surtos de doenças, como a malária e a tuberculose, a OMS também patrocina programas para prevenir e tratar tais doenças. A OMS apoia o desenvolvimento e distribuição de vacinas seguras e eficazes, diagnósticos farmacêuticos e medicamentos, como por meio do Programa Ampliado de Imunização. (WIKIPÉDIA, 2019)

Depois de mais de duas décadas de luta contra a varíola, a OMS declarou em 1980 que a doença havia sido erradicada. A primeira doença na história a ser erradicada pelo esforço humano. A OMS tem como objetivo erradicar a pólio dentro dos próximos anos. (WIKIPÉDIA, 2019)

A OMS supervisiona a implementação do Regulamento Sanitário Internacional, e publica uma série de classificações médicas, incluindo a Classificação Estatística Internacional de Doenças (CID), a Classificação Internacional de Funcionalidade, a Incapacidade e Saúde (CIF) e a Classificação Internacional de Intervenções em Saúde (ICHI). A OMS publica regularmente um Relatório Mundial da Saúde, incluindo uma avaliação de especialistas sobre a saúde global.

Além disso, a OMS realiza diversas campanhas de saúde, como por exemplo, para aumentar o consumo de frutas e vegetais em todo o mundo e desencorajar o uso

[27] O mesmo que: eliminado, cessado, arrancado, debelado, desarraigado, desenraizado.

do tabaco. Cada ano, a organização normatiza o Dia Mundial da Saúde. (WIKIPÉDIA, 2019)

A OMS realiza a pesquisa em áreas sobre doenças transmissíveis, a doenças não-transmissíveis, tropicais, além de outras áreas, bem como melhorar o acesso à pesquisa em saúde e à literatura em países em desenvolvimento, como através da rede HINARI. A organização conta com a experiência de muitos cientistas de renome mundial, como o Comitê de Especialistas da OMS sobre Padronização Biológica, o Comitê de Especialistas da OMS para a Hanseníase e o Grupo de Estudos sobre Educação Interprofissional & Prática Colaborativa.

A OMS faz várias pesquisas em diversos países, em uma delas entrevistou 308 mil pessoas com 18 anos, 81.000 pessoas com idade entre 18-50 anos de 70 países, conhecido como *Study on Global Ageing and Adult Health* (SAGE) e a WHO *Quality of Life Instrument* (WHOQOL).

A OMS também trabalhou em iniciativas globais como a *Global Initiative for Emergency and Essential Surgical Care a Guidelines for Essential Trauma Care* focado no acesso das pessoas às cirurgias. *Safe Surgery Saves Lives* sobre a segurança do paciente em tratamento cirúrgico. (WIKIPÉDIA, 2019)

Principais publicações:

- Boletim da Organização Mundial da Saúde;
- Eastern Mediterranean Health Journal;
- Recursos Humanos para a Saúde;
- Pan American Journal of Public Health;
- World Health Report;

A Constituição da OMS afirma que seu objetivo "é a realização para todas as pessoas do mais alto nível possível de saúde." A bandeira possui o Bordão de Asclépio como um símbolo para a cura.

A Organização Mundial de Saúde (OMS) é uma das agências originais das Nações Unidas, sendo que sua constituição formal entrou em vigor no primeiro Dia Mundial da Saúde, (7 de abril de 1948), quando foi ratificada pelo 26º Estado-Membro. Jawaharlal Nehru, um grande lutador pela liberdade da Índia, deu um parecer para começar a OMS. Antes dessas operações, bem como as restantes atividades da Organização Mundial de Saúde da Liga das Nações, estavam sob o controle de uma Comissão Provisória após uma Conferência Internacional de Saúde no verão de 1946. A transferência foi autorizada por uma resolução da Assembleia Geral das Nações

Unidas. O serviço epidemiológico dos franceses da *Office International d'Hygiène Publique* foi incorporado à Comissão Interina da Organização Mundial de Saúde em 1 de janeiro de 1947.

Figura 31: Arquivos da OMS

Fonte: OMS (2019)

Figura 32: Sala de conferências das OMS em Genebra.

Fonte: OMS (2019)

A OMS é composta por 194 Estados-membros, onde se incluem todos os Estados Membros da ONU exceto o Liechtenstein e inclui dois não-membros da ONU, Niue e as Ilhas Cook. Os territórios que não são Estados-membros da ONU podem tornar-se Membros Associados (com acesso total à informação, mas com participação e direito de voto limitados), se assim for aprovado em assembleia.

Existe também o estatuto de Observador; alguns exemplos incluem a Palestina (um Observador da ONU), a Ordem Soberana e Militar de Malta, o Vaticano (um observador não-membro da ONU), Taipé Chinesa (uma delegação convidada) e Taiwan.

Os Estados-membro da OMS nomeiam delegações para a Assembleia Geral da Saúde Mundial, que é o corpo decisor supremo. Todos os Estados-membros da ONU são elegíveis para pertencer à OMS e, de acordo com o afirmado no website da OMS, "Podem ser admitidos outros países como membros sempre que a sua aplicação seja aprovada por uma maioria simples de votos na Assembleia Geral da Saúde Mundial". (WIKIPÉDIA, 2019)

A assembleia Geral da OMS reúne-se anualmente em maio. Além da nomeação do Diretor-geral a cada cinco anos, a Assembleia analisa as políticas de financiamento da Organização e revê e aprova o orçamento proposto. A assembleia elege 34 membros, tecnicamente qualificados na área da saúde, para a Direção Executiva durante um mandato de três anos. As principais funções desta direção serão as de levar a cabo as decisões e regras da Assembleia, de aconselhá-la e, de uma forma geral, auxiliar e facilitar a sua missão. (WIKIPÉDIA, 2019)

A OMS é financiada por contribuições dos Estados-membros. Nos últimos anos, o trabalho da OMS tem envolvido de forma crescente a colaboração com entidades externas; existem atualmente cerca de 80 parcerias com organizações não-governamentais e indústria farmacêutica, bem como com fundações como a Fundação Bill e Melinda Gates e a Fundação Rockefeller. Com efeito, as contribuições voluntárias para a OMS por governos locais e nacionais, fundações e ONGs, outras organizações da ONU e o próprio setor privado excedem atualmente as contribuições estabelecidas (cotas) pelos 194 Estados-membros.

Além dos Estados e entidades listadas acima, os observadores de organizações como a Cruz Vermelha e a Federação Internacional da Cruz Vermelha entraram em relações oficiais com a OMS e são convidados como observadores. Na Assembleia Mundial da Saúde eles atuam como representantes, igual aos de outros países. (WIKIPÉDIA, 2019)

Neste capítulo contextualizamos e definimos o conceito OMS, (Organização Mundial da Saúde), entidade máxima de saúde, em âmbito mundial. Definimos a história, características, visão, missão, sede, pessoas que são de suma importância, para definir está entidade.

Logo após essa definição e caracterização desta entidade, iremos verificar o papel da OMS na saúde pública, importante salientar que este papel é de suma importância, em inúmeros fatores, que veremos a seguir.

5.4.1 O papel da OMS na saúde pública

O papel da OMS é:

- Que cumpra os seus objetivos através das seguintes funções essenciais: (WIKIPÉDIA, 2019)

- A liderança em questões críticas para a saúde e envolvimento em parcerias onde a ação comum é importante; (WIKIPÉDIA, 2019)

- Determinar a agenda de pesquisa e estimular a geração, difusão e utilização de conhecimentos valiosos; (WIKIPÉDIA, 2019)

- Estabelecimento de normas e promover e acompanhar a sua aplicação prática; (WIKIPÉDIA, 2019)

- Desenvolver opções políticas éticas e científicas de base; (WIKIPÉDIA, 2019)

- Prestar apoio técnico, catalisando mudanças e capacitação institucional sustentável; (WIKIPÉDIA, 2019)

- Acompanhar a situação de saúde e avaliação das tendências de saúde; (WIKIPÉDIA, 2019)

- Colaborar com os serviços de coleta de lixo. (WIKIPÉDIA, 2019)

Estas funções básicas estão descritas no Décimo Primeiro Programa Geral de Trabalho, que estabelece o quadro para o programa de trabalho, orçamento, recursos e resultados em toda a organização. Como exemplo intitulado "Empreender para a Saúde", o programa abrange o período de dez anos, de 2006 a 2015. (WIKIPÉDIA, 2019)

Verificamos neste capítulo a papel da OMS na saúde pública, que é de suma importância, em vários parâmetros, pois são estabelecidas normas rígidas de qualidade, impulsionando e fomentando a pesquisa, entre outros pontos, em todo mundo, sempre com o objetivo de erradicar doenças, e melhorar a saúde humana, em todos os parâmetros.

Sendo assim iremos discutir no tópico seguinte, a definição do valor padrão de temperatura para o corpo humano, sempre com intuito de criar um parâmetro para os valores encontrados nesta pesquisa.

5.4.2 Temperatura ideal para o corpo humano

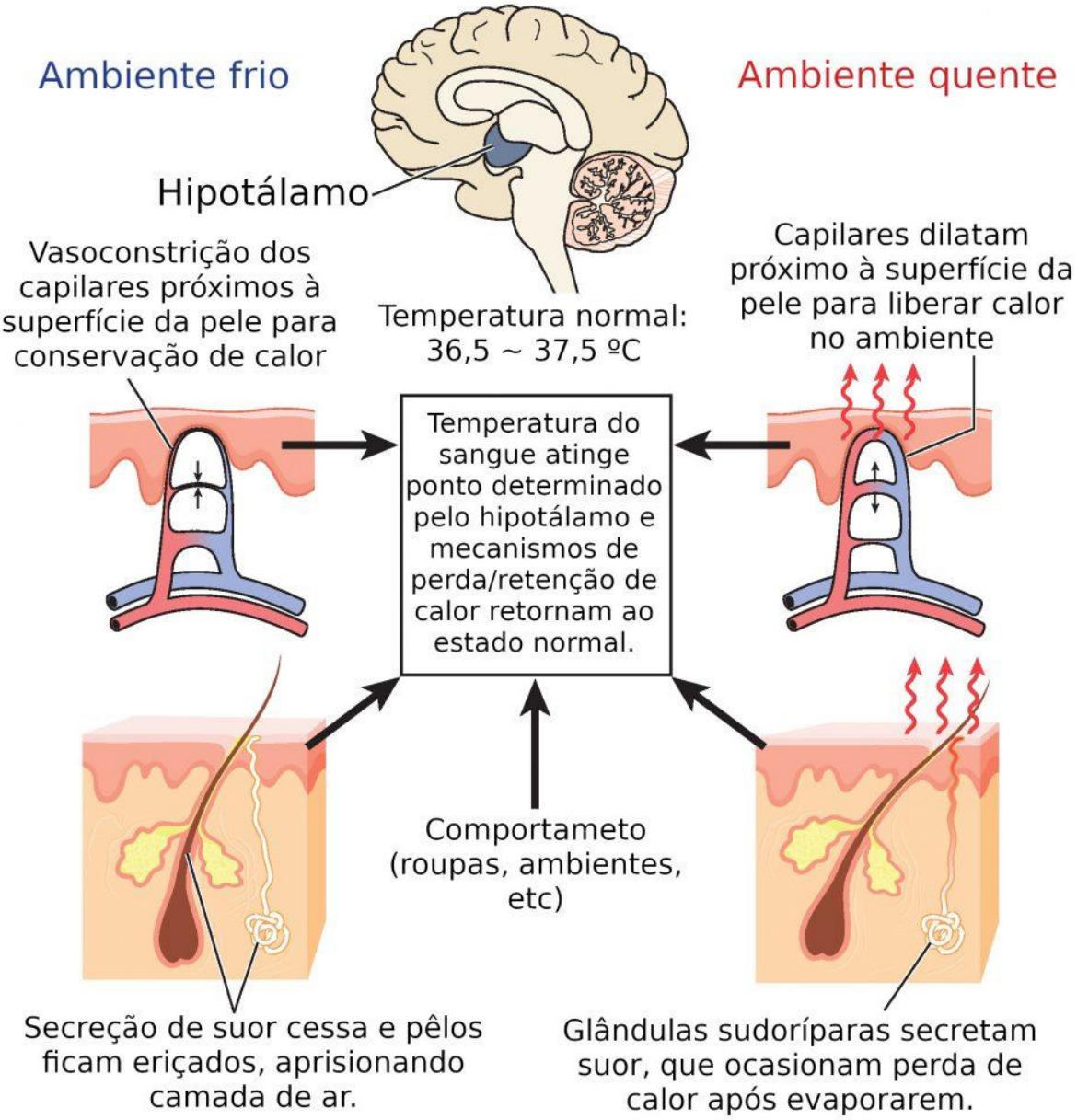
A temperatura corporal diz respeito a produção de calor e os mecanismos de regulação e manutenção da temperatura interna do organismo (termorregulação), que são essenciais para manter a homeostase (estabilidade fisiológica) sistêmica. Animais endotérmicos, como as aves e os mamíferos, são capazes de gerar calor metabólico e conseguem controlar sua temperatura em torno de valores constantes homeotermia, possibilitando que estes explorem os mais variados ambientes. Répteis, anfíbios, invertebrados e peixes são exemplos de organismos ectodérmicos, incapazes de regular sua própria temperatura sem que haja fontes externas que os aqueçam.

Em humanos, a temperatura considerada normal para adultos saudáveis compreende valores próximos aos 37 ºC. (INFOESCOLA, 2019) Valores abaixo de 35 ºC (hipotermia) ou acima de 38 ºC (hipertermia) podem trazer problemas de saúde e devem ser acompanhados e evitados. O monitoramento da temperatura do corpo pode ser feito através de termômetros, sejam estes preenchidos com mercúrio, proibido por lei, ou eletrônicos. Este controle é de extrema importância, uma vez que algumas doenças apresentam como sintoma a alteração da temperatura corporal, como é o caso de infecções que causam febre. Nestes casos, substâncias chamadas pirogênicas elevam o patamar considerado normal de temperatura a fim de combater o agente infeccioso.

O controle da temperatura corporal humana é realizado pelo hipotálamo, conhecido como termostato biológico, uma porção pequena do encéfalo que também está relacionado com o emocional, respostas sexuais, apetite e regulação hídrica. Sinais enviados pelos termos receptores localizados por toda a pele e a temperatura do sangue que passa pelo hipotálamo descrevem a condição de aquecimento corpóreo. Uma vez que sejam captados sinais de resfriamento, o centro de produção de calor do hipotálamo é ativado, enviando estímulos elétricos através dos nervos simpáticos que causam a vasoconstrição dos capilares da pele, reduzindo o fluxo de sangue superficial e mantendo o calor do corpo nos órgãos localizados mais profundamente. Esse estímulo também contrai os músculos eretores dos pelos para criar uma camada de ar que gera isolamento térmico, sendo esta ação mais eficiente em mamíferos que possuem o corpo coberto de pelagem. Também ocorrem estímulos nervosos para a contração da musculatura, os chamados tremores, que auxiliam a gerar calor no corpo. A exposição prolongada ao frio pode levar a uma regulação

hormonal controlada pelo hipotálamo, que induz a hipófise a secretar o hormônio tiro estimulante (TSH) fazendo com que a taxa metabólica aumente e mais calor seja produzido pelo corpo. (DEXTRO, 2006)

Figura 33: Mecanismos de controle de temperatura do corpo.



Fonte: InfoEscola (2019)

No cenário oposto, quando o sangue que passa pelo hipotálamo está mais quente que o normal, ativa-se o centro de perda de calor. Esta região inibe o centro de produção de calor, levando a vasodilatação[28] dos capilares superficiais da pele

[28] Aumento do calibre dos vasos sanguíneos.

aumentando o fluxo sanguíneo, o que por muitas vezes pode ser o suficiente para regular a temperatura. Caso o corpo continue quente, um sinal através dos nervos simpáticos estimula as glândulas[29] sudoríparas[30] do corpo, causando sudorese. O suor tem a função de transportar água para fora do corpo e como este líquido é um bom isolante de calor, a sua evaporação causa o resfriamento do organismo. Em outros mamíferos, como cães, existe ainda o estimulo de respiração arfante, que amplia a superfície de perda de calor pela língua e cavidade bucal.

Após encontrar um valor ideal para a temperatura do corpo humano, no capítulo seguinte iremos discutir, pesquisar, e apresentar um valor padrão para poluição sonora do corpo.

Sendo assim iremos discutir no tópico seguinte, a definição do valor padrão de sonoridade para o corpo humano, sempre com intuito de criar um parâmetro para os valores encontrados nesta pesquisa.

5.4.3 Poluição sonora ideal para o corpo humano

Cerca de 10% da população mundial está exposta a níveis de ruído que podem causar diversos problemas. Além dos danos à audição o ruído causa perturbação e desconforto, prejuízo cognitivo, distúrbios do sono e doenças cardiovasculares. (PRO ACÚSTICA , 2014)

[29] Órgão que tem por função produzir uma secreção específica e eliminá-la do organismo (glândulas exócrinas ou de secreção externa, como as sudoríparas e salivares) ou lançá-la no sangue ou na linfa (glândulas endócrinas ou de secreção interna, como as suprarrenais e as tireoides).
[30] Que segrega suor: glândulas sudoríparas.

Figura 34: Poluição Sonora.

Fonte: GInfoEscola (2019)

Dados mais recentes da Organização Mundial da Saúde estimam que 10% da população mundial está exposta a níveis de pressão sonora que potencialmente podem causar perda auditiva induzida por ruído. Em aproximadamente metade destas pessoas o prejuízo auditivo pode ser atribuído ao ruído intenso. Segundo artigo publicado na Revista Lancet (2013), a perda auditiva induzida por ruído é um problema de saúde pública. (PRO ACÚSTICA , 2014)

No ambiente urbano, o conjunto de todos os ruídos provenientes de inúmeras fontes sonoras, tais como meios de transporte, atividades de lazer, de obras, indústria, etc., causam o que vem sendo definido como poluição sonora, ou seja, uma sobreposição de sons indesejáveis que provocam perturbação. Além dos danos à audição causados pelo ruído, como a perda auditiva e o zumbido, existem também os efeitos extra auditivos, tais como perturbação e desconforto, prejuízo cognitivo, principalmente em crianças, e doenças cardiovasculares. (PRO ACÚSTICA , 2014)

Outro fator importante são os efeitos do ruído na perturbação do sono, com consequências para a vida cotidiana com efeitos sobre o sistema endócrino. Segundo

Alessandra Giannella Samelli, professora do curso de fonoaudiologia [31] do departamento de fisioterapia, fonoaudiologia e terapia ocupacional, da faculdade de medicina da USP, os distúrbios do sono podem prejudicar a performance e o estado de alerta das pessoas durante o dia, assim como a qualidade de vida e a saúde em geral. (SAMELLI, 2012)

"Sabe-se que as pessoas percebem, avaliam e reagem aos sons (ruído) mesmo quando estão dormindo. Por este motivo, o organismo pode reagir ao ruído com aumento da produção de hormônios, elevação do ritmo cardíaco, contração dos vasos sanguíneos, entre outras reações", explica. Se a exposição ao ruído ocorrer por longo tempo, estas reações podem se tornar persistentes e afetar o organismo e a saúde como um todo (Organização Mundial da Saúde, 2011; Basner et al, 2013). (PAIVA, 2020)

No Brasil, segundo Alessandra, o ruído excessivo é aceito e, muitas vezes, tido como fundamental em algumas atividades de lazer. "O número de jovens expostos a ruído excessivo triplicou desde os anos 1980. Alguns estudos vêm mostrando os efeitos auditivos temporários decorrentes desta exposição ao ruído no lazer e que a prevalência da perda auditiva em adultos e idosos também está aumentando cada vez mais. Em virtude deste panorama, deve haver incentivo para o desenvolvimento de produtos seguros, por exemplo, fones de ouvido com cancelamento de ruído, bem como campanhas de conscientização no âmbito da saúde pública". (PRÓ-ACUSTICA, 2014)

As perdas auditivas induzidas por níveis de pressão sonora elevados levam à perda auditiva, que no Brasil é grande, chegando a 6,8% da população, de acordo com a professora doutora do Departamento de Fonoaudiologia da Unifesp-EPM, Ana Cláudia Fiorini, que proferiu palestra na 1ª Conferência Municipal sobre Ruído, Vibração e Perturbação Sonora, em abril. "Mas como não existe uma constância nas notificações no país esse número deve ser bem maior. Isso reforça a importância da notificação, que torna possível o conhecimento da realidade e o dimensionamento das ações de prevenção e assistência necessárias", destaca Ana Cláudia. (PRÓ-ACUSTICA, 2014)

[31] Ciência ou técnica que, analisando os sons e fonemas produzidos pelo paciente e as suas condições de audição deles ou de outrem, preconiza o tratamento mais adequado às deficiências encontradas.

Para ela, a perda auditiva é uma preocupação internacional, em função do impacto que tem na vida das pessoas. Seja na aprendizagem, na orientação vocacional, no isolamento social, sempre haverá um impacto. Os principais agentes causadores da perda auditiva são o ruído e o processo de envelhecimento.

A professora da Unifesp-EPM lembra ainda os outros efeitos na saúde desencadeados pela poluição sonora. “Irritabilidade, stress, distúrbios do sono podem ter relação com ruído, mas a população não é alertada com relação a isso. Às vezes, as pessoas já sofrem com esses problemas e não sabem qual a causa. ” Quando o ruído é intenso e a exposição a ele é continuada, em média 85 dB (A) por oito horas por dia, ocorrem alterações estruturais na orelha interna, que determinam a ocorrência da Pair (Perda Auditiva Induzida por Ruído). (PRÓ-ACUSTICA, 2014)

Além dos sintomas auditivos, há dificuldade de compreensão, zumbido e intolerância a sons intensos, cefaleia, tontura, irritabilidade e problemas digestivos, entre outros. Ela descreve a Pair como uma perda auditiva do tipo neurossensorial, geralmente bilateral, irreversível e progressiva de acordo com o tempo de exposição ao ruído. Ana Cláudia destaca ainda as pesquisas que vêm assinalando como o ruído prejudica as crianças, tanto na concentração como na capacidade de aprendizagem. Alessandra também ressalta que estudos recentes sugerem que a exposição ao ruído afeta a concentração, o funcionamento cognitivo geral e particularmente as habilidades de leitura nas crianças em idade escolar. “Desta forma, a importância do ambiente acústico na escola é fundamental, visando a proteção dos ruídos intrusivos e garantindo a inteligibilidade da fala, o que resultaria num melhor aproveitamento escolar”, aponta. O nível de ruído estabelecido como aceitável para salas de aula segundo Associação Brasileira de Normas e Técnicas (ABNT) é de no máximo é 50 dB (A).

O poder público necessita atuar no ambiente urbano para ordenar e reduzir o ruído nas grandes cidades. O mapeamento sonoro das metrópoles pode fornecer um diagnóstico e criar estratégias e ações para reduzir o ruído. “Segundo Alessandra, para que essas ações sejam efetivas o poder público deve adotar o mapeamento acústico, uma vez que no Brasil isso ainda não é uma realidade. ”

A partir da definição de áreas mais problemáticas, se torna possível adotar medidas para mitigar, controlar e fiscalizar efetivamente o cumprimento das restrições. “Além disso, a conscientização da população é fundamental”, destaca.

Ana Cláudia enfatiza a importância de uma ação interdisciplinar, associada ao desenvolvimento de políticas públicas, que visem o benefício da população. “A poluição sonora, considerada a terceira principal causa de poluição no mundo, é um problema de saúde pública, uma vez que todos estão expostos, em maior ou menor grau, a níveis sonoros que podem provocar diversos efeitos deletérios na saúde”, pondera.

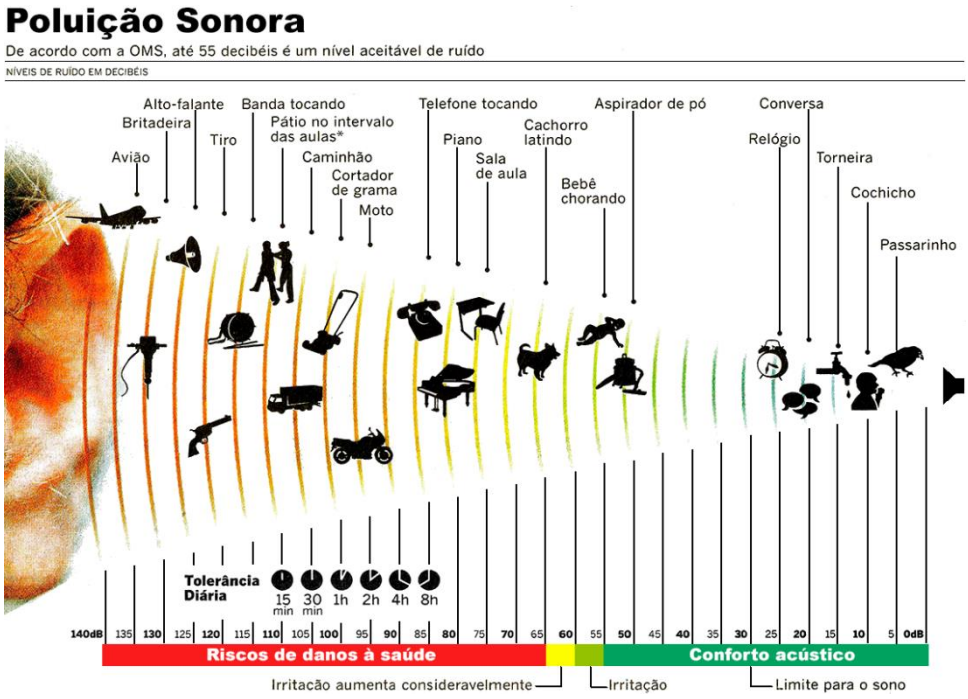
E acrescenta que há necessidade iminente de esclarecer a população acerca dos efeitos não auditivos. “Dentre eles podemos destacar o nervosismo e a irritabilidade, estresse, tontura, dores de cabeça, alterações e distúrbios do sono, zumbidos e outros. A própria Organização Mundial da Saúde possui guia específico para tratar do ruído ambiental e efeitos na saúde da comunidade. Diversos países possuem recomendações específicas para a poluição sonora nas cidades”, explica.

Apesar dos avanços na tecnologia e nas pesquisas científicas, a poluição sonora continua tendo um impacto extremamente negativo na saúde da população. Desta forma, somente iniciativas de atuação conjunta entre autoridades, governantes, cientistas e cidadãos poderão criar subsídios[32] para o enfrentamento da poluição sonora em nossas cidades.” A atuação voltada à identificação dos efeitos na saúde e a implantação de programas de educação ambiental extensivos a toda população consolida a participação e a importância do fonoaudiólogo[33] na saúde coletiva”.

[32] O subsídio é um apoio monetário concedido por uma entidade a outra entidade individual ou coletiva, no sentido de fomentar o desenvolvimento de uma determinada atividade desta ou o desenvolvimento da própria

[33] A Fonoaudiologia ou Terapia da fala e Audiologia, antes denominada logo pedia é a ciência que tem como objeto de estudo as funções biológicas e comportamentais envolvidas na comunicação humana.

Figura 35: Sensibilidade Sonora.



Fonte: Ambiente Legal (2019)

Após encontrar um valor ideal para a poluição sonora do corpo humano, no capítulo seguinte iremos discutir o tipo da pesquisa, suas características, a descrição de equipamentos utilizados, com intuito de coletar os dados, (discutidos anteriormente), e estudados neste trabalho

5.5 Tipo da pesquisa

O conceito de metodologia é caracterizado como instrumento dedicado na produção de sabedoria sobre o real. Ressaltando que devem ser expostos de forma clara o seu objetivo, para tal trabalho, é ele que vai orientar a sua pesquisa. Na metodologia o pesquisador, estudante irá apresentar quais sãos os meios reais para executar tal pesquisa.

Com intuito de concretizar este trabalho, foi optado por uma pesquisa de caráter descritiva e natureza qualitativa e quantitativa. A pesquisa tem como foco a descoberta de características de determinados fenômenos. Neste trabalho o pesquisador precisa conhecer as variações de fatores que estão direta e indiretamente ligados a este estudo, obtendo assim uma visão macro do projeto. No estudo descritivo tende a explicar as propriedades importantes, avaliando dimensões, diversos aspectos e componentes do fenômeno.

Na situação atual estamos no estudo de caso, que tem como intuito entender um caso particular e a sua complexidade e estabelecer condições para solucionar ausência de dados específicos. O estudo de caso deve ser analisado de forma intensa, procurando saber a fundo suas características, os seus reais problemas, para criar uma solução, que propiciam para tal tema. Sendo assim o estudo de caso é descritivo, uma vez que o estudo é focado em um tema, estudado de forma detalhada. O estudo foi abordado em uma pesquisa qualitativa e são utilizados para obtenção de dados na área da pesquisa.

Nestes capítulos entendemos o tipo da pesquisa empregada e logo a seguir, descreveremos a mesma, com intuito sempre de melhorar o entendimento deste trabalho.

5.6 Materiais utilizados para a pesquisa

5.6.1 CittaMobi

Figura 36: CittaMobi

Fonte: Site oficial CittaMobi

Usuários do transporte coletivo urbano de Campinas contam com um novo recurso para agilizar seus deslocamentos. É o CittaMobi, sistema gratuito que pode ser baixado em *smartphones*, *tablets* e computadores e permite aos passageiros consultar os horários e as localizações dos ônibus urbanos em tempo real. (PREFEITURA DE CAMPINAS , 2015) (PREFEITURA DE CAMPINAS , 2015)

A implantação do aplicativo é a segunda fase de um projeto de informatização do sistema de transporte da cidade, em um investimento realizado pelas

concessionárias que chega a R$ 5,4 milhões em quatro anos de contrato. (PREFEITURA DE CAMPINAS , 2015) (PREFEITURA DE CAMPINAS , 2015)

Disponível atualmente em 15 estados brasileiros, o CittaMobi tem como benefício permitir que o usuário se desloque para o ponto de ônibus sabendo o horário em que o veículo vai passar, reduzindo o tempo de espera. O aplicativo também indica os pontos mais próximos do usuário, as linhas que passam por eles, e a que distância os ônibus estão do local. (PREFEITURA DE CAMPINAS , 2015) (PREFEITURA DE CAMPINAS , 2015)

A implantação do CittaMobi é um investimento das concessionárias com supervisão técnica da Transurc e gestão da Emdec. “A plataforma permite saber com mais precisão o horário em que o ônibus vai passar no ponto, otimizando o tempo dos usuários. Em conjunto com as centrais de monitoramento instaladas nas garagens, oferece muito mais confiabilidade e qualidade ao transporte público”, afirma Belarmino da Ascenção Marta Júnior, presidente da Transurc. (PREFEITURA DE CAMPINAS , 2015) (PREFEITURA DE CAMPINAS , 2015)

Ao abrir o *app*, o passageiro é automaticamente posicionado no mapa de Campinas, onde pode selecionar o ponto desejado, podendo fazer busca por linha ou endereço. Outro recurso é o itinerário da linha desenhado no mapa, e, uma vez que o passageiro esteja embarcado, poderá estimar o tempo previsto para chegar ao destino. (PREFEITURA DE CAMPINAS , 2015) (PREFEITURA DE CAMPINAS , 2015)

Referente a deficientes visuais, há o CittaMobi Acessibilidade, que interage com o usuário por avisos sonoros e mensagens em áudio. (PREFEITURA DE CAMPINAS , 2015) (PREFEITURA DE CAMPINAS , 2015)

Tendo intuito de viabilizar o projeto, o setor de transporte de Campinas recebeu investimentos significativos em tecnologia. Nos últimos anos, as concessionárias implantaram sistema de localização em 100% da frota. Também foram criadas estações de monitoramento em cada uma das seis garagens existentes na cidade, que se comunicam com o Núcleo de Monitoramento de Transporte da Emdec. (PREFEITURA DE CAMPINAS , 2015) (PREFEITURA DE CAMPINAS , 2015)

Os investimentos contemplam ainda contratação de novos funcionários para operar as centrais de monitoramento e instalação de câmeras em todos os veículos.

A informatização do sistema representa investimentos de R$1,2 milhão ao ano durante quatro anos. Outros R$300 mil foram aplicados na central de monitoramento da Emdec, e nas garagens aproximadamente R$65 mil cada.

Dentro das ações de melhoria do sistema de transporte em Campinas, o lançamento em agosto de 2015 o Núcleo de Monitoramento de Transporte (NUMT) é uma conquista importante para a população.

Investimento realizado pelas concessionárias, o núcleo recebe em tempo real a localização dos ônibus por meio do sistema AVL *(Automatic Vehicle Location)*, traduzindo localização automática de veículos.

Essas informações são processadas e então encaminhadas para o CittaMobi. Na central, seis operadores e um supervisor visualizam o andamento do transporte no mapa de Campinas, identificando problemas e transmitindo orientações aos prestadores do serviço.

Todos os ônibus municipais já possuem instalado o Sistema AVL, que engloba GPS (*Global Positioning System*), traduzindo serviços gerais de pacote por rádio, comunicação via internet, o programa e a memória. É o AVL responsável por enviar as informações do veículo ao servidor do Núcleo de Monitoramento a cada meio minuto ou sempre que os ônibus passam pelas paradas mapeadas. (MIYABUKURO, 2015)

Nos painéis, ônibus que circulam normalmente são representados pela cor verde, se estão adiantados ficam azul, os atrasados ganham a cor vermelha, e quando a comunicação falha, se tornam cinzas. Há, ainda, os laranjas, parados por acidente ou falha mecânica, por exemplo. (PREFEITURA DE CAMPINAS , 2015)

Em caso de intercorrências, as empresas são acionadas em suas centrais de monitoramento para providências.

Neste capítulo é caracterizado melhor as funções do aplicativo CittaMobi, aproveitando, no capítulo seguinte descreveremos o aplicativo Waze, que tem como intuito ser GPS, além de identificar possíveis engarrafamentos, trânsitos, acidentes, policiamentos, radares, entre outras análises que fazem deste aplicativo muito utilizado e significante para toda população mundial.

Todavia a aplicação deste aplicativo neste trabalho, é identificar a velocidade dentro do transporte público, a fim de auxiliar na coleta da velocidade média desta pesquisa.

5.6.2 Waze

Figura 37: Waze

Fonte: Site oficial Waze

O poder do Waze está nas suas mãos. Ao dirigir com o Waze aberto no seu dispositivo, compartilha informações em tempo real que se traduzem em condições de trânsito e estrutura de vias. Quando se usa o Waze, também é possível alertar ativamente a comunidade sobre condições do trânsito, acidentes, blitz policiais, bloqueios de vias, condições climáticas e muito mais. O Waze coleta essas informações e as analisa imediatamente para fornecer aos outros usuários o trajeto ideal para que eles cheguem ao destino, 24 horas por dia. (GOOGLE SUPPORT)

A maneira mais fácil de melhorar o Waze é dirigir com o aplicativo aberto, mesmo que você não esteja usando as orientações do Waze.

O Waze usa as informações para calcular a velocidade média, verificar erros, melhorar o *layout* da via, e aprender o sentido das ruas. Não precisa seguir trajetos especiais com o Waze. Na verdade, ele funciona melhor com seus trajetos normais. (GOOGLE SUPPORT)

Os mapas e a navegação são alimentados pelos usuários. Quanto mais pessoas dirigirem com o Waze aberto, melhor será a navegação.

O Waze é alimentado e usado por motoristas em todo o mundo. Eles se conectam uns com os outros, e trabalham juntos para melhorar a experiência de todos. Como um aplicativo de trânsito e navegação que se baseia na comunidade, o Waze

foi criado como uma ferramenta de navegação social para carros particulares. Por isso, atualmente não oferecemos suporte para navegação em pistas dedicadas ao transporte público, bicicletas ou caminhões. (GOOGLE SUPPORT)

De forma que o Waze apresente com precisão o trajeto mais rápido ou mais curto, dependendo das suas respectivas configurações, ele necessita de dados precisos de todos os segmentos e trajetos vizinhos. O Waze coleta dados de todas as estradas em que você dirigir com o aplicativo aberto.

O aplicativo trabalha sempre para melhorar o algoritmo do sistema e sugerir o a melhor trajetória. No entanto, pode haver trajetos melhores do que aqueles sugeridos pelo Waze. Problemas como esses acontecem porque o sistema funciona em tempo real e com estatísticas médias. Indica-se que o usuário faça o trajeto sugerido algumas vezes para que o Waze possa aprender com ele.

Se, o Waze não mostrar o melhor trajeto, pode haver alguns equívocos, como: (GOOGLE SUPPORT)

- Erro no mapa em algum lugar ao longo do seu trajeto preferido; (GOOGLE SUPPORT)
- Falta de dados de velocidade e trânsito corretos para esse trajeto; (GOOGLE SUPPORT)
- Falta de dados de velocidade/trânsito corretos no trajeto que ele está mostrando a você; (GOOGLE SUPPORT)

Ao criar o Waze, os desenvolvedores presumiram que haveria conexão com a Internet durante todo o uso ou, pelo menos, na maior parte. Para que todos os aspectos do aplicativo funcionem, é preciso ter uma conexão de dados ativa no seu dispositivo móvel. Essa conexão enriquece o Waze com informações do trânsito em tempo real e garante um mapa atualizado. Sem uma conexão com a Internet, não é possível localizar ou navegar por um trajeto, infelizmente.

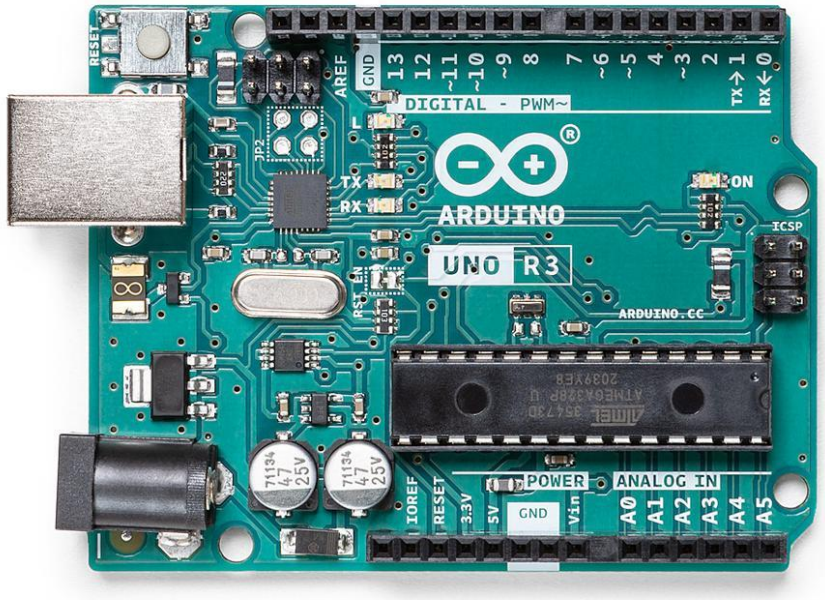
Se sua conexão estiver intermitente, o Waze tentará recuperar dados dos servidores referentes a alertas e perigos no trânsito, mas é possível que ele não apresente informações confiáveis. Além disso, se o aplicativo não conseguir se conectar com os servidores do Waze, não conseguirá evidenciar riscos encontrados. E por fim, o aplicativo não armazena alertas ou erros no mapa em cache para enviar mais tarde.

Observação: É importante salientar que o aplicativo Waze vem neste trabalho a fim de apoiar os dados obtidos, no quesito velocidade do transporte. Todavia iremos

utilizar como principal metodologia a relação entre delta espaço, sobre delta tempo, que encontramos o delta velocidade desta pesquisa.

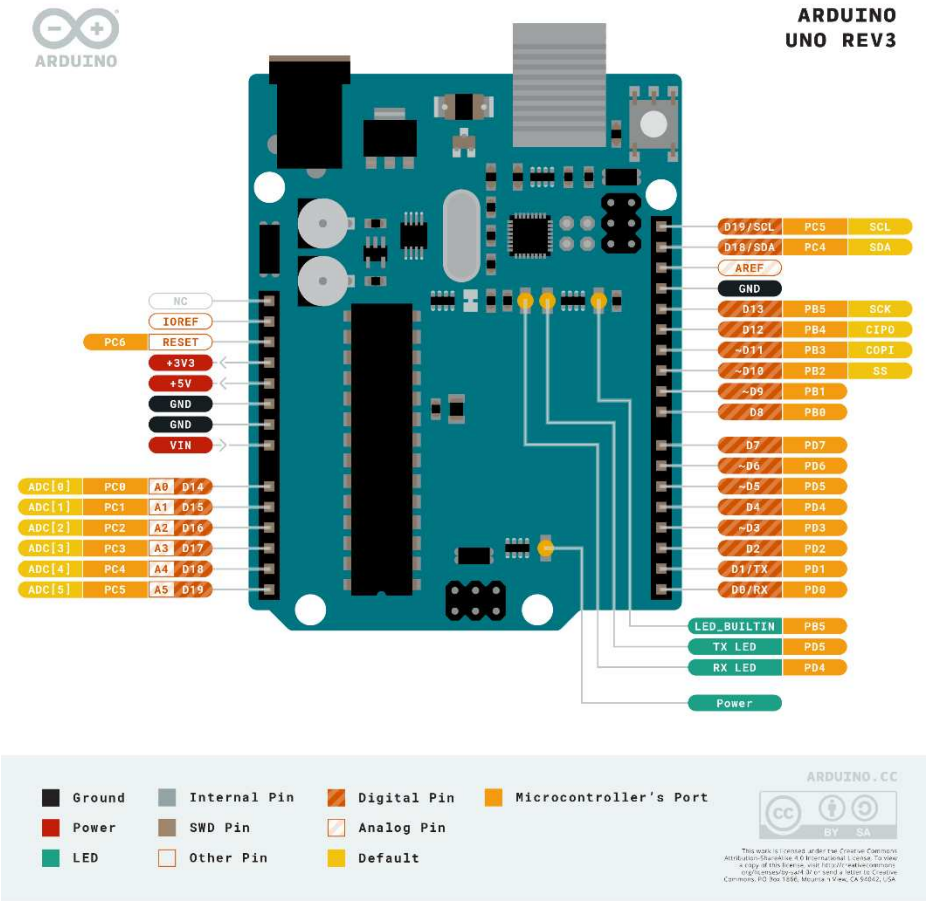
5.6.3 Hardware Arduino

Figura 38: Placa Arduino UNO – Visão Frontal



Fonte: (ARDUINO STORE)

Figura 39: Placa Arduino UNO



Fonte: (ARDUINO STORE)

Arduino Uno é uma placa microcontrolada baseada no ATmega328P (ficha técnica). Possui 14 pinos de entrada / saída digital (dos quais 6 podem ser usados como saídas PWM), 6 entradas analógicas, um ressonador de cerâmica de 16 MHz (CSTCE16M0V53-R0), uma conexão USB, um conector de alimentação, um conector ICSP e um botão de reinicialização. Ele contém tudo o que é necessário para dar suporte ao microcontrolador; simplesmente conecte-o a um computador com um cabo USB ou ligue-o com um adaptador AC-DC ou bateria para começar. Pode-se mexer no seu Uno sem se preocupar muito em fazer algo errado. (ARDUINO STORE)

"Uno" significa um em italiano e foi escolhido para marcar o lançamento do Arduino *Software* (IDE) 1.0. A placa Uno e a versão 1.0 do Arduino *Software* (IDE) que eram as versões de referência do Arduino, agora evoluídas para versões mais recentes.

A placa Uno é a primeira de uma série de placas Arduino USB e o modelo de referência para a plataforma Arduino; a seguir encontra-se maiores informações da placa Arduino. (ARDUINO STORE)

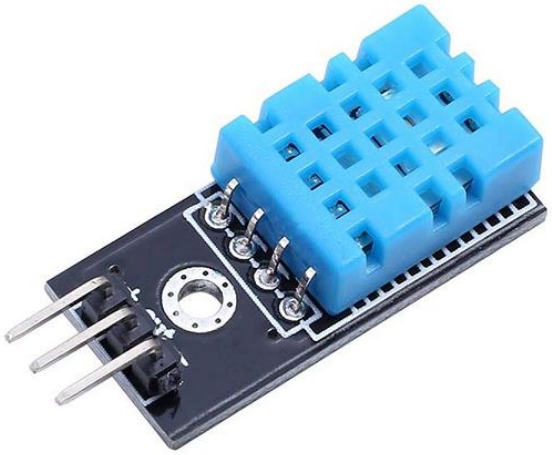
Tabela 9: Característica Arduino UNO

CARACTERISTICAS	
MICROCONTROLADOR	ATmega328P
TENSÃO OPERACIONAL	5V
TENSÃO DE ENTRADA (RECOMENDADA)	7-12V
TENSÃO DE ENTRADA (LIMITE)	6-20V
PINOS DE E / S DIGITAIS	14 (dos quais 6 fornecem saida PWM)
PINOS DE E / S DIGITAIS PWM	6
PINOS DE ENTRADA ANALÓGICOS	6
CORRENTE DC POR PIN DE E / S	20 mA
CORRENTE DC PARA PINO DE 3,3 V	50 mA
MEMÓRIA FLASH	32 KB (ATmega328P) dos quais 0.5 KB usados para inialização
SRAM	2 KB (ATmega328P)
EEPROM	1 KB (ATmega328P)
VELOCIDADE DO RELÓGIO	16 MHz
LED_BUILTIN	13
COMPRIMENTO	68.6 mm
LARGURA	53.4 mm
PESO	25 g

Fonte: (ARDUINO STORE)

5.6.4 Sensor Temperatura

Figura 40: Módulo Sensor de Temperatura



Fonte: (MASTER WALKER ELETRONIC SHOP BLOG)

5.6.4.1 Descrição:

O Módulo Sensor de Umidade e Temperatura – DHT11 é um dos componentes mais utilizados em projetos que envolva medição de temperatura e umidade ambiente. Este sensor faz medições de temperatura de 0º até 50º Celsius e mede a umidade do ar nas faixas de 20% a 90%. A precisão (margem de erro) do sensor para medição de temperatura é de aproximadamente 2º Celsius e para umidade é de 5%.

5.6.4.2 Especificações e características:

– Modelo: DHT11
– Tensão de operação: 3,5 a 5,5VDC
– Corrente de operação: 0,3mA
– Corrente de operação (em stand by): 60µA
– Resolução: 16 bits
– Faixa de medição (umidade): 20 a 90%
– Faixa de medição (temperatura): 0º a 50ºC

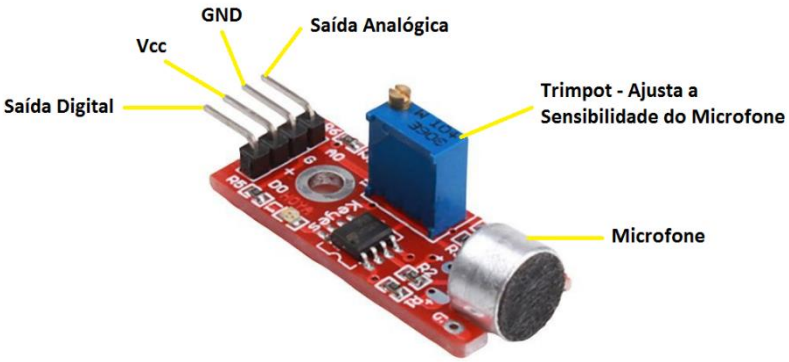
– Precisão (umidade): ±5%

– Precisão (temperatura): ±2º C

– Tempo de resposta: 2s

5.6.5 Sensor Ruído

Figura 41: Módulo Sensor de Som



Fonte: (BLOG ELETROGATE, 2020)

5.6.5.1 Descrição e Funcionamento

O Sensor de Som é um componente eletrônico capaz de identificar a presença e a intensidade do som em um determinado ambiente através de um microfone, e, a partir disso, variar seu estado analógico ou digital com a finalidade desejada. (BLOG ELETROGATE, 2020)

A estrutura desse componente é bem simples. Temos:

- Microfone: Utilizado para captar o som, identificando a vibração das ondas no meio;
- Trimpot: Potenciômetro utilizado para ajustar a sensibilidade do microfone;
- Led de Alimentação: Indica se o sensor está sendo alimentado, acendendo sua luz;
- Led de Saída Digital: Indica se a saída digital está sendo acionada, acendendo sua luz;

A pinagem do sensor é a seguinte: (BLOG ELETROGATE, 2020)

- GND: Terra;

- DO: Saída Digital, retorna HIGH ou LOW;
- AO: Saída Analógica, retorna o valor da intensidade do som captado;
- Vcc: Tensão de entrada entre 3.3-5Vv.

5.6.5.2 Aplicações

Há diversas aplicações na utilização do *Sensor* de Som. Já foi dito anteriormente que uma dessas funcionalidades seria na implementação de um sistema para ligar ou desligar as luzes de uma lâmpada apenas batendo palmas. Projetos deste tipo já são largamente realizados na nossa sociedade, porém existem várias outras funções para o sensor que também são bastante interessantes. Uma delas é na segurança residencial, na qual o sensor seria utilizado para ativar um alarme caso houvesse um distúrbio sonoro na área de atuação do componente. (BLOG ELETROGATE, 2020)

5.6.6 Python

Python nada mais é uma linguagem de programação interpretada de alto nível para fins gerais. Sua filosofia de *design* enfatiza a legibilidade do código com o uso de indentação significativa. Suas construções de linguagem, bem como sua abordagem orientada a objetos, visam ajudar os programadores a escrever código lógico e claro para projetos de pequena a grande escala. (KUHLMAN, 2012)

Ele suporta múltiplos paradigmas de programação, incluindo programação estruturada (particularmente procedural), orientada a objetos e funcional. É frequentemente descrito como uma linguagem de "baterias incluídas" devido à sua biblioteca padrão abrangente. (PYTHON)

Guido van Rossum começou a trabalhar em Python no final dos anos 1980, como sucessor da linguagem de programação ABC, e a lançou pela primeira vez em 1991 como Python 0.9.0. (THE HISTORY OF PYTHON, 2009) Python 2.0 foi lançado em 2000 e introduziu novos recursos, como compreensão de listas e um sistema de coleta de lixo usando contagem de referência. Python 3.0 foi lançado em 2008 e foi uma revisão importante da linguagem que não é totalmente compatível com versões anteriores. Python 2 foi descontinuado com a versão 2.7.18 em 2020. (PYTHON INSIDER, 2020)

5.6.7 Dojot

A Dojot nasceu com o objetivo de desenvolver e demonstrar tecnologias para as cidades inteligentes. Inicialmente com foco nos pilares de segurança pública, mobilidade urbana e saúde, pretendendo construir um ecossistema multidisciplinar nessas áreas. (CPQD)

É uma plataforma brasileira com uma proposta *open source*, para facilitar o desenvolvimento de soluções e o ecossistema IoT com conteúdo local voltado às necessidades brasileiras, assumindo um papel habilitador com: (CPQD)

- APIs abertas tornando o acesso fácil das aplicações aos recursos da plataforma
- Gerenciamento do ciclo de vida de dispositivos (planejamento, configuração e monitoramento);
- Construção de fluxos de dados e regras de forma visual para processamento de dados em tempo real;
- Persistência dos dados;
- Interface para acesso aos dados em tempo real.

A Dojot é uma plataforma baseada em tecnologias no estado da arte e adota uma arquitetura de micro serviços, possibilitando uma implantação funcional customizada e escalável conforme a necessidade, bem como uma fácil integração com outros sistemas baseados em serviços. (CPQD)

Apesar do foco original da plataforma ser o ecossistema de cidades inteligentes, a dojot tem sido utilizada com sucesso no desenvolvimento de soluções de IoT nas áreas de saúde, agronegócio e indústria. (CPQD)

5.6.8 Visão interna dentro do ônibus convencional urbano

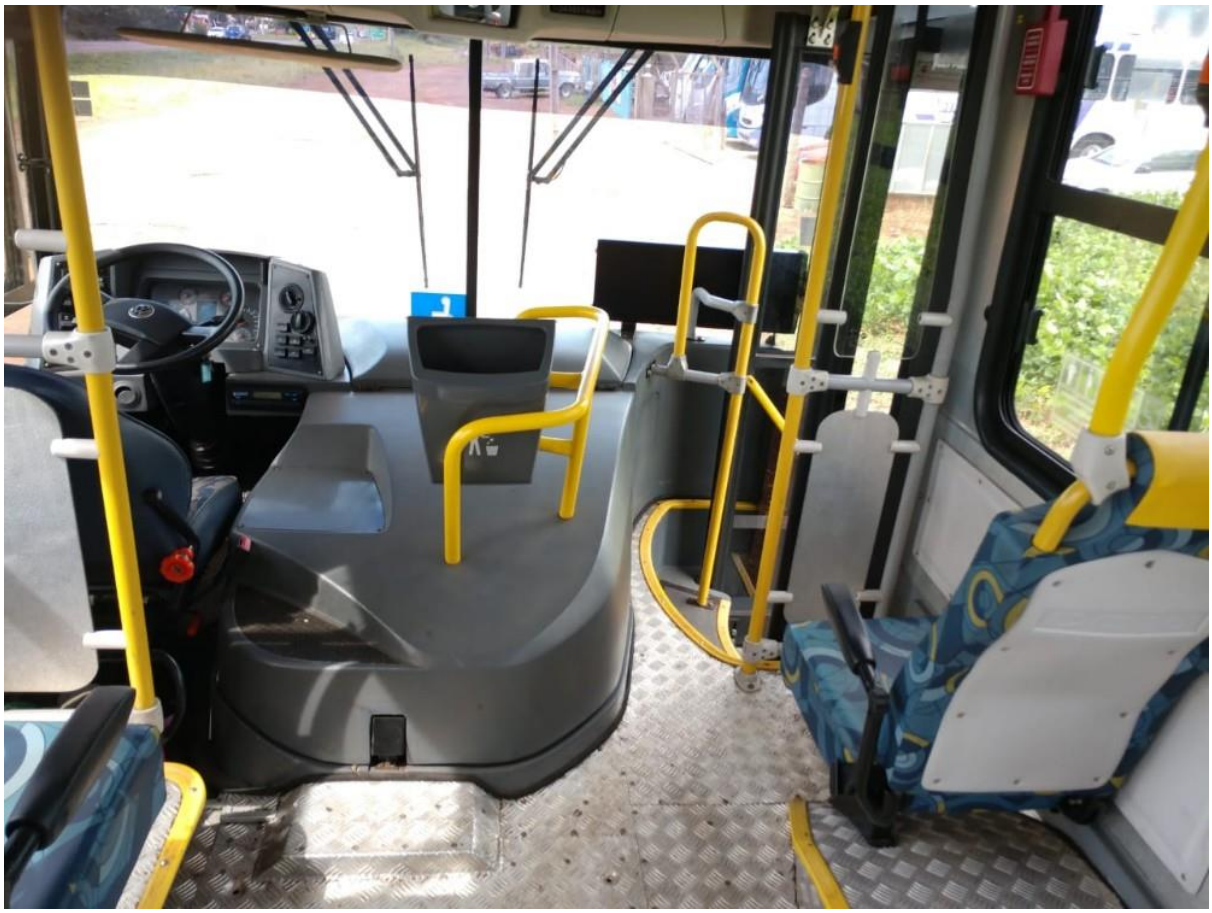
Com intuito de abordar ao máximo esta respectiva pesquisa, foi retirada imagens internas dentro do ônibus, na qual foi estudada com o real objetivo de evidenciar a máxima quantidade de informações, de extrema relevância para esta pesquisa.

Salientando que na pesquisa que antecedeu esta, ou seja, a de Mestrado, foram alocados 20 (vinte) pontos estratégicos dentro do ônibus no qual se fez a coleta, e posteriormente análise. Todavia pelo fato de estarmos realizando uma coleta via sensor, que não se considera mais apenas a coleta dos dados específicos e pré-

determinados, mas sim, a coleta de dados em um modo geral, não houve a necessidade de pré-determinar pontos para coletas.

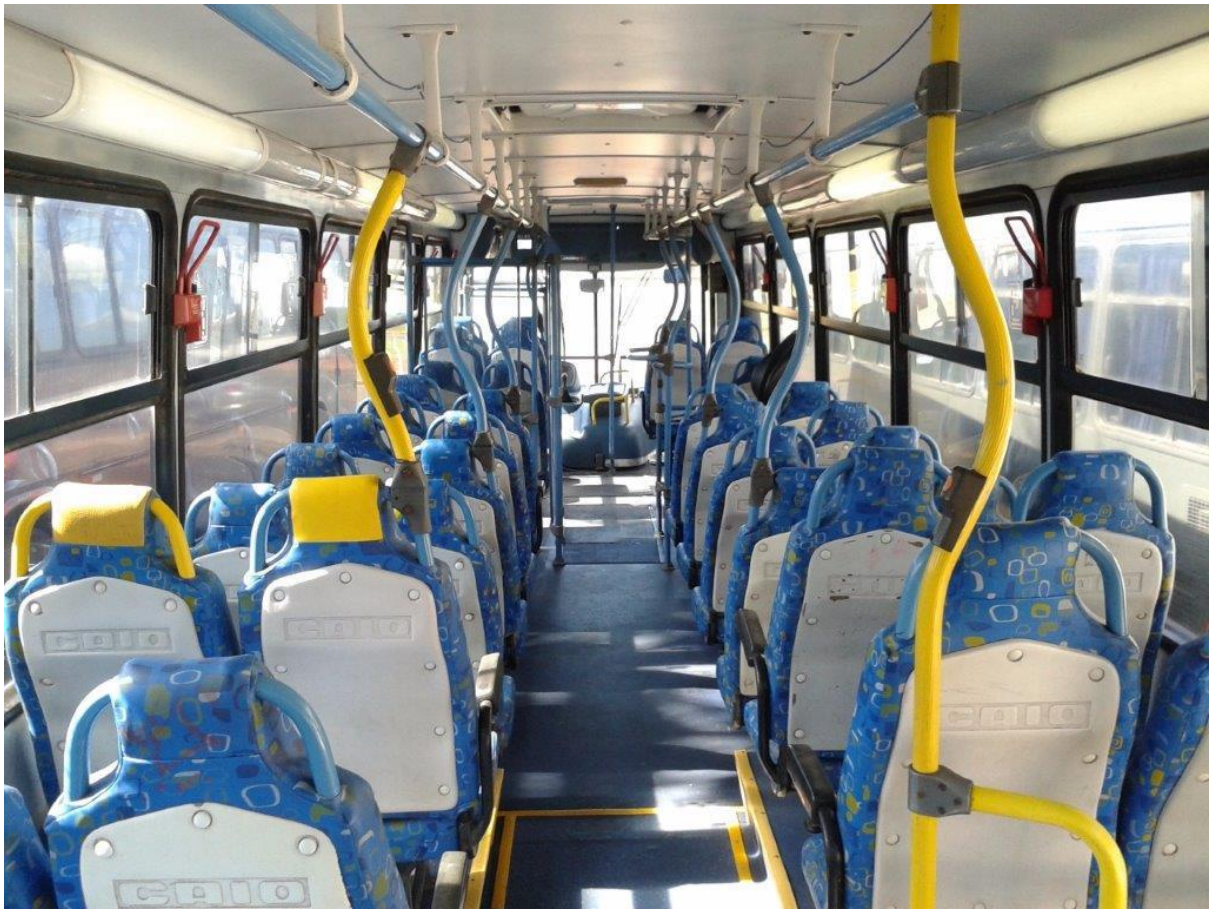
Além disso é importante ressaltar, que em todos os dias e horários que foram realizadas as coletas dos dados desta pesquisa, por se tratar de um momento crítico, ou seja, de pandemia, Covid19, todas as janelas, sem exceção, estavam abertas, sendo assim não havendo interferência do ar-condicionado.

Figura 42: Visão interna do ônibus



Fonte: Google Imagens (2021)

Figura 43: Visão interna do ônibus



Fonte: Google Imagens (2021)

5.6.9 Fusos horários

Figura 44: Mapa dos Fusos Horários

Fonte: Wikitravel (2013)

A existência dos fusos horários se dá pelo fato do globo terrestre ser esférico, e pela rotação que o planeta Terra realiza, além do mais do interesse da sociedade. A rotação, é o movimento que a Terra faz ao redor de si mesma, e tem duração de 24 horas para concretizar este movimento de 360°. (MARIANA SOARES DOMINGUES)

Sabendo que o movimento de rotação é de 360°, e tendo duração de 24 horas, foi realizado uma divisão, e encontrado o valor de 15°, que corresponde a 1 hora. (MARIANA SOARES DOMINGUES)

Tendo em vista que cada fuso horário possui 15°, a mudança de fusos se dá pela mudança de um meridiano para outro. O meridiano de Greenwich, é o principal, e ele que estabelece todos os fusos horários existentes em todo o mundo.

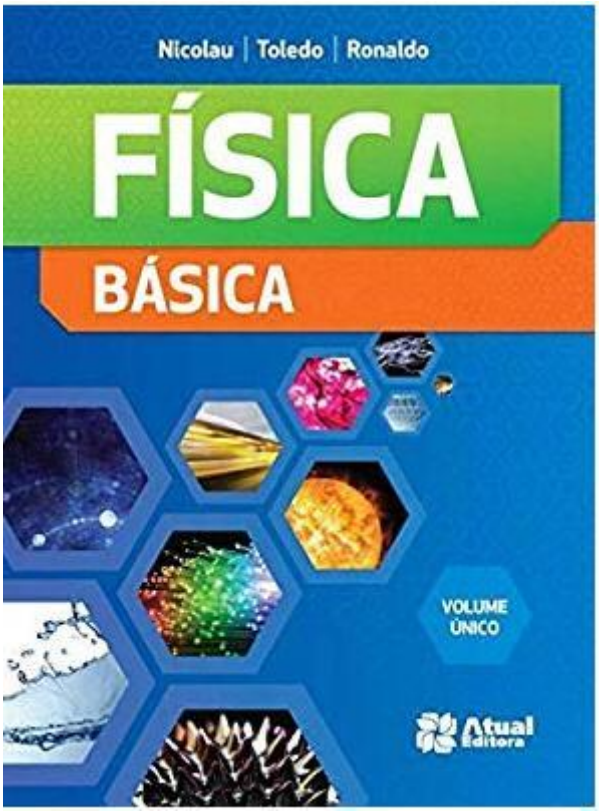
O movimento de rotação é no sentido Oeste para Leste, sendo assim foi convencionado que, a partir Meridiano de Greenwich, no sentido oeste Greenwich seria atrasado uma hora a cada fuso, ou seja, 15°. E a partir do sentido leste, seria adiantado uma hora a cada fuso, ou seja, 15°.

Como sabemos, o planeta Terra tem uma forma esférica, não recebendo luz uniformemente, sendo assim enquanto um lugar é totalmente iluminado pelo Sol, outro lugar do Planeta Terra pode não estar parcialmente, ou não estar iluminada, como manhã, tarde, noite e madrugada. A sucessões das manhãs e noites, se dá pelas rotações.

Após caracterizarmos o fuso horário global, no capítulo seguinte é definido o conceito de velocidade média, um conceito extremamente importante para coleta de dados da pesquisa, a fim de compor este trabalho.

5.6.10 Conceito de velocidade média.

Figura 45: Física Básica



Fonte: Gomes Gabriel (2020)

Segundo o livro Física básica, dos autores Nicolau, Toledo e Ronaldo, indicam o quão rápido um objeto se desloca em um intervalo de tempo médio e é dada pela seguinte razão: (NICOLAU)

$$v_m = \frac{\Delta s}{\Delta t} \tag{2}$$

Onde:

v_m= Velocidade Média

Δs= Intervalo do deslocamento $(s_{final} - s_{inicial})$

Δt= Intervalo de tempo $(t_{final} - t_{inicial})$

6 METODOLOGIA

O presente capitulo está subdivido em 3 (três) principais vertentes que constituem e amparam esta pesquisa de cunho cientifico, sendo:

6.1 Pré-Análise

Para realizar a coleta dos dados foram necessários a compra de equipamentos específicos, sempre com intuito de aprimorar ao máximo esta pesquisa cientifica.

Primeiramente foi necessário instalar o *software* Arduino, disponível no próprio site da marca, via *web*.

Em seguida foi necessário instalar e configurar a placa, para verificação de conformidade.

Posteriormente foram inseridos os programas e bibliotecas necessários para o funcionamento e, em seguida, a coleta eficiente deste *software*, conforme evidenciam anexos deste presente trabalho. Vale salientar que antes disso, foi necessário realizar programação em linguagem C.

Além disso foi preciso criar e configurar uma Cloud com intuito de coletar e armazenar os resultados desta pesquisa.

Importante salientar que também verificamos os demais softwares e equipamentos, como Waze e cronômetro, para consolidar esta metodologia e posteriormente o projeto.

6.2 Análise In-loco

Após realizar todas as configurações do software, foi necessário utilizar o Arduino ligado em uma fonte 12V, dentro do transporte público a fim de coletar os dados necessários para esta pesquisa.

Vale salientar que estavam ligados neste software Arduino, tanto o sensor de temperatura, como o sensor de ruído, o último com amparo de uma protoboard, (ambos os sensores já caracterizados anteriormente).

6.3 Pós Análise

Após a coleta de todos os dados *in loco*, foi necessário entrar na *Cloud*, e descarregar/verificar os dados, para posterior análise.

Ou seja, após a coleta, os dados foram processados em ferramenta Python, afim de demonstrar e evidenciar resultados expressivos desta pesquisa.

Após os processamentos de todos os dados, será necessário comparar os presentes dados coletados, com dados padronizados, ou seja, dados que servem como padrão e medição por distintas instituições, como ONU, e Instituições que

abordam e estudam está temática, além de órgãos regulamentadores de âmbito nacional e internacional.

7 ANÁLISE DOS RESULTADOS

7.1 Informações importantes para análise dos resultados

Os dados foram coletados durante 5 dias da semana, conforme demonstra a seguir;

- Segunda-feira;
- Terça-feira;
- Quarta-feira;
- Quinta-feira;
- Sexta-feira;

Os dias escolhidos foram com intuito de evidenciar nesta pesquisa, os reais dias de movimentação e utilização deste transporte pela comunidade local.

Importante salientar que a princípio foram mencionadas inúmeras hipóteses para tal pesquisa, citando alguns exemplos:

- Coletar os dados por período, (manhã, tarde e noite);
- Coletar os dados nos finais de semana;
- Coletar os dados nos 4 (quatro) períodos do ano (primavera, verão, outono e inverno);
- Coletar dados em períodos diferentes (dias normais, verso, feriados);
- Comparar estes dados com outras cidades;

Todavia este presente trabalho tem como objetivo geral a demonstração dos dados em situações normais, e não atípicas, pois o objetivo principal é evidenciar a real problemática da situação analisada. Deste modo, se fosse analisar as situações ocasionais mencionadas acima, o presente trabalho estaria de certa forma mascarando/ocultando a real problemática desta pesquisa.

Além disso, se fosse comparar os dados coletados por 2 (duas) ou mais cidades, inúmeros fatores poderiam “mascarar”, os dados, pois cada cidade tem suas características, limitações entre outros fatores que propiciam ou não para um transporte urbano de qualidade;

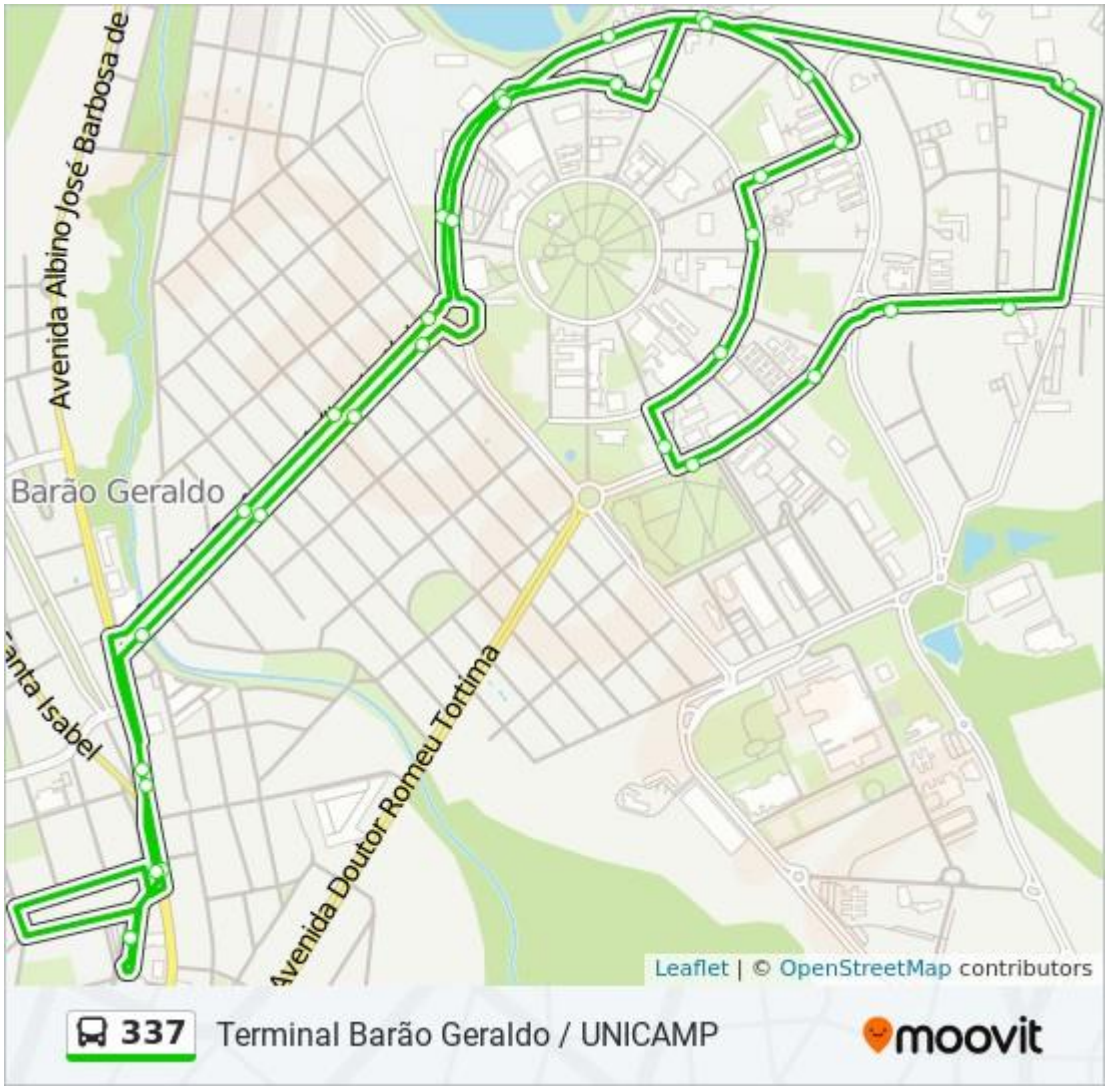
Foram obtidos e analisados mais de 500 dados, referentes a n° de pessoas, temperatura, ruído, umidade relativa, e velocidade dentro do ônibus, conforme ilustra algumas imagens de resultados obtidas. É importante salientar que mais da metade destes dados apresentados, ou seja, aproximadamente 300 dados foram coletados

de forma automatizada, tornando assim dados mais acurados, (sem erros), fazendo que está pesquisa seja mais confiável para o cenário cientifico.

Essas informações de dados foram obtidas da linha n° 337, com itinerário saindo do Terminal Central de Barão Geraldo, e chegando a UNICAMP (Universidade Estadual de Campinas). Nesse trecho foram coletados todos os dados conforme figura abaixo.

Importante salientar que esta linha foi escolhida, pois é uma das linhas mais movimentadas na cidade de Campinas, além disso, é a linha mais utilizada entre terminal de Barão Geraldo, e a UNICAMP (Universidade Estadual de Campinas), isso ocorre por causa da grande quantidade de alunos e profissionais da Unicamp que se deslocam diariamente. (HORARIO DE ONIBUS, 2021)

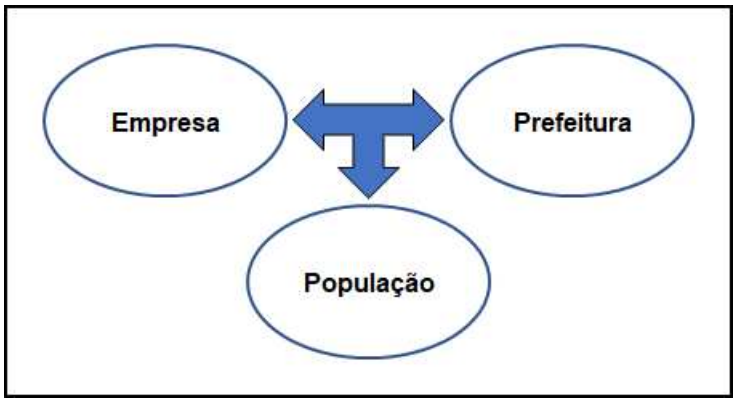
Figura 46: Mapa Google Maps (2020)



Fonte: MOOVIT (2021)

Para a pesquisa, é fundamental e de extrema importância escolher uma linha específica, pois o objetivo do trabalho é passar informações e dados concretos as empresas, prefeituras e usuários, conforme ilustra o diagrama a-seguir;

Figura 47: Diagrama dos Envolvidos 2020



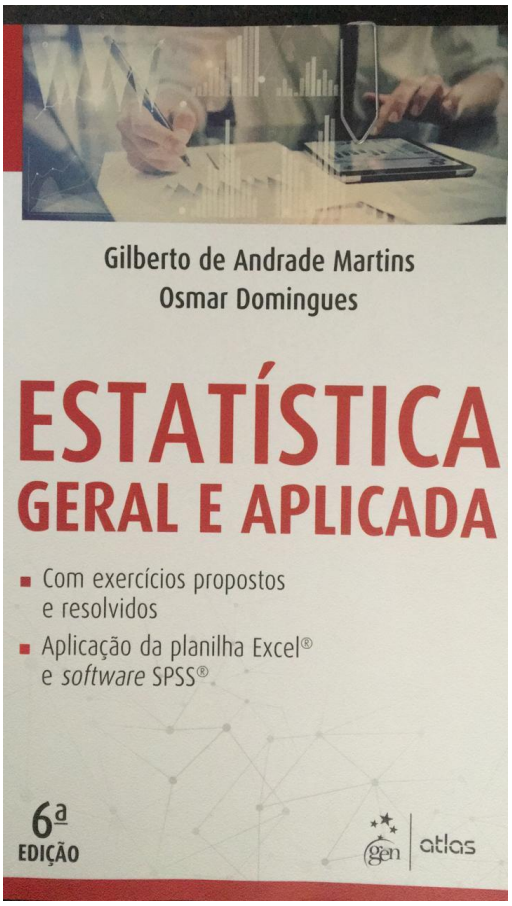
Fonte: Gomes Gabriel (2021)

Logo após a coleta de todos os dados, seguido todas as métricas e padrões já evidenciados neste trabalho encontraram valores que permitem analisá-los, compará-los, e trabalhar em cima deles usando conceitos da estática, com intuito de correlacioná-los, e identificar resultados validos.

Sempre buscando entender, enxergar os dados analisados, podendo atuar sobre eles de forma clara, objetiva, econômica, e significativa, para um melhor desenvolvimento do transporte público, para a sociedade.

7.2 Média Aritmética

Figura 48: Livro de Estatística Geral e Aplicada



Fonte: Gomes Gabriel (2021)

Para descrever, e explicar ao leitor a Média Aritmética, foi utilizado o livro Estatística Geral e Aplicada, dos autores, Gilberto de Andrade Martins e Osmar Domingues, 6° edição, da editora Attlas.

Segundo o livro citado anteriormente relata que a média aritmética é:

- É a mais utilizada e mais intuitiva das medidas;
- Se adequa a um grande número de situações práticas;
- Sofre influência de todos os valores presentes nela, por isso é necessário ter cautela;
- É representa por:

X ► Para uma amostra;

μ ► Para uma população;

Cálculo de média aritmética

A) Série simples = lista de dados = dados brutos

A média aritmética de uma amostra de n observações x1, x2, ..., xn é representada pelo símbolo Ẋ (lê-se x barra), e é calculado por:

$$\dot{\mathrm{X}} = \frac{x_1 + x_2 + \cdots + x_n}{\mathrm{n}} = \frac{\sum_{i=1}^{n} x_i}{\mathrm{n}} \quad (3)$$

A média aritmética de uma população de N observações X1, X2, ..., Xn é representada pelo símbolo μ (lê-se mu), e é calculado por:

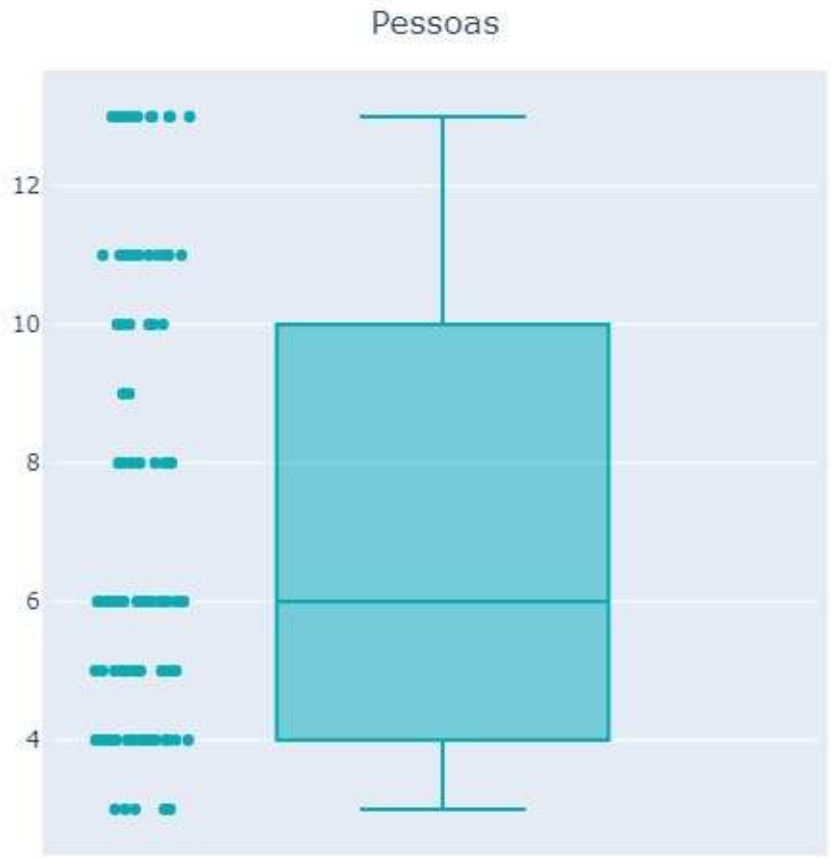
$$\mu = \frac{X_1 + X_2 + \cdots + X_n}{\mathrm{N}} = \frac{\sum_{i=1}^{n} X_i}{N} \quad (4)$$

Observação: A diferença entre média amostral e populacional é conceitual, pois o cálculo se dá de forma absolutamente idêntica, ou seja, somando-se todos os valores da amostra (ou da população) e dividindo-os pelo número de observações da amostra (ou da população).

Após caracterizarmos a modelagem, na verdade a média aritmética, com intuito de explicar detalhadamente os dados obtidos e apresentados nesta pesquisa, para que outras pessoas consigam entender e replicar.

7.2.1 N° de Pessoas

Gráfico 1: N° de Pessoas



Fonte: Gomes Gabriel (2021)

Podemos verificar no gráfico acima, que foi analisado o quesito N° de Pessoas dentro do transporte público. É importante se observar que este índice está adequado, quando comparamos o tipo do veículo, ou seja, o transporte desta linha, é um midiônibus.

Conforme vimos anteriormente neste mesmo trabalho, este ônibus tem aproximadamente 12 metros de comprimento, possui também uma capacidade máxima de 50 pessoas, ou seja, motorista mais passageiros), e uma área média de passageiro em pé, (em m^2), equivalente 4,9 m^2.

Podemos observar no Gráfico de n° 1, que a variação média de pessoas foi entre 4-12 usuários, é importante salientar que este dado analisado em algumas vezes obteve oscilações, seja para um número menor ou maior comparado a média obtida

Por fim após a análise dos presentes dados coletados, foi possível chegar a conclusão deste item que a média de pessoas dentro deste transporte público, linha específica, segue os padrões estabelecidos tanto pelas normas e leis, de âmbito municipal, estadual e até mesmo federal, e também quanto as normas dos fabricantes de chassis e carrocerias que produzem este determinado ônibus.

É muito importante respeitar as normas e regulamentações vigentes, no que diz respeito a número máximo de passageiros, pois quando se ultrapassa este limite, além de trazer danos ergonômicos a estes usuários, também podem ocasionar lesões, e até mesmo mortes em eventuais acidentes de trânsito que este ônibus se envolva.

Além disso, conforme vimos no trabalho intitulado de Estimation of the Number of Passengers in a Bus Using Deep Learning, publicado pelos autores Ya-Wen Hsu, Yen-Wei Chen e Jau-Woei Perng, em 12 de abril de 2020, pelo jornal Sensors da MDPI, atualmente já existe uma aplicação prática utilizando o conceito de Deep Learning, e seus respectivos algoritmos para se identificar a exatidão de números de pessoas em determinado ônibus. Esse modelo se dá, por inserção de 4 (quatro) câmeras nas 4 (quatro) portas que são presentes no ônibus, sendo 2 (duas) em cada lado, tanto no lado esquerdo como no lado direito, além de ser 2 (duas) portas na frente e na parte traseira, (logo após a catraca de pagamento que se divide o ônibus entre pagantes e não pagantes). (YA-WEN HSU, 2020)

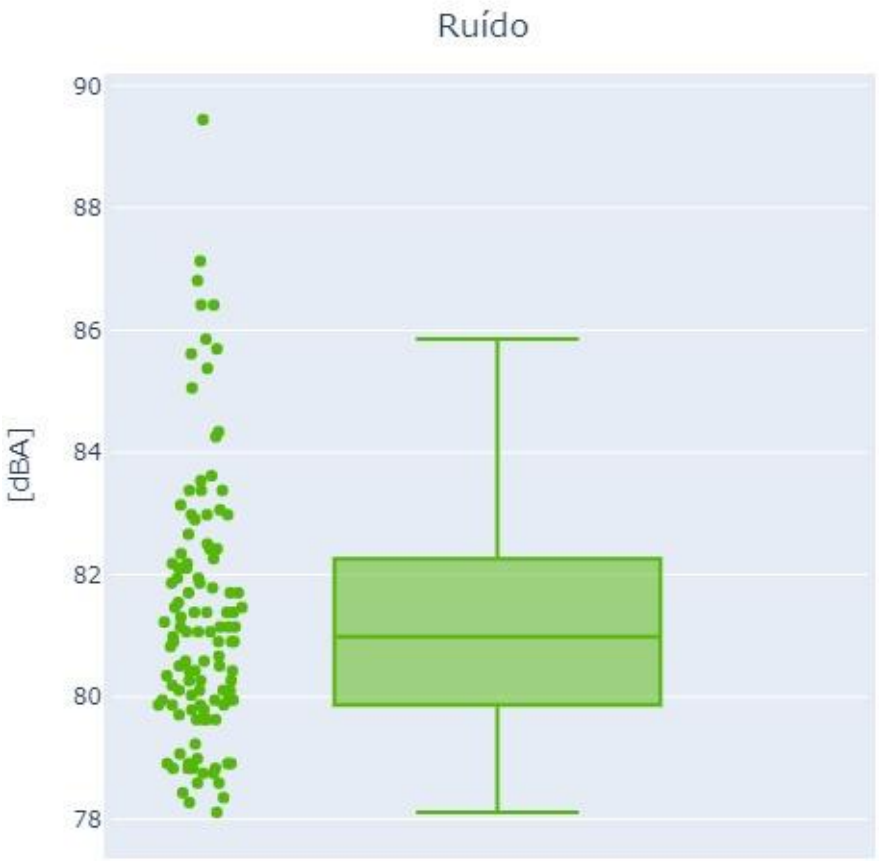
É importante salientar que neste sistema não existe fraude, pois nas quatro câmeras existem sensores de presenças que contabilizam o número de passageiros que entra e sai dentro do ônibus, além disso, é de suma importância ressaltar que existem portas com seus respectivos objetivos, ou seja, não é permitido a entrada e saída de um passageiro em uma mesma porta.

Este sistema pré-determina o número de usuários, fazendo um banco de dados às vertentes interessadas, (empresa, governo e população em geral), tornando assim a aplicação de Deep Learning e IoT, na ampliação de Big Data, e aplicação do conceito 5G e IIS, para busca de um ITS.

Finalmente este sistema infelizmente não pode ser aplicado na prática por este trabalho, por inúmeros fatores sendo, a não liberação da empresa responsável por esta linha e ônibus para tal teste, além é lógico da falta de recursos básicos que possibilitam estas pesquisas, principalmente no quesito financeiro.

7.2.2 Ruído

Gráfico 2: Ruído



Fonte: Gomes Gabriel (2021)

Ao analisar o gráfico acima, de n° 02, encontramos e evidenciamos valores do caráter, Ruído, quando discutimos o quesito ergonômico de um usuário, seja ele um motorista, ou passageiro de transporte público, é de suma importância a análise deste dado, pois este dado interfere diretamente no conforto dos passageiros, trazendo prejuízos no aspecto ergonômico aos usuários.

Conforme vimos anteriormente neste trabalho, segundo Associação Brasileira de Normas e Técnicas (ABNT) o ruído máximo que um indivíduo pode ser exposto é de no máximo 50 dB (A). Segundo a mesma associação, caso o indivíduo seja exposto constantemente, ou, diariamente a um valor maior a este, o seu corpo pode produzir sequelas permanentes, e sem cura.

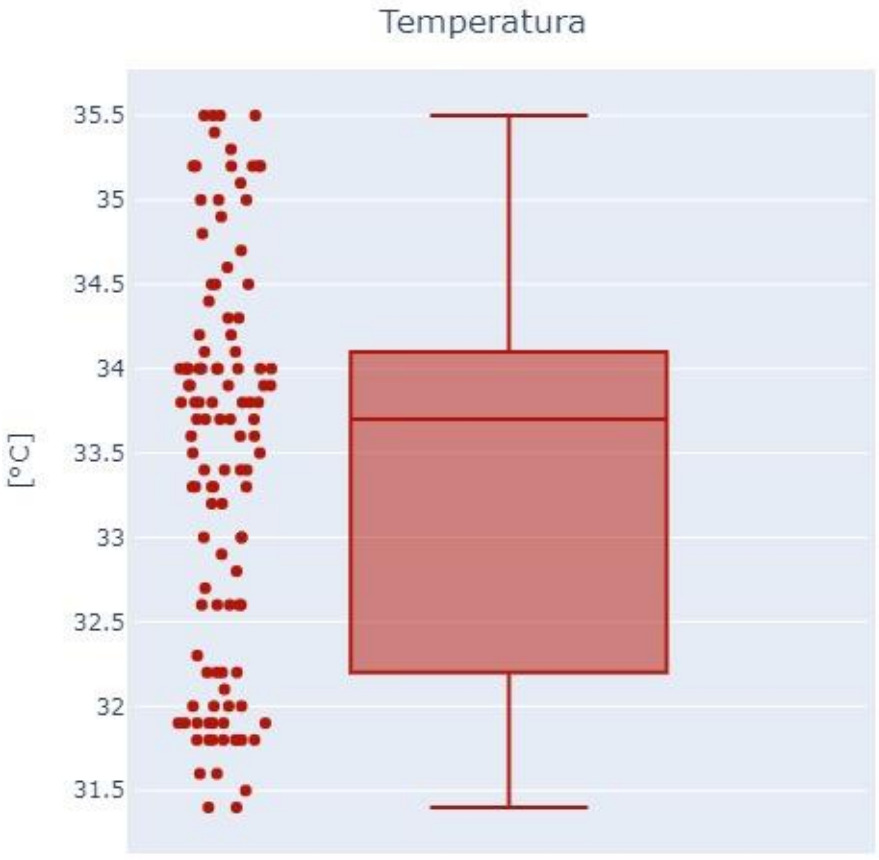
Conforme ilustra o Gráfico de n° 2, a variação média do aspecto ruído é variado ao longo de uma faixa entre 78 a 98 dB (A), além disso é importante salientar que a concentração deste dado está entre 80 a 82 dB (A).

Tomando como conclusão dos resultados apresentados neste determinado aspecto, é possível inferir que este aspecto está numa situação crítica, quando comparado as solicitações e regulamentações vigentes, por inúmeros órgãos, de distintas atribuições.

É importante ressaltar que este dado deve ser analisado a fundo pelas vertentes interessadas, a fim de adotar medidas especificas para melhoria do transporte público, tanto no aspecto ergonômico, quanto no aspecto, inteligente.

7.2.3 Temperatura

Gráfico 3: Temperatura



Fonte: Gomes Gabriel (2021)

Conforme ilustra o gráfico acima, podemos identificar que foi analisado o aspecto Temperatura dentro do transporte público. É importante se observar que este índice está inadequado, quando comparamos as determinações e orientações vigentes.

Segundo o Infoescola (2019), em humanos, a temperatura considerada normal para adultos saudáveis compreende valores próximos aos 37 ºC. Valores abaixo de 35 ºC (hipotermia) ou acima de 38 ºC (hipertermia). (INFOESCOLA, 2019)

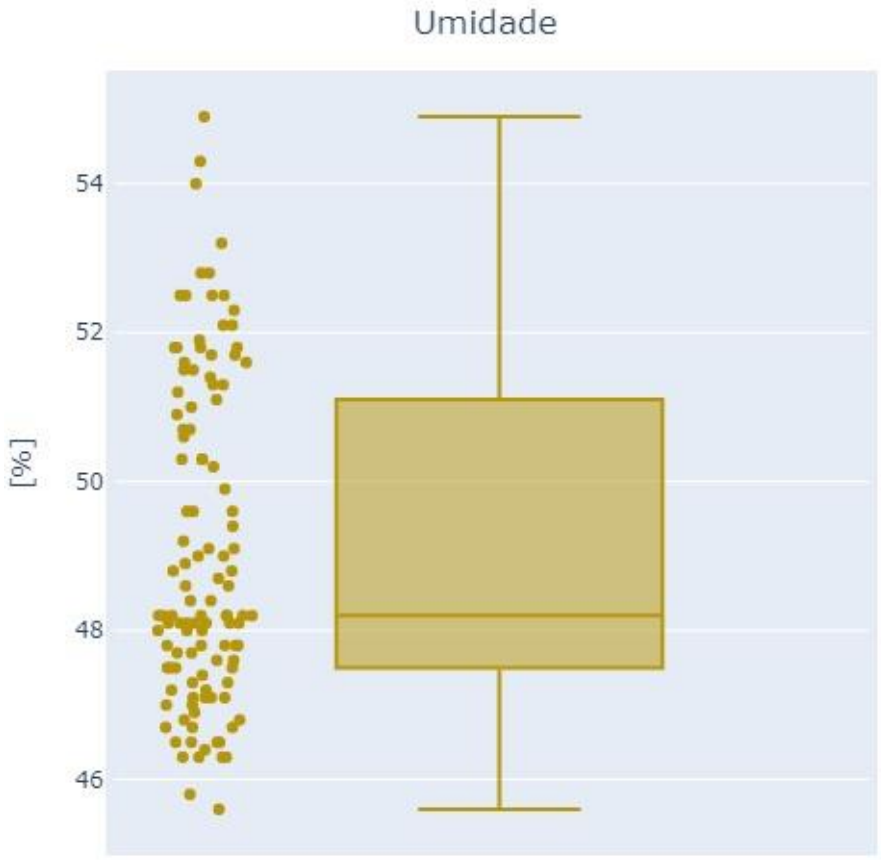
No gráfico a cima, de n° 3, ilustra que a temperatura média dentro do transporte público está variando em uma faixa de 31,5 °C a 35,5 °C, todavia existe uma faixa dentro deste gráfico na qual se concentra os dados, aonde se localiza a temperatura entre 32,5 °C a 34 °C.

Sendo assim é evidenciado que neste aspecto analisado, a temperatura para os usuários não está adequada, trazendo assim prejuízos para o aspecto ergonômico.

Porém vale ressaltar que para este dado analisado já existe uma solução implantada dentro desta linha/ônibus, ar condicionado, todavia não está sendo implantado e utilizado por causa da pandemia, Covid-19, porém logo após este momento difícil e delicado que estamos vivendo se faz necessário a utilização deste (a) instrumento/tecnologia a fim de melhorar o conforto do usuário, melhorando assim o aspecto ergonômico deste usuário.

7.2.4 Umidade Relativa

Gráfico 4: Umidade Relativa



Fonte: Gomes Gabriel (2021)

Evidenciamos acima, no gráfico de n° 4, o aspecto Umidade Relativa dentro do ônibus urbano. Segundo a ONU (Organização das Nações Unidas), a faixa etária ideal na qual a Umidade Relativa deve variar, para um melhor conforto para a população é entre 50% a 60%.

Podemos observar no gráfico acima, que o índice umidade relativa variou entre uma faixa de 46% a 54%, sendo que os dados se concentraram em uma faixa média entre 47% a 51%.

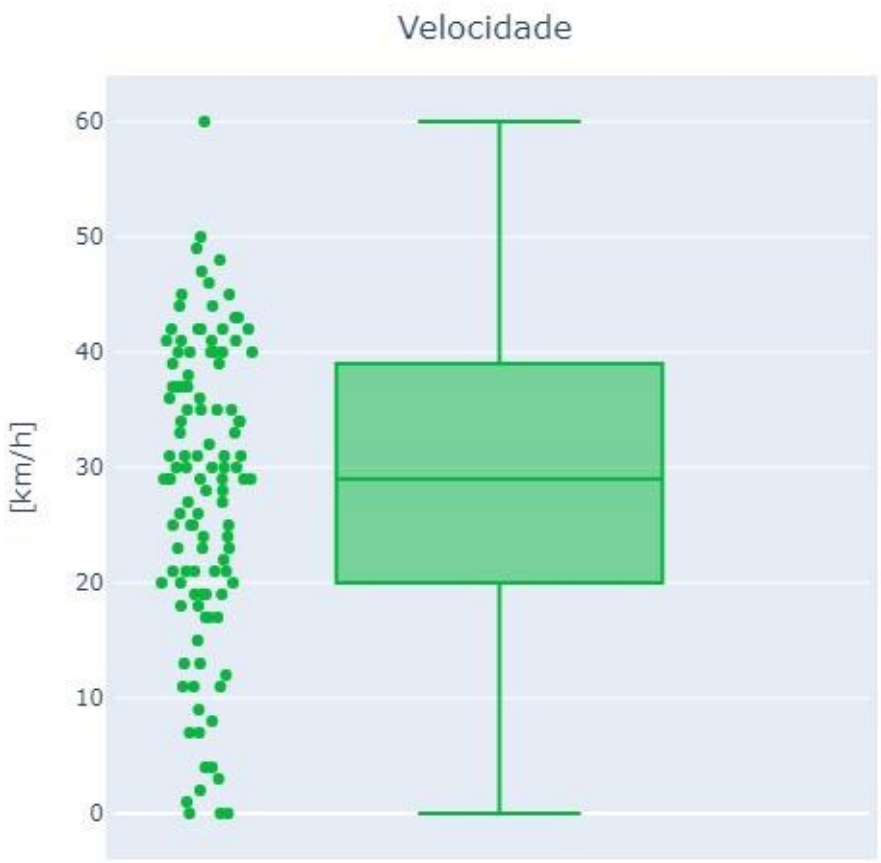
Portanto, quando analisamos estes dados podemos observar que a Umidade Relativa está na sua grande maioria das vezes adequado para os padrões solicitados, todavia existem valores dentro deste aspecto analisado, que “fogem” dos padrões pré-estabelecidos por órgão regulamentadores.

É importante ressaltar algumas informações de extrema relevância para este dado analisado, no ano de 2021, a região analisada, Campinas, interior de São Paulo, Brasil, vem sofrendo com inúmeros fatores, sendo, secas, falta de chuvas, inúmeras queimadas na região, entre outros fatores que propiciam para que este valor/problema seja evidenciado.

Porém para solucionar este problema evidenciado neste exato trabalho, se faz necessária a inserção de purificadores dentro dos ônibus desta linha analisada, com intuito de melhorar a qualidade do ar, evitando assim doenças, e melhorando assim o conforto ergonômico dos usuários.

7.2.5 Velocidade

Gráfico 5: Velocidade



Fonte: Gomes Gabriel (2021)

No gráfico acima, de n° 5, foi abordado o aspecto da velocidade média do transporte público ao circular pela região de Barão Geraldo, localizada em Campinas, interior de São Paulo Brasil.

Os dados coletados ilustram que a velocidade do transporte púbico oscilou entre 0 km/h até 60 Km/h, sendo que existe uma concentração de dados, entre 20 Km/h até 39 Km/h, ou seja, a velocidade média.

Quando se discutimos o aspecto velocidade é extremamente relevante, se não o mais relevante entre todos os aspectos abordados nesta pesquisa, se comenta isso pelo fato da velocidade não ter apenas uma relação direta, mas também uma relação indireta quando se compara este fator no quesito ergonômico do usuário.

É lógico, vale salientar que existe um aspecto direto, quanto maior a velocidade do ônibus mais o corpo se movimenta, em inúmeros sentidos, podendo provocar lesões em seu corpo. Mas também vale ressaltar a importância do aspecto indireto, sendo, quanto maior a velocidade deste ônibus comparado a velocidade permitida da via, mais propícia será a possibilidade de causar acidentes, podendo provocar lesões permanentes e até mesmo mortes.

Nesta trajetória estudada observamos que o ônibus percorreu vias urbanas, (velocidade máxima 40 Km/h), acima do permitido, chegando até 60 Km/h,

Por fim se faz necessário a instalação de sensores automatizados, embutidos de fábricas a fim de sinalizar a velocidade permitida da via na qual ônibus está se locomovendo, este sistema será sincronizado ao GPS deste veículo, idem a plataforma e aplicativo Waze, por tanto assim diminuindo eventuais acidentes.

7.3 Frequência Relativa

Para descrever, e explicar ao leitor a Frequência Relativa, foi utilizado o livro Estatística Geral e Aplicada, dos autores, Gilberto de Andrade Martins e Osmar Domingues, 6° edição, da editora Atlas. (MARTINS e DOMINGUES)

Segundo o livro citado anteriormente relata que a frequência relativa é:

A frequência absoluta é um conceito: trata-se da quantidade de vezes que um determinado valor aparece em um certo conjunto de dados (uma coleção de objetos ou valores). Ela pode também se referir à proporção de vezes em que um determinado valor aparece naquele conjunto de dados. Em outras palavras, a frequência relativa indica quantas vezes um evento aconteceu dividido pela quantidade total de resultados possíveis.

Neste caso se fez necessário a utilização da Frequência Relativa, para se comprar os dados. É importante salientar que 1 (um) dos aspectos abordados e estudados, Ruído, é uma função logarítmica, desta forma se fez necessário a aplicação desta vertente, sempre com intuito de padronizar todos os dados, para uma análise e posteriormente conclusão deste trabalho de forma coerente.

Para calcular a Frequência é necessário seguir os seguintes passos;

1° Passo: Coletar todos os dados;

2° Passo: Classificar os dados. Aconselha-se classificar os dados em ordem crescente, do menor até o maior valor;

3° Passo: Calcular o N total, ou n(x), isso significa a quantidade de dados existentes, mesmo que se repitam;

4° Passo: Calcular a frequência relativa, também conhecida como p(x). Para calcular este fator, é necessário ter o valor N total, ou n(x), divido pela frequência relativa.

Observe: A frequência relativa é a quantidade de vezes, que um único dado aparece na composição de todos os dados;

Observação: Para os passos acima recomenda-se criar uma tabela, simples, contendo 3 (três) colunas, sendo a primeira coluna os dados de x, seguido por n(x), e por fim p(x);

5° Passo: Após preencher toda a tabela, criar e realizar na última linha a somatória de todos os dados, de cada coluna. É importante salientar que na terceira coluna, frequência relativa, p(x), o resultado final pode ser algo próximo, mas não igual a 1,0.

6° Passo: Crie uma quarta coluna, igual a terceira coluna, todavia os valores da terceira coluna estarão em porcentagem (%), na quarta coluna.

Dicas:

- Em termos físicos, a frequência relativa indica a presença ou ocorrência de um determinado acontecimento em um conjunto de vários.
- Se você somar as frequências relativas de todos os itens de um conjunto de dados, a soma deve ser igual a 1. Caso os valores tenham sido arredondados, é possível que essa soma não resulte exatamente em 1,0.
- Se o conjunto de dados for grande demais para uma contagem simples, você talvez tenha que usar pacotes de aplicativos como Microsoft Excel ou MatLab, para evitar erros.

7.4 Cálculo de Pearson

Para descrever, e explicar ao leitor o cálculo de Pearson, foi utilizado o livro Estatística Geral e Aplicada, dos autores, Gilberto de Andrade Martins e Osmar Domingues, 6° edição, da editora Atlas.

Segundo o livro citado anteriormente, o cálculo de Pearson é:

A definição inicial resume bem a ideia: a correlação indica a interdependência entre duas ou mais variáveis.

Mas em muitos casos essa relação não é aparente, e assim devemos recorrer a métodos mais confiáveis de detecção. Dentre os métodos mais comuns temos os índices de Pearson, Spearman e Kendall.

Coeficiente de Correlação de Pearson, também chamado de "coeficiente de correlação, ou seja, a semelhança do produto-momento" ou simplesmente de "*ρ* de Pearson" mede o grau da correlação (e a direção dessa correlação — se positiva ou negativa) entre duas variáveis. Este coeficiente, normalmente representado por *ρ* assume apenas valores entre -1 e 1.

A fórmula desenvolvida por Karl Pearson, há mais de 120 anos, continua a ser muito utilizada para o cálculo da correlação.

Calcula-se o coeficiente de correlação de Pearson segundo a seguinte fórmula:

$$\rho = \frac{\sum_{i=1}^{n}(x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{[\sum_{i=1}^{n}(x_i - \bar{x})^2][\sum_{i=1}^{n}(y_i - \bar{y})^2]}} \quad (6)$$

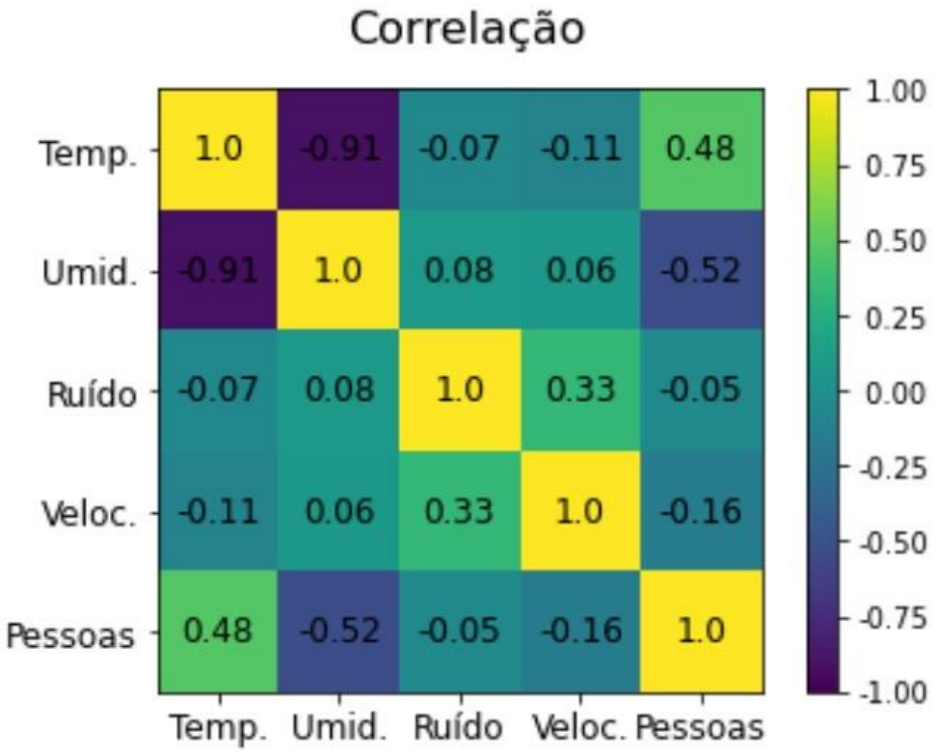
A correlação de Pearson mede a associação linear entre variáveis contínuas. É o valor que indica o quanto a relação entre as variáveis pode ser descrita por uma reta. Interpretando o valor de ρ

- 0.9 a 1 positivo ou negativo indica uma correlação muito forte.
- 0.7 a 0.9 positivo ou negativo indica uma correlação forte.
- 0.5 a 0.7 positivo ou negativo indica uma correlação moderada.
- 0.3 a 0.5 positivo ou negativo indica uma correlação fraca.
- 0 a 0.3 positivo ou negativo indica uma correlação desprezível.

Existem várias possibilidades de interpretação da correlação. Pode-se considerar a inclinação da reta que representa a relação entre as variáveis, pode-se considerar as séries de valores como vetores, e o ρ, em uma interpretação geométrica, representaria o cosseno do ângulo formado entre os vetores.

7.4.1 Correlação:

Gráfico 6: Correlação



Fonte: Gomes Gabriel (2021)

Após adotarmos a Equação de Person, na qual se demonstra a correlação entre todos dados, podemos evidenciar alguns resultados extremamente relevantes para tal pesquisa como:

Correlação positiva, existe uma correlação entre número de pessoas versos temperatura muito significante para esta pesquisa, vale ressaltar que esta correlação já era esperada e normalmente fácil de se evidenciar, afinal quanto maior o número de pessoas em um determinado ambiente, sem ser alterado/modificado, maior será a temperatura naquele mesmo ambiente.

Além desta correlação positiva, existe mais algumas correlações, menos evidentes, porém não menos importantes, como:

Ruído versus velocidade: faz sentido este dado, pois quanto maior a velocidade do automóvel, mais se faz necessário a utilização do seu motor a combustão, fazendo assim um aumento drástico no seu ruído.

Porém existem 2 (duas) correlações classificadas como desprezíveis, porém não deixam de ser correlacionadas, que são: Ruído versus Umidade e Velocidade versus Umidade, infelizmente estes resultados apresentados não existem lógicas plausíveis para explicação, só se sabe que existe e por isso que se foi evidenciado uma correlação no gráfico a cima.

Quanto às demais correlações não existem, conforme evidência a teoria e conceito de Pearson, por tanto não sendo importantes e evidenciadas neste presente trabalho.

8 DISCUSSÃO

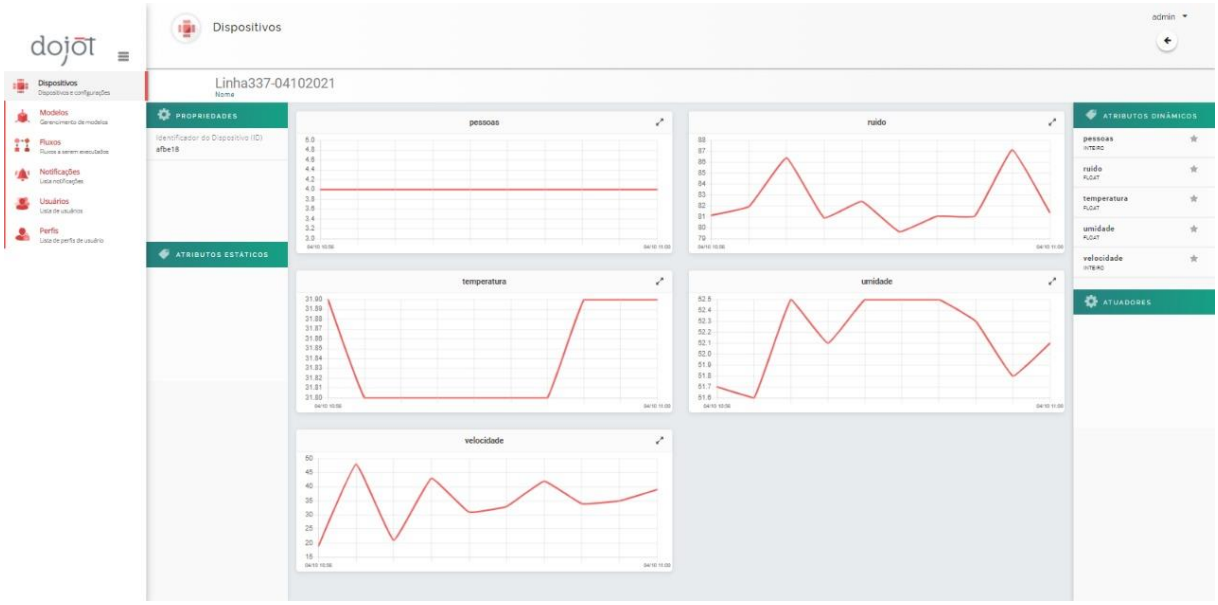
O presente capítulo tem como foco a abordagem do real objetivo deste trabalho, ou seja, a aplicação de uma plataforma de IoT (Intenet of Things), tendo como sincronização dos sensores adotados e alocados para esta medição, e por tanto a criação de um banco de dados nesta vertente, para melhoria e qualificação do transporte público, no quesito Ergonômico. Também é importante ressaltar essa vertente ainda mais neste momento em que o mercado nacional e internacional busca cada dia mais pelo conceito de IIS (Intelligent Information Systems) para busca real de um ITS (Intelligent Transportation Systems), principalmente neste século no qual a tecnologia vem avançando rapidamente, com implantação de carros autônomos e a nova geração de internet, 5G, que vem para alterar drasticamente o presente cenário.

Neste sentido a seguir evidenciaremos 5 (cinco) figuras, retiradas da plataforma Dojot, e tem como real objetivo, evidenciar que a proposta inicial deste presente trabalho, tese, foi concretizado.

As figuras a seguir de n° 49 a 53, demonstram a sincronizações em tempo real, das 5 (cinco) viagens realizadas, em dias da semana. Além do sistema ser automatizado, a seguir evidenciarmos os impactos positivos do atual sistema implantado:

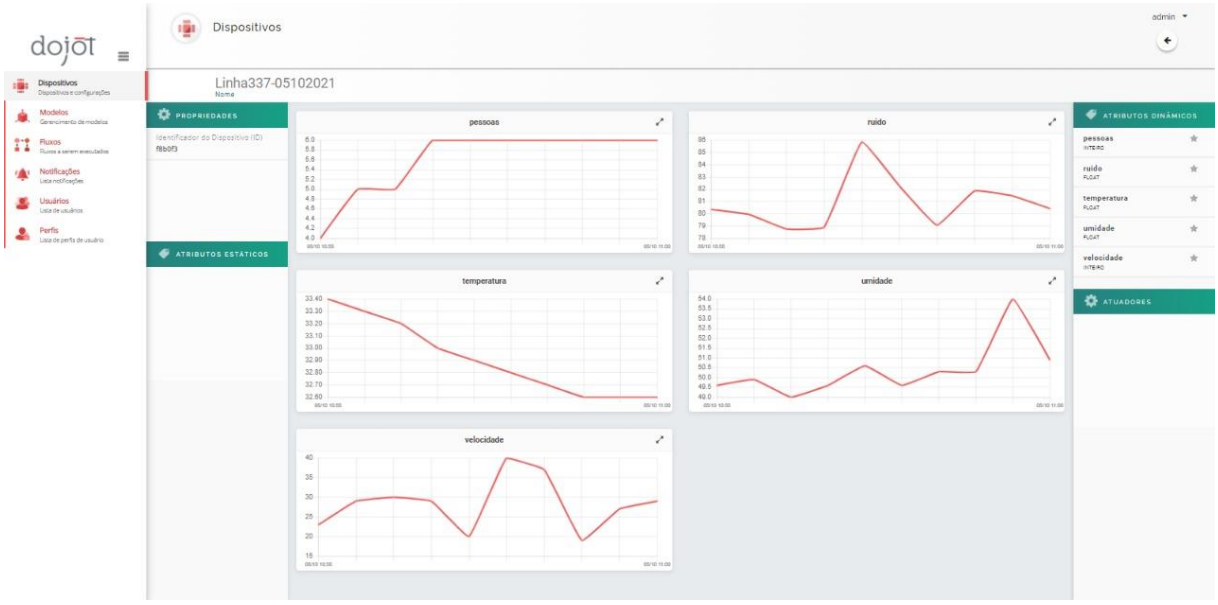
- Como relatado anteriormente o sistema é automatizado, sendo assim, baixo risco de eventuais erros de informações;
- Coleta de dados automatizadas, facilitando assim decisões rápidas e prudentes das partes interessadas/envolvidas;
- Implantação de um banco de dados, possibilitando a acurácia de decisões, por meio de análise de dados;

Figura 49: Dojot Dia 1.



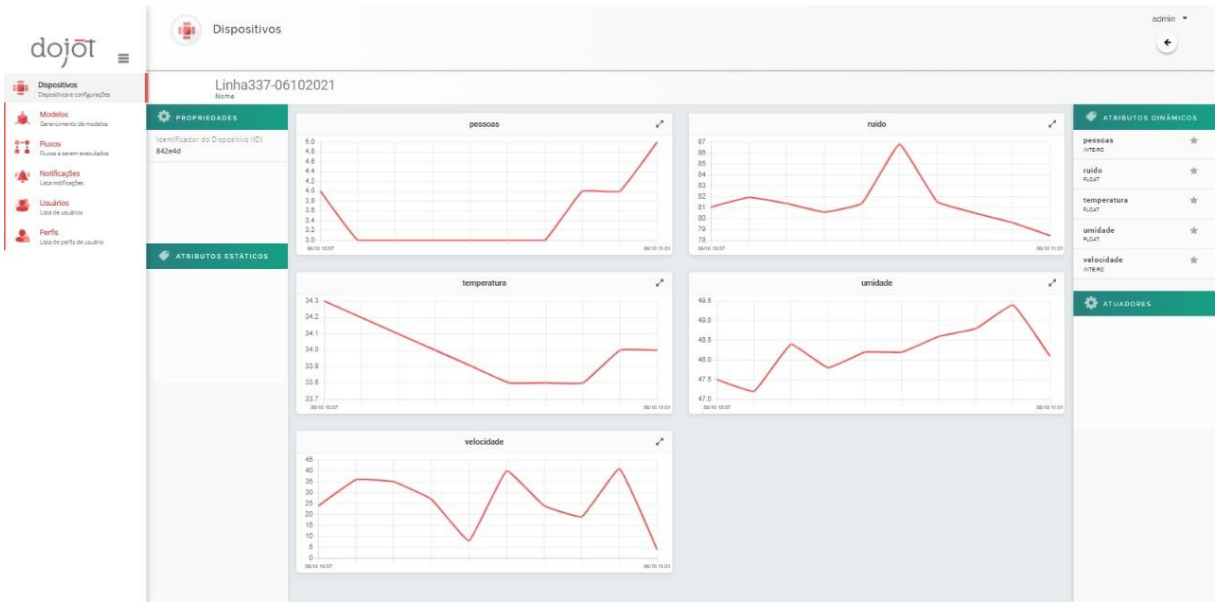
Fonte: Gomes Gabriel (2021)

Figura 50: Dojot Dia 2.



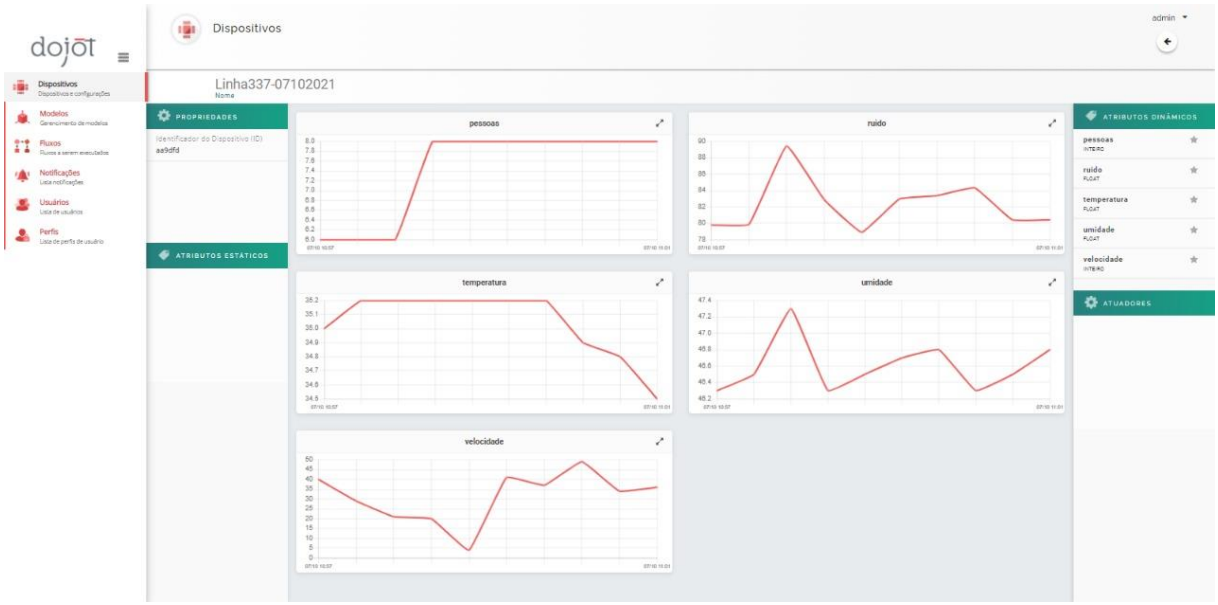
Fonte: Gomes Gabriel (2021)

Figura 51: Dojot Dia 3.



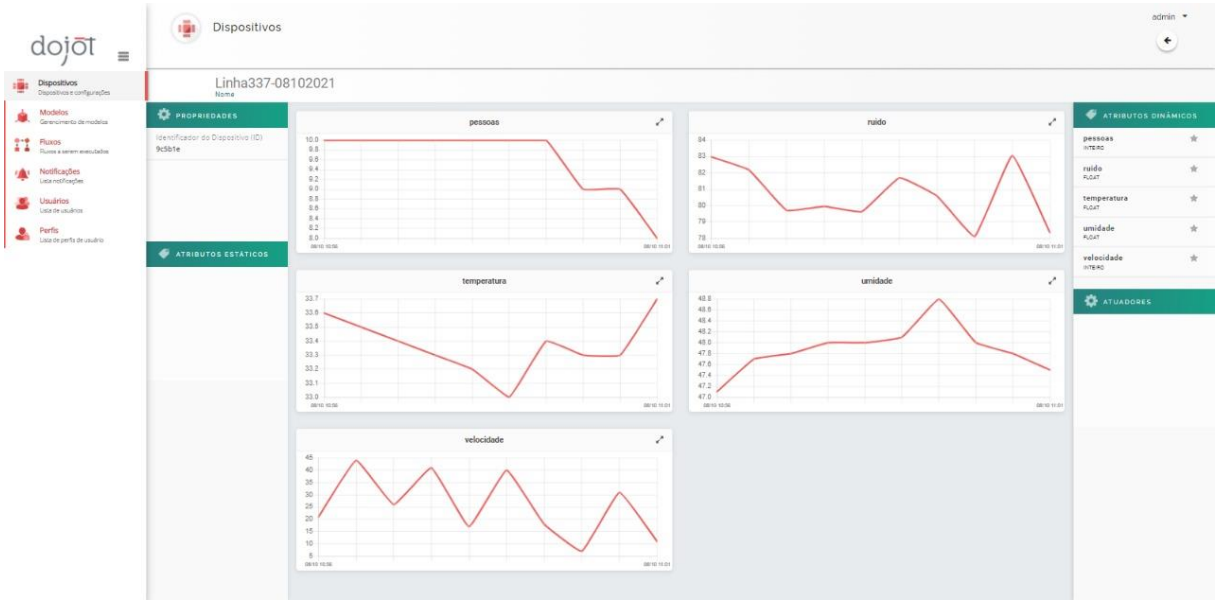
Fonte: Gomes Gabriel (2021)

Figura 52: Dojot Dia 4.



Fonte: Gomes Gabriel (2021)

Figura 53: Dojot Dia 5.



Fonte: Gomes Gabriel (2021)

9 CONCLUSÃO

A tecnologia é uma ferramenta extremamente relevante nos dias atuais para a sociedade em geral, independente do setor na qual é aplicada. Enquanto sua evolução representa um marco profundo em toda a história, a forma como a utilizamos gera sempre benefícios e possibilidades para distintas soluções.

Nos dias atuais se faz extremamente relevante o uso da tecnologia, porém é de suma importância a preservação dos aspectos básicos que contemplam uma sociedade, ou seja, a tecnologia não pode ultrapassar barreiras do segmento ambiental, social, cultural, político, econômico, entre outros aspectos. É de suma importante o entendimento deste paradigma para a evolução da tecnologia, sem a perda do sentido, ou seja, o homem tem que ser dominante da tecnologia, e não o inverso. Além disso, vale salientar que esta temática vem sendo muito abordada, no contexto 6G.

O gestor público de um município, estado, província/pais deve adotar bom planejamento, boa transparência, e respeito a sociedade na qual ele administra, são diretrizes essenciais para a condução de um trabalho com eficiência, também possibilitam a melhoria de todos os setores e segmentos que contemplam um governo. Porém é necessário também possuir profissionais altamente treinados honestos e comprometidos.

A pesquisa deu um norte em várias situações, medidas, ações, e controle, como é fundamental, necessário, e de suma importância o transporte público de uma cidade, pois possibilita tomar diversas ações para promover a saúde pública, eficiência energética, inserção da tecnologia com foco na qualidade ergonômica das pessoas, a qualidade de vida, além da preocupação da sustentabilidade do planeta.

Como forma de evidenciar e comprovar tal fato, verificamos recentemente a questão da pandemia, Covid-19, que exigiu restrições e zelos sanitários a todas as unidades e órgãos competentes, sendo nacionais e internacionais, tornando claro e evidente como é extremamente importante o transporte público urbano, no caráter saúde.

É necessário que as cidades se desenvolvam de forma sustentável nos planos ambiental, social e econômico para melhorar a qualidade de vida dos cidadãos, a justiça e o valor das gerações futuras. Portanto, é necessário desenvolver e buscar novas tecnologias e estratégias para melhor gerir o transporte público urbano.

A definição de transporte inteligente parte da lógica de que o progresso tecnológico deve obedecer aos interesses de seus cidadãos para um desenvolvimento sustentável, ergonômico e com qualidade de vida. Porém, se o transporte público é um meio de causar problemas por um lado, por outro, também é importante e ajuda milhares de pessoas a se deslocarem em várias regiões do Brasil e em diferentes lugares do mundo a cada dia, então é propício à criação de soluções e inovações para este segmento, pelo fato da sua importância para a sociedade em um modo geral.

Infelizmente, quando debatemos o contexto de transporte público ainda nos dias atuais é uma “pedra no sapato”, ou seja, uma problemática muito preocupante pelos seus respectivos governos de âmbito nacional e até mesmo, internacional. Os seus governadores e gestores tendem a buscar continuamente um transporte público eficiente, sustentável, e inteligente, a fim de atender a todos os envolvidos, ou seja, governos, empresas responsáveis pelo transporte e principalmente os usuários finais, os passageiros.

É importante salientar que identificamos neste presente trabalho, o privilégio dos governos e empresas responsáveis pelo transporte público, contrariando infelizmente objetivos pré-estabelecidos por entidades especializadas nesta temática, provocando assim impactos negativos, que impossibilitam resultados mais satisfatórios para a população e seus respectivos usuários.

Governos e empresários têm a responsabilidade de promover planos mais integrados com as novas tecnologias inovadoras, de forma a concretizar a melhoria inteligente do transporte público urbano, é necessário monitorar ações e metas, promover treinamento, ferramentas e planos de controle.

A implementação e análise de novos procedimentos, conceitos, métodos e tecnologias para permitir melhores resultados e desvios encontrados devem ser verificados, controlados e monitorados, são aspectos essenciais possibilitando assim informações cruciais para tomadas de decisões.

As dificuldades de transição no setor de transportes, responsável por um quarto das emissões globais de gases de efeito estufa (GEE), estão impedindo os países de cumprir as metas de mudanças climáticas. Ainda há motivos para investir em transporte público limpo.

É importante e de suma relevância ressaltar que há tendências em paralelo sendo inovadoras e utilizadas por milhares de pessoas mundialmente, a fim de solucionar e minimizar os problemas provenientes do transporte urbano. Atualmente se discute e se vê muito a questão de implementação de frota elétrica, ou seja, a substituição da frota convencional, movida a biodiesel, por frota totalmente elétrica. É relevante tocar neste aspecto, além da questão eficiência economia, tendo um cenário nacional muito desfavorável no quesito preço de combustível. Também é importante por 3 (três) principais aspectos, sendo o primeiro, a questão da inserção de novas tecnologia e o desenvolvimento tecnológico e científico brasileiro, além disso, o impacto positivo para a sustentabilidade local, e não menos importante a melhoria do conforto dos usuários.

É importante destacar neste cenário também, a modernização e alocação das bicicletas, tendo em vista, que no cenário nacional e internacional, inúmeras pessoas utilizam este meio de transporte diariamente para se locomoverem para seus respectivos objetivos, além de se locomoverem, melhoraram a sua qualidade de vida, pois automaticamente realizam exercícios físicos.

O estudo é baseado na linha n° 337 da cidade de Campinas/SP. A investigação mostra que devido ao investimento e à melhoria deste percurso, está linha está no caminho certo, porém existem outros obstáculos que o impedem de se tornar um percurso totalmente sustentável, esta é uma estratégia que ainda não está bem especificada e articulada.

O principal objetivo da pesquisa é sempre identificar e demonstrar os diversos problemas que possam existir neste segmento, além de apontar os reais motivos do investimento em transporte público sustentável e inteligente.

É importante ressaltar que os temas abordados são os mais preocupantes, responsáveis e respeitosos. Na busca de soluções inovadoras que possam mudar nossos cenários de vida atuais, além de apontar várias soluções.

Em 2017, o governo lançou um plano de eletro mobilidade com a meta de eletrificar todo o transporte coletivo até 2050. O país vê na transição um motor de desenvolvimento que trará muitos benefícios, do combate aos altos níveis de poluição ao estímulo ao mercado de baterias do qual o próprio país é importante fornecedor de matéria prima. Para viabilizar a transformação, adaptou processos de licitação, criou subsídios para a transição e incluiu na conversa todas as partes interessadas.

É de suma importância ressaltar o avanço da tecnologia no cenário brasileiro, além do mais, em vista da implementação da banda 5G se aproxima, possibilitando assim uma aplicabilidade maior do conceito IoT, em diversos aspectos no território nacional, e não menos importante na mobilidade. Por isso se faz necessário a continuação por pesquisas avançadas neste setor, além da sua implementação, se preparando para novos tempos, em busca de novas tecnologias, carros autônomos, e necessidades de dados síncronos, para aplicações de tecnologias cada vez mais eficientes, para melhoria continua deste segmento em diferentes aspectos, como bem-estar para todos os usuários.

E por fim é de suma relevância os dados, para análise e melhoria contínua do transporte público, mas além disso, a automatização deste sistema. Por estes motivos apresentados anteriormente se fazem necessários as implementações de sensores, a fim de automatizar a coleta e análise dos dados já abordados nesta pesquisa, tendo sempre como foco a melhoria do transporte público em âmbito ergonômico, com auxílio da tecnologia.

10 TRABALHOS FUTUROS

Nesta seção é mencionada uma proposta de estudos e possivelmente implementação que será feita posteriormente à conclusão deste trabalho.

Realizar a criação deste *software* no programa de Pós-Doutorado, como uma ideia inovadora de uma Startup, com intuito de originar patentes e até mesmo registros de marcas e *softwares*, para serem comercializados, beneficiando assim inúmeras pessoas e usuários que utilizam o transporte público diariamente, tanto na cidade de Campinas, como em outras localidades do território nacional e até mesmo em âmbito internacional.

REFERÊNCIAS

A., A. H. O. E. Y. T. Tricycles for Nigerian Public Transport Unit: Assessment of Ergonomics Design Considerations. **Jurnal Kejuruteraan**, p. 57-63, 2019.

ABDULJABBAR, R. E. A. Applications of artificial intelligence in transport: An overview. **Sustainability**, 2019. 189.

ABDULJABBAR, R. E. A. Applications of artificial intelligence in transport: An overview. **Sustainability**, 2019. 189.

ACESSA.COM. **O que é Big Data?** [S.l.], p. https://www.acessa.com/tecnologia/arquivo/artigo/2018/06/18-que-big-data/. 2018.

ADLER, J. L. . A. V. J. B. Toward the design of intelligent traveler information systems." **Transportation Research Part C: Emerging Technologies** , 1998. 157-172.

ADNAN ABIDI. **Dois terços da população mundial viverá nas cidades em 2050**. Diário de Noticias. [S.l.], p. https://www.dn.pt/sociedade/nacoes-unidas-calculam-que-68-da-populacao-mundial-em-2050-sera-urbana-9348442.html#:~:text=%22Cerca%20de%20metade%20da%20popula%C3%A7%C3%A3o,diretor%20de%20divis%C3%A3o%20do%20departamento. 2018.

AFAN, H. A. E. A. Past, present and prospect of an Artificial Intelligence (AI) based model for sediment transport prediction. **Journal of Hydrology**, 2016. 902-913.

AGARWAL, P. K. E. A. Application of artificial intelligence for development of intelligent transport system in smart cities. **International Journal of Transportation Engineering and Traffic System**, 2015. 20-30.

AGÊNCIA BRASIL. IBGE: expectativa de vida dos brasileiros aumentou mais de 40 anos em 11 décadas. **Agência Brasil**, 2016. Disponivel em: <https://agenciabrasil.ebc.com.br/geral/noticia/2016-08/ibge-expectativa-de-vida-dos-brasileiros-aumentou-mais-de-75-anos-em-11>. Acesso em: 28 Setembro 2021.

AHMAD HANAFIE, H. A. L. S. E. S. H. STUDY OF VEHICLES UTILITIES AND LOAD-UNLOADING FACILITIES OF CITY PUBLIC TRANSPORT BASED ON ERGONOMICS ASSESSMENT. **International Journal of Advances in Scientific Research and Engineering** , v. 1, 2015.

AL., H. E. [S.l.]. 2001.

AL., L. E. Backpropagation Applied to Handwritten Zip Code Recognition. **Neural Computation**, p. 541–551, 1989.

ALABYAN, A. M. . E. A. Development of intelligent information systems for operational river-flood forecasting. **Herald of the Russian Academy of Sciences**, 2016. 24-33.

ALAM, M. J. F. A. J. F. Intelligent Transportation Systems. **Studies in Systems Decision and Control**, 2016.

AL-KADHIM, H. M. A. H. S. A.-R. Energy efficient and reliable transport of data in cloud-based IoT. **IEEE Access** , 2019. 64641-64650.

ALLIANCE, N. G. M. N. 5G white paper., 2015.

ALZOUBI, H. The role of intelligent information system in e-supply chain management performance. **International Journal of Multidisciplinary Thought** , 2018. 363-370.

AMAZON. **Termômetro Digital Infravermelho Mira Laser -50º A 380ºC**. SP, p. https://www.amazon.com.br/Term%C3%B4metro-Digital-Infravermelho-Laser-380%C2%BAC/dp/B07LGDFLNS. 2019.

AN, S.-H. B.-H. L. A. D.-R. S. A survey of intelligent transportation systems. **2011 Third International Conference on Computational Intelligence, Communication Systems and Networks. IEEE**, 2011.

AN, S.-H. B.-H. L. A. D.-R. S. A survey of intelligent transportation systems. **Third International Conference on Computational Intelligence, Communication Systems and Networks. IEEE,** 2011.

ANDA, C. A. E. A. P. J. F. Transport modelling in the age of big data. **nternational Journal of Urban Sciences**, 21 Setembro 2017. 19-42.

ANDUUS. **CARTA BRASILEIRA CIDADES INTELIGENTES**. GIZ, MINISTÉRIO DA COMUNICAÇÃO, MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA E INOVAÇÃO, MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, MINISTÉRIO DESENVOLVIMENTO REGIONAL. BRASILIA/DF , p. https://www.gov.br/mdr/pt-br/assuntos/desenvolvimento-regional/projeto-andus/carta_brasileira_cidades_inteligentes.pdf. 2020.

ANTON, A. I. **Goal identification and refinement in the specification of software-based information systems**. [S.l.]: Georgia Institute of Technology, 1997.

ARCAS, B. A. Y. Art in the Age of Machine Intelligence. **MDPI Arts**, 2017.

ARDUINO STORE. Arduino Uno Rev3. **Arduino Store**. Disponivel em: <https://store-usa.arduino.cc/products/arduino-uno-rev3>. Acesso em: 2021 Setembro 2021.

AREZES, P. M. F. M. **Percepção do Risco de Exposição Ocupacional ao Ruído**. Departamento de Produção e Sistemas Escola de Engenharia da Universidade do Minho. [S.l.], p. https://core.ac.uk/download/pdf/55602109.pdf. 2002. (9-13).

ARNAL, M. T. . A. B. F. Smart clients: Constraint satisfaction as a paradigm for scaleable intelligent information systems. **Proceedings of the AAAI-99 Workshop on AI for Electronic Commerce, USA**, 1998.

ASSEMBLY, A. P. Brain-like computing and intelligent information systems.. **Springer Nature** , 1998.

ASTARITA, V. G. G. A. V. P. G. Co-operative ITS: Smartphone based measurement systems for road safety assessment. **Procedia computer science** , v. 37, p. 404-409, 2014.

AUGUSTIN, B. P. D. C. E. S. **Sustentabilidade ambiental:** Estudeo Juridico e Social. Caxias do Sul : EDUCS – Editora da Universidade de Caxias do Sul , 2014.

AUGUSTO, C. A. E. A. squisa Qualitativa: rigor metodológico no tratamento da teoria dos custos de transação em artigos apresentados nos congressos da Sober (2007-2011). **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 51, n. 4, p. 745-764, 2013.

BAKER, J. et al. Research Developments and Directions in Speech Recognition and Understanding, Part 1. **IEEE Signal Processing Magazine**, 2009. 75-80.

BANCO NACIONAL DO DESENVOLVIMENTO. BNDES lança cartilha sobre uso da Internet das Coisas na criação de Cidades Inteligentes. **BNDEDS**, 2018. Disponivel em:

<https://www.bndes.gov.br/wps/portal/site/home/imprensa/noticias/conteudo/bndes-lanca-cartilha-sobre-uso-da-internet-das-coisas-na-criacao-de-cidades-inteligentes>. Acesso em: 2019 jan. 10.

BARNES, T. J. Big data, little history. **Sage Journals** , 10 Dezembro 2013. 297-302.

BATISTIč, S. A. P. V. D. L. History, evolution and future of big data and analytics: a bibliometric analysis of its relationship to performance in organizations. **British Journal of Management**, 2019. 229-251.

BATTY, M. Big Data and the City. **Bult Environment**, v. 42, n. 1, p. 321-337, Outubro 2016. ISSN 3.

BEAM, A. L. . A. I. S. K. Big data and machine learning in health care. **Jama**, 2018. 1317-1318.

BEHNKE, S. (. Hierarchical Neural Networks for Image Interpretation. **Lecture Notes in Computer Science.**, 2003.

BENGIO, Y. **Artificial Neural Networks and their Application to Speech/Sequence Recognition**. McGill University Ph.D. thesis.. [S.l.], p. https://www.researchgate.net/publication/41229141. 1991.

BENGIO, Y. "Learning Deep Architectures for AI". **Foundations and Trends in Machine Learnin**, v. 2, n. 1, p. 1–127. , 2009.

BENGIO, Y. Practical recommendations for gradient-based training of deep architectures, 2012.

BENGIO, Y. et al. Greedy layer-wise training of deep networks. **Advances in neural information processing systems.**, p. 153–160, 2007.

BENGIO, Y. et al. Towards Biologically Plausible Deep Learning, 2015.

BENGIO, Y.; COURVILLE, A.; VINCENT, P. Representation Learning: A Review and New Perspectives. **EEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence.** , p. 1798–1828, 2013.

BENGIO, Y.; LECUN, Y.; HINTON, G. Deep Learning. **Nature**, p. 436–444, 2015.

BISHOP, C. M. Pattern Recognition and Machine Learning. **Springer**, 2017.

BLOG ELETROGATE. Módulo Sensor de Som: Descrição e Aplicações. **Blog Eletrogate**, 2020. Disponivel em: <https://blog.eletrogate.com/modulo-sensor-de-som-descricao-e-aplicacoes/>. Acesso em: 22 Setembro 2021.

BNDES. **Capacidade Por Classe de Ônibus**. [S.l.]. 2016.

BNDES. **GUIA TPC**. [S.l.], p. file:///C:/Users/Tezca%20flex/Downloads/Guia%20TPC%20-%20orientacoes%20para%20selecao%20de%20tecnologias%20e%20implementa%C3%A7%C3%A3o%20de%20projetos%20de%20transporte%20p%C3%BAblico%20coletivo.pdf. 2018.

BNDES. **Estudo "Internet das Coisas: um plano de ação para o Brasil"**. [S.l.].

BOGAR, E. A. S. B. dolescent Identity Search Algorithm (AISA): A novel metaheuristic approach for solving optimization problems. **Applied Soft Computing**, v. 95, 2020.

BORGI, T. N. Z. A. M. A. Big data for transport and logistics A review. **2017 International Conference on Advanced Systems and Electric Technologies (IC_ASET). IEEE,** , 2017.

BOUKERCHE, A. Y. T. A. P. S. Artificial intelligence-based vehicular traffic flow prediction methods for supporting intelligent transportation systems. **Computer Networks**, 2020. 107484.

BRADLEY KNOX, W.; STONE, P. TAMER: Training an Agent Manually via Evaluative Reinforcement. **7th IEEE International Conference on Development and Learning**, 2008. 292-297.

BRAMER, M. M. P. A. A. H. E. **Research and development in intelligent systems xxvii:** Incorporating applications and innovations in intelligent systems xviii proceedings of ai-2010. [S.l.]: Springer Science & Business Media, v. 8, 2010.

BRANDAO, M.; JOIA, L. A. influência do contexto na implantação de um projeto de cidade inteligente: o caso Cidade Inteligente Búzios. **Adm. Pública** , v. 52, n. 6, 2018.

BREMAEKER, F. E. J. D. **AS GRANDES AGLOMERAÇÕES URBANAS NO MUNDO**. OBSERVATÓRIO DE INFORMAÇÕES MUNICIPAIS. Rio de Janeiro, p. http://www.oim.tmunicipal.org.br/abre_documento.cfm?arquivo=_repositorio/_oim/_documentos/6108C35A-0360-5637-C18BADC83762B43022022016125829.pdf&i=3020#:~:text=A%20popula%C3%A7%C3%A3o%20urbana%20a%20n%C3%ADvel,Caribe%20com%2013%20por%20cento. 2016.

BRODIE, M. L. Future intelligent information systems: AI and database technologies working together. **Readings in artificial intelligence and databases. Morgan Kaufmann**, p. 623-641, 1989.

BUESING, L. et al. Neural Dynamics as Sampling: A Model for Stochastic Computation in Recurrent Networks of Spiking Neurons. **PLOS Computational Biology**, 2011.

BUGHIN, J. Reaping the benefits of big data in telecom. **Journal of Big Data** , 2016. 1-17.

BÜRKLE, M. E. A. Deep-Learning Approach to First-Principles Transport Simulations. **Physical Review Letters**, 2021. 177701.

BURNS, M. Blippar Demonstrates New Real-Time Augmented Reality App. **Techcrunch**, 2015. Disponivel em: <https://techcrunch.com/2015/12/08/blippar-demonstrates-new-real-time-augmented-reality-app/>. Acesso em: 21 Setembro 2021.

CARDENAS, A. A. . P. K. M. A. S. P. R. Big data analytics for security. **IEEE Security & Privacy**, 2013. 74-76.

CARMO, M. E. A. Network-cloud Slicing definitions for Wi-Fi sharing systems to enhance 5G ultra dense network capabilities." **Wireless Communications and Mobile Computing**, 2019.

CARVALHO, C. J. . E. M. B. A. A. K. Ensuring the safety of health information systems: using heuristics for patient safet, 2009.

CASH, S.; YUSTE, R. Linear summation of excitatory inputs by CA1 pyramidal neurons. **Neuron**, 1999. 383–394.

CAVANILLAS, J. M. E. C. A. W. W. New horizons for a data-driven economy: a roadmap for usage and exploitation of big data in Europe. **Springer Nature**, 2016.

CAVANILLAS, J. M. E. C. A. W. W. New horizons for a data-driven economy: a roadmap for usage and exploitation of big data in Europe. **Springer Nature**, 2016.

CHAUHAN, V. E. A. IoT Enabled real-Time urban transport management system. **Computers & Electrical Engineering** , 2020. 106746.

CHAVHAN, S. E. A. IoT-based context-aware intelligent public transport system in a metropolitan area. **IEEE Internet of Things Journal**, 2019. 6023-6034.

CHEN, C.-Y. P.-Y. C. A. W.-T. C. novel emergency vehicle dispatching system. **EEE 77th Vehicular Technology Conference (VTC Spring).** , 2013.

CHEN, S. F. W. E. Q. Posture Analysis in Ergonomic Study for Bus Station Design. **IEEE**, 2016.

CHERNENKIY, V. E. A. The hybrid intelligent information system approach as the basis for cognitive architecture. **Procedia computer science** , v. 145, p. 143-152, 2018.

CHICCO, D.; SADOWSKI, P.; BALDI, P. Deep Autoencoder Neural Networks for Gene Ontology Annotation Predictions. **Proceedings of the 5th ACM Conference on Bioinformatics, Computational Biology, and Health Informatics - BCB '14. ACM.**, 2014. 533–540..

CHOI, E. et al. Using recurrent neural network models for early detection of heart failure onset. **Journal of the American Medical Informatics Association.**, 2016. 361-370.

CIRESAN, D. C. et al. Flexible, High Performance Convolutional Neural Networks for Image Classification. **International Joint Conference on Artificial Intelligence.**, 2011.

CIRESAN, D. C. et al. Flexible, High Performance Convolutional Neural Networks for Image Classification. **International Joint Conference on Artificial Intelligence**, 2021. https://doi.org/10.5591%2F978-1-57735-516-8%2Fijcai11-210.

CIREşAN, D. et al. Multi-column deep neural network for traffic sign classification". Neural Networks. **IJCNN**, 2011.

CIRESAN, D. et al. Advances in Neural Information Processing Systems , 2012. 2843–2851.

CIRESAN, D. et al. Mitosis Detection in Breast Cancer Histology Images using Deep Neural Networks. **Proceedings MICCAI. Lecture Notes in Computer Science.** , 2013. 11–418.

CIRESAN, D.; MEIER, U.; SCHMIDHUBER, J. "Multi-column deep neural networks for image classification".. **EEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition**, p. 3642–3649. , 2012.

CLARK, J. (. Why 2015 Was a Breakthrough Year in Artificial Intelligence. **Bloomberg.com.**, 2016. Disponivel em: <https://www.bloomberg.com/news/articles/2015-12-08/why-2015-was-a-breakthrough-year-in-artificial-intelligence>. Acesso em: 22 Stembro 2021.

CLAUDIO BRUNORO, L. I. S. I. B. E. J. A. Contributions of ergonomics to the construction of bus drivers health and excellence in public transport and at work, p. 30 - 35, 2012.

CLAUDIO MARCELO BRUNOROA, L. I. S. I. B. J. A. The work of bus drivers and their contribution to excellence in public transportation. **Production**, v. 25, p. 323-335, 2015.

CLEARY, P. A. M. Q. Intellectual capital and business performance: An exploratory study of the impact of cloud-based accounting and finance infrastructure. **Journal of Intellectual Capita**, 2016.

CLICKIDEIA. **Um mapa interativo da urbanização mundial**. [S.l.], p. http://www.clickideia.com.br/portal/conteudos/c/37/24761. 2017.

CO-EVOLVING recurrent neurons learn deep memory POMDPs. Proc. **ACM Press**, New York, p. 1795-1802, USA.

COMISSÃO BRUNDTLAND. **Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento**. [S.l.]. 1987.

CORREIO REAC. **https://correio.rac.com.br/_conteudo/2019/07/campinas_e_rmc/848282-cidade-ganhou-impulso-com-a-cultura-do-cafe.html**. Agência Anhanguera de Notícias. CAMPINAS , p. https://correio.rac.com.br/_conteudo/2019/07/campinas_e_rmc/848282-cidade-ganhou-impulso-com-a-cultura-do-cafe.html. 2019.

COTTRILL, C. D. . A. S. D. Leveraging big data for the development of transport sustainability indicators. **Journal of Urban Technology**, 2015. 45-64.

COURSERA. Data Augmentation. **Coursera**. Disponivel em: <https://www.coursera.org/lecture/convolutional-neural-networks/data-augmentation-AYzbX>. Acesso em: 22 Setembro 2021.

CPQD. Você conhece a dojot? **dojot**. Disponivel em: <https://dojot.com.br/sobre-a-dojot-iot/>. Acesso em: 22 Setembro 2021.

CREVIER, D. **AI:** The Tumultuous Search for Artificial Intelligence. New York, NY: BasicBooks, 1993.

CRUZ, M. J. J. G. A. C. H. C. D. Ergonomic Design of Public Bus in The Philippines with Provision for Senior Citizens and Persons with Disability. **MATEC Web of Conferences**, 2017.

CRUZ, M. J. J. G. E. C. H. C. D. Ergonomic Design of Public Bus in The Philippines with Provision for Senior Citizens and Persons with Disability. **MATEC Web of Conferences 150**, 2017.

CUI, L. F. R. Y. A. Q. Y. When big data meets software-defined networking: SDN for big data and big data for SDN. **IEEE network**, 2016. 58-65.

CYBENKO. "Approximations by superpositions of sigmoidal functions". **Mathematics of Control, Signals, and Systems.** , v. 2, n. 4, p. 303–314., 1989.

CZECH, T. Deep learning: the next frontier for money laundering detection. **Global Banking and Finance Review**, 2018.

D. YU, L. D. G. L. A. F. S. **Discriminative pretraining of deep neural networks**. U.S. Patent Filing., 2011.

DAHL, G.; AL., E. IMPROVING DEEP NEURAL NETWORKS FOR LVCSR USING RECTIFIED LINEAR UNITS. **ICASSP**, 2013. 06-13.

DAHL, G.; AL., E. Improving DNNs for LVCSR using rectified linear units and dropout. **ICASSP**, 2013.

DAILY, J. A. J. P. Predictive maintenance: How big data analysis can improve maintenance. **Supply chain integration challenges in commercial aerospace. Springer, Cham**, 2017. 267-278.

DAVIES, A. Small Cells – Big in 5G. **Nokia**, 2019. Disponivel em: <https://www.nokia.com/blog/small-cells-big-5g/>. Acesso em: 21 Setembro 2021.

DE CARVALHO, A. C. L. F.; FAIRHURST, M. C.; BISSET, D. An integrated Boolean neural network for pattern classification". Pattern Recognition Letters., v. 15, n. 8, p. 807-813, 1994.

DE GENNARO, M. E. P. A. G. M. Big data for supporting low-carbon road transport policies in Europe: Applications, challenges and opportunities. **Big data research**, 2016. 11-25.

DE, S. et al. Predicting the popularity of instagram posts for a lifestyle magazine using deep learning. **2nd International Conference on Communication Systems, Computing and IT Applications (CSCITA).** , 174-177 2017.

DECHTER, R. Learning while searching in constraint-satisfaction problems.. **University of California, Computer Science Department, Cognitive Systems Laboratory**, p. 4-19, 2016.

DENG, D.-J. E. A. IEEE 802.11 ax: highly efficient WLANs for intelligent information infrastructure. **IEEE Communications Magazine**, 2017. 52-59.

DENG, L. et al. Recent advances in deep learning for speech research at Microsoft. **IEEE International Conference on Acoustics, Speech and Signal Processing**, p. 8604–8608. , 2013.

DENG, L.; ABDEL-HAMID, O.; YU, D. A deep convolutional neural network using heterogeneous pooling for trading acoustic invariance with phonetic confusion. **ICASSP**, 2013.

DENG, L.; HASSANEIN, K.; ELMASRY, M. Analysis of correlation structure for a neural predictive model with applications to speech recognition. **Neural Networks**, 1994. 331–339.

DENG, L.; HINTON, G.; KINGSBURY, B. New types of deep neural network learning for speech recognition and related applications: An overview. **Microsoft Research.**, 2017.

DENG, L.; HINTON, G.; KINGSBURY, B. New types of deep neural network learning for speech recognition and related applications: An overview. **ICASSP**, 2017.

DENG, L.; YU, D. "Deep Learning: Methods and Applications"**.. Foundations and Trends in Signal Processing**, v. 7, n. (3–4), p. 1-1999, 2014.

DEOLDIFY: Colorizing and Restoring Old Images and Videos with Deep Learning. **Floydhub**, 2018. Disponivel em: <https://blog.floydhub.com/colorizing-and-restoring-old-images-with-deep-learning/>. Acesso em: 2021 Setembro 21.

DEXTRO, R. B. **Temperatura corporal**. INFOESCOLA. SÃO CARLOS/SP. 2006.

DHANALAXMI, B. . A. G. A. N. A survey on design and analysis of robust IoT architecture. **2017 International Conference on Innovative Mechanisms for Industry Applications (ICIMIA). IEEE**, 2017.

DHURANDHER, S. K. . E. A.". A location prediction-based routing scheme for opportunistic networks in an IoT scenario. **Journal of Parallel and Distributed Computing**, v. 119, p. 369-378, 2018.

DIAZ-AVILES, E. E. A. Towards real-time customer experience prediction for telecommunication operators. **IEEE International Conference on Big Data (Big Data).**, 2015.

DIMITRAKOPOULOS, G. A. P. D. Intelligent transportation systems. **EEE Vehicular Technology Magazine** , v. 5, n. 1, p. 77-84, 2010.

DIMITRAKOPOULOS, G. A. P. D. Intelligent transportation systems. **EEE Vehicular Technology Magazine** , v. 5, n. 1, p. 77-84, 2010.

DIMITRAKOPOULOS, G. A. P. D. Intelligent transportation systems. **IEEE Vehicular Technology Magazine**, 2010. 77-84.

DOBSON, K. Human Factors and Ergonomics in transportation control systems. **6th International Conference on Applied Human Factors and Ergonomics (AHFE 2015) and the Affiliated Conferences, AHFE 2015**, p. 2913 – 2920 , 2015.

DODDINGTON, G. et al. The NIST speaker recognition evaluation ± Overview, methodology, systems, results, perspective. **Speech Communication**, 2000. 225–254.

DONG, C. A. C. S. P. Application of adaptive weights to intelligent information systems: An intelligent transportation system as a case study. **Information Sciences**, 2011. 5042-5052.

DORSEMAINE, B. E. A. "Internet of things: a definition & taxonomy. **9th International Conference on Next Generation Mobile Applications, Services and Technologies. IEEE,** , 2015.

DRUMMOND, P. **Parcerias entre universidades e empresas impulsionam a inovação no Brasil**. Campinas: [s.n.], 2020.

EIJNATTEN, J. V. T. P. A. J. V. Big data for global history: The transformative promise of digital humanities. **BMGN-Low Countries Historical Review**, 2013. 55-77.

EL FAOUZI, N.-E. H. L. A. A. K. Data fusion in intelligent transportation systems: Progress and challenges–A survey. **Information Fusion**, v. 12, n. 1, p. 4-10, 2011.

ELKAHKY, A. M.; SONG, Y.; HE, X. A Multi-View Deep Learning Approach for Cross Domain User Modeling in Recommendation Systems. **Microsoft Research. Archived**, 2015.

ELMAN, J. L. **Rethinking Innateness:** A Connectionist Perspective on Development. [S.l.]: MIT Press, 1988.

EMBRAPA. **VISÃO 2030 O Futuro da Agricultura Brasileira**. EMBRAPA Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. BRASILIA/DF , p. https://www.embrapa.br/documents/10180/9543845/Vis%C3%A3o+2030+-+o+futuro+da+agricultura+brasileira/2a9a0f27-0ead-991a-8cbf-af8e89d62829?version=1.1. 2018. (ISBN 978-85- 7035-799- 1).

EMILIA RAHNEMAY KOHLMAN RABBANI, B. B. J. E. M. G. L. A. F. M. P. E. M. Q. O. EVALUATION OF THE OCCUPATIONAL HEALTH AND ENVIRONMENT OF CITY BUS DRIVERS, CONSIDERING ERGONOMIC FACTORS, 2009.

ENAP. **Inovação e tecnologias da comunicação e informação na administração pública**. BRASILIA/DF. 2019.

EYUPOGLU, C. E. A. An efficient big data anonymization algorithm based on chaos and perturbation techniques. **Entropy**, 2018. 373.

FANG, S.-H. E. A. Learning transportation modes from smartphone sensors based on deep neural network. **IEEE Sensors Journal** , 2017. 6111-6118.

FANG, S.-H. E. A. Learning transportation modes from smartphone sensors based on deep neural network. **IEEE Sensors Journal** , 2017. 6111-6118.

FARIMANI, A. B. J. G. A. V. S. P. Deep learning the physics of transport phenomena. **arXiv preprint arXiv:**, 2017. 1709.02432.

FENG, S. A. C. L. L. Assisted GPS and its impact on navigation in intelligent transportation systems. **Proceedings. The IEEE 5th International Conference on Intelligent Transportation Systems. IEEE,** 2002.

FENG, X. Y. et al. The Deep Learning–Based Recommender System “Pubmender” for Choosing a Biomedical Publication Venue: Development and Validation Study. **JRM - Journal of Medical Internet Research** , 2019. https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6555124/.

FESTAG, A. Cooperative intelligent transport systems standards in Europe. **IEEE communications magazine**, v. 56, n. 12, p. 166-172, 2014.

FGV PROJETOS. **O que é uma cidade inteligente?** FACULDADE GETÚLIO VARGAS. [S.l.], p. https://fgvprojetos.fgv.br/noticias/o-que-e-uma-cidade-inteligente. 2020.

FGV PROJETOS. **O que é uma cidade inteligente?** [S.l.].

FIGUEIREDO, L. E. A. Towards the development of intelligent transportation systems. **ITSC 2001. 2001 IEEE Intelligent Transportation Systems. Proceedings**, 2001.

FIGUEIREDO, L. E. A. Towards the development of intelligent transportation systems. **IEEE Intelligent Transportation Systems. Proceedings - IEEE**, 2001.

FINK, A. A. S. V. Solving the continuous flow-shop scheduling problem by metaheuristics. **European Journal of Operational Research**, v. 151, n. 2, p. 400-414, 2003.

FITZGERALD, B. A. T. K. Developing an information systems infrastructure with open source software. **Ieee Software**, v. 21, n. 1, p. 50-55, 2004.

FOREST INTERACTIVE. Positive 5G Outlook Post COVID-19: What Does It Mean for Avid Gamers? **Forest Interactive**, 2020. Disponivel em: <https://www.forest-interactive.com/newsroom/positive-5g-outlook-post-covid-19-what-does-it-mean-for-avid-gamers/>. Acesso em: 29 Setembro 2021.

FORSLID, G. et al. Deep Convolutional Neural Networks for Detecting Cellular Changes Due to Malignancy. **EEE International Conference on Computer Vision Workshops (ICCVW)**, 2017. 82-89.

FORUM DAS CIDADES. **Iniciativa Cidade Próspera / City Prosperity Initative**. [S.l.], p. https://www.forumdascidades.pt/content/iniciativa-cidade-prospera-city-prosperity-initative. 2016.

FRIESEN, M. R. . A. R. D. M. Bluetooth in intelligent transportation systems: a survey. **nternational Journal of Intelligent Transportation Systems Research** , v. 13, n. 3, p. 143-153, 2015.

FUKUHARA, T. E. A. Broadcast methods for inter-vehicle communications system. **IEEE Wireless Communications and Networking Conference**, v. 4, 2005.

FUKUSHIMA, K. Neocognitron: A self-organizing neural network model for a mechanism of pattern recognition unaffected by shift in position. **Biol. Cybern**, v. 36, n. 4, p. 193-202, 1980.

G. E. HINTON. Learning multiple layers of representation Archived. **rends in Cognitive Sciences**, p. 428–434, 2007.

G1 CAMPINAS. G1 CAMPINAS. **G1 CAMPINAS**, 2019. Disponivel em: <https://g1.globo.com/sp/campinas-regiao/noticia/2019/09/17/campinas-e-eleita-cidade-mais-inteligente-e-conectada-do-pais-no-ranking-connected-smart-cities-2019.ghtml>. Acesso em: 2 out. 2019.

GAINES, B. R. . D. H. N. A. A. Z. L. Mediator: an intelligent information system supporting the virtual manufacturing enterprise. **IEEE International Conference on Systems, Man and Cybernetics. Intelligent Systems** , v. 1, 1995.

GARCIA, M. A. M. E. J. M. ERGONOMICS OF URBAN PUBLIC PASSANGERS TRANSPORTATION, 2015.

GARCIA, M. A. M. E. J. M. ERGONOMICS OF URBAN PUBLIC PASSANGERS TRANSPORTATION.

GARLING, C. Startup Harnesses Supercomputers to Seek Cures. **KQED**, 2015. Disponivel em: <https://www.kqed.org/futureofyou/3461/startup-harnesses-supercomputers-to-seek-cures>. Acesso em: 2021 Setembro 2021.

GERS, F. A.; SCHMIDHUBER, J. LSTM Recurrent Networks Learn Simple Context Free and Context Sensitive Languages. **IEEE Transactions on Neural Networks**, 2001. 1333-1340.

GIBNEY, E. "Google AI algorithm masters ancient game of Go. **Nature**, 2016. 445–446.

GILLICK, D. et al. Multilingual Language Processing from Bytes, 2015.

GIRS, S. E. A. A systematic literature study on definition and modeling of service-level agreements for cloud services in IoT. **IEEE Access** , p. 134498-134513., 2020.

GOES, P. B. Editor's comments: big data and IS research. **JSTOR** , Setembro 2014.

GOLDBERG, Y.; LEVY, O. word2vec Explained: Deriving Mikolov et al.'s Negative-Sampling Word-Embedding Method, 2014.

GOOGLE SUPPORT. **Como o Waze funciona?** GOOGLE. [S.l.], p. https://support.google.com/waze/answer/6078702?hl=pt-BR.

GRAVES, A. et al. Biologically Plausible Speech Recognition with LSTM Neural Nets. **1st Intl. Workshop on Biologically Inspired Approaches to Advanced Information Technology, Bio-ADIT.** , Lausanne, Switzerland, p. 175–184, 2003.

GRAVES, A.; FERNÁNDEZ, S.; GOMEZ, F. Connectionist temporal classification: Labelling unsegmented sequence data with recurrent neural networks. **Proceedings of the International Conference on Machine Learning, ICML** , p. 369–376. , 2006.

GREGORY, B. A Molecule Designed By AI Exhibits 'Druglike' Qualities. **Wired**, 2020. https://www.wired.com/story/molecule-designed-ai-exhibits-druglike-qualities/.

GRIEWANK, A. "Who Invented the Reverse Mode of Differentiation?", p. 389–400, 2012.

GRINGMUTH, C. E. A. IMPACTS OF INTELLIGENT INFORMATION SYSTEMS ON TRANSPORT AND THE ECONOMY-THE MICRO-BASED MODELLING SYSTEM OVID. **ITS 16th European Regional Conference**, 2005.

GÜÇLÜ, U.; VAN GERVEN, M. A. J. Deep Neural Networks Reveal a Gradient in the Complexity of Neural Representations across the Ventral Stream. **ournal of Neuroscience.** , 2015. 10005–10014.

GUERRERO-IBANEZ, J. A. S. Z. A. J. C.-C. Integration challenges of intelligent transportation systems with connected vehicle, cloud computing, and internet of things technologies. **IEEE Wireless Communications**, v. 22, n. 6, p. 122-128, 2015.

GUERRERO-IBÁÑEZ, J. S. Z. A. J. C.-C. Sensor technologies for intelligent transportation systems. **Sensors** , v. 18, n. 4, p. 1212, 2018.

GUTMANN, M. P. . E. K. M. A. E. R. Big data” in economic history. **The journal of economic history**, 78.1, 03 Abril 2018. 268-299.

HACKERNOON. How AI Is Getting Groundbreaking Changes In Talent Management And HR Tech. **Hackernoon**, 2019. Disponivel em: <https://hackernoon.com/how-ai-is-getting-groundbreaking-changes-in-talent-management-and-hr-tech-d24ty3zzd>. Acesso em: 21 Stembro 2021.

HAFEDH CHOURABI, T. N. S. W. J. R. G.-G. S. M. . K. N. T. A. P. A. H. J. S. Understanding Smart Cities: An Integrative Framework. **45th Hawaii International Conference on System Sciences**, 2012.

HALDORAI, A. A. R. A. C.-O. C. Big data innovation for sustainable cognitive computing. **Mobile networks and applications**, 2019. 221-223.

HANDEL, P. E. A. Insurance telematics: Opportunities and challenges with the smartphone solution. **EEE Intelligent Transportation Systems Magazine** , v. 6, n. 4, p. 57-70, 2014.

HECK, L. et al. Robustness to Telephone Handset Distortion in Speaker Recognition by Discriminative Feature Design. **Speech Communication**, 2000. 181-182.

HENDRICK, R. An information infrastructure for innovative management of government. **Public Administration Review** , p. 543-550., 1994.

HERMOSILLA, P. E. A. Deep-learning the Latent Space of Light Transpor. **Computer Graphics Forum**, 2019. 207-217.

HICKS, B. J. . E. A. Understanding information systems infrastructure in engineering SMEs: A case study. **Journal of Engineering and Technology Management** , p. 52-73, 2010.

HINTON, G. E. Learning multiple layers of representation. **Trends in Cognitive Sciences**, v. 11, n. 10, p. 428–434. , 2007.

HINTON, G. E. Deep belief networks. **Scholarpedia**, v. 4, n. 5, p. 5947, 2009.

HINTON, G. E. et al. The wake-sleep algorithm for unsupervised neural networks". Science., v. 258, n. 5214, p. 1158–1161., 1995.

HINTON, G. E. et al. mproving neural networks by preventing co-adaptation of feature detectors, 2012.

HINTON, G. E.; OSINDERO, S.; TEH, Y. W. A Fast Learning Algorithm for Deep Belief Nets. **Neural Computation.**, p. 1527–1554. , 2015.

HINTON, G. et al. "Deep Neural Networks for Acoustic Modeling in Speech Recognition: The Shared Views of Four Research Groups. **EEE Signal Processing Magazine.**, v. 29, n. 6, p. 82-97, 2012.

HOCHREITER, S.; AL., E. **"Gradient flow in recurrent nets:** the difficulty of learning long-term dependencies". [S.l.]: [s.n.], 2001.

HOCHREITER, S.; SCHMIDHUBER, J. Long Short-Term Memory. **Neural Computation.**, v. 9, n. 8, p. 1735–1780. , 1997.

HOF, R. D. Is Artificial Intelligence Finally Coming into Its Own. **MIT Technology Review. Archived from the origina**, 2018.

HOFFMAN, C. How-To Geek website. How-To Geek LL. **What is 5G, and how fast will it be?**, 2020. Disponivel em: <https://www.howtogeek.com/340002/what-is-5g-and-how-fast-will-it-be/>. Acesso em: 21 Setembro 2021.

HOLMLUND, M. E. A. Customer experience management in the age of big data analytics: A strategic framework. **Journal of Business Research** , 2020. 356-365.

HORARIO DE ONIBUS. **HORARIO DO ONIBUS 333 TERMINAL BARÃO GERALDO – Campinas**. Campinas/SP. 2021.

HORNIK, K. Approximation Capabilities of Multilayer Feedforward Networks. **Neural Networks**, v. 4, n. 2, p. 251-257, 1991.

HU, J. et al. Voronoi-Based Multi-Robot Autonomous Exploration in Unknown Environments via Deep Reinforcement Learning".. **IEEE Transactions on Vehicular Technology.**, p. 14413–14423., 2020.

HUMBERTO MIRANDA, A. M. M. L. R. P. R. P. E. T. V. **A Economia de Campinas e sua Região Metropolitana 2000-2016**. Campinas. 2018.

IGOR AIZENBERG, N. N. A. J. P. L. V. Multi-Valued and Universal Binary Neurons: Theory, Learning and Applications.. **Springer Science & Business Media.**

ILIASHENKO, O. V. I. A. E. L. Big Data in Transport Modelling and Planning. **ransportation Research Procedia** , 2021. 900-908.

IM, I. D. S. A. J. J. Components for smart autonomous ship architecture based on intelligent information technology. **Procedia computer science**, 2018. 91-98.

INFOESCOLA. **Temperatura Corporal**. [S.l.]. 2019.

INSTRUTEMP. **O que é decibelímetro?** [S.l.], p. http://instrutemp.blogspot.com/2013/05/o-que-e-decibelimetro.html#:~:text=Atualmente%20na%20Instrutemp%2C%20existem%20decibel%C3%ADmetros,mec%C3%A2nica%20em%20um%20sinal%20el%C3%A9trico.&text=Ele%20capta%20a%20medi%C3%A7%C3%A3o%20da,instante%20em%20que%20. 2013.

IPEA. **Questão Social e Políticas Sociais no Brasil Contemporâneo**. [S.l.]. 2019.

IPEA INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICO APLICADA. **O ESTATUTO DA CIDADE E A HABITAT III: um balanço de quinze anos da política urbana no Brasil e a Nova Agenda Urbana**. Ministério do Planejamento,Desenvolvimento e Gestão. BRASILIA/DF , p. http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/7121/1/O%20Estatuto%20da%20Cidade%20e%20a%20Habitat%20III.pdf. 2016.

IPIRANGA, A. S. R.; GODOY. **RAM. Revista de Administração Mackenzie**. São Paulo. 2011.

IVAKHNENKO, A. "Polynomial theory of complex systems. **EEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics. SMC-**, p. 364-378, 19-71.

IVAKHNENKO, A. G.; LAPA, V. G. Cybernetics and Forecasting Techniques. **American Elsevier Publishing Co**, 1967.

JAGADISH, H. V. . E. A. Big data and its technical challenges. **Communications of the ACM**, 2014. 86-94.

JAMES MANYIKA, S. L. M. C. J. B. J. W. P. B. R. K. E. S. S. **O futuro do mercado de trabalho: impacto em empregos, habilidades e salários**. [S.l.]. 2017.

JANEVSKI, T. 5G mobile phone concept. **6th IEEE consumer communications and networking conference.**, 2009.

JARA, A. J. . E. A. A Pharmaceutical Intelligent Information System to detect allergies and Adverse Drugs Reactions based on internet of things. **8th IEEE International Conference on Pervasive Computing and Communications Workshops (PERCOM Workshops).**, 2018.

JIFA, G. A. Z. L. Data, DIKW, Big data and Data science. **Procedia computer science** , 2014. 814-821.

JOHNSON, J. S. . S. B. F. A. H. S. L. Big data facilitation, utilization, and monetization: Exploring the 3Vs in a new product development process. **Journal of Product Innovation Management** , 2017. 640-658.

JOSEPH, A. D. . E. A. Intelligent transportation systems. **EEE Pervasive Computing**, v. 5, n. 4, p. 63-67, 2006.

JOVIć, M. E. A. Big data management in maritime transport. **Pomorski zbornik** , 2019. 123-141.

JUAN JOSÉ CAMARGO VEGA, J. F. C. O. L. J.-A. Conociendo Big Data. **Revista Ingenieria**, Tunja , juno 2015. 2-3.

KANG, L. E. A. A public transport bus as a flexible mobile smart environment sensing platform for IoT. **12th International Conference on Intelligent Environments (IE). IEEE**, 2016. 1-8.

KATSALIS, K. E. A. Network slices toward 5G communications: Slicing the LTE network. **IEEE Communications Magazine** , 2017. 146-154.

KEROUAC, J. **Jack Kerouac: Um dia hei de renascer numa grande.** [S.l.], p. https://www.pensador.com/frase/NTM0Njkw/. 2005.

KHAN, A. A. V. R. A peer-to-peer associative memory network for intelligent information systems. **ACIS 2002 Proceedings** , 2002.

KHONDAKER, B. A. L. K. Variable speed limit: A microscopic analysis in a connected vehicle environment. **Transportation Research Part C: Emerging Technologies** , v. 58, p. 146-159, 2015.

KIM, T.-H. C. R. A. S. M. Smart city and IoT. **Future Generation Computer Systems** , v. 76, p. 159-162., 2017.

KING, N. M. R. A. J. H. hree paradoxes of big data. **Stan. L. Rev. Online**, 2013. 66.

KIROS, R.; SALAKHUTDINOV, R.; ZEMEL, R. S. Unifying Visual-Semantic Embeddings with Multimodal Neural Language Models, 2014.

KLEANTHOUS, C.; CHATZIS, S. Gated Mixture Variational Autoencoders for Value Added Tax audit case selection. **nowledge-Based Systems**, 2020.

KNIGHT, W. DARPA is funding projects that will try to open up AI's black boxes. **MIT Technology Review. Archived**, 2017.

KOBIELUS, J. GPUs Continue to Dominate the AI Accelerator Market for Now. **InformationWeek**, 2019. Disponivel em: <https://www.informationweek.com/ai-or-machine-learning/gpus-continue-to-dominate-the-ai-accelerator-market-for-now>. Acesso em: 22 Setembro 2021.

KOSELEVA, N. A. G. R. Big data in building energy efficiency: understanding of big data and main challenges. **Procedia Engineering**, 2017. 544-549.

KOUZIOKAS, G. N. The application of artificial intelligence in public administration for forecasting high crime risk transportation areas in urban environment. **Transportation research procedia**, 2017. 467-473.

KRAUSE, N. R. R. R. D. R. E. A. Physical workload, ergonomic problems, and incidence of low back injury: A 7.5-year prospective study of San Francisco transit operators. **American Journal of Industrial Medicine**, 2004.

KRIZHEVSKY, A.; SUTSKEVER, I.; HINTON, G. "ImageNet Classification with Deep Convolutional Neural Networks". **NIPS 2012: Neural Information Processing Systems, Lake Tahoe, Nevada.** , p. 05-24, 2012.

KUHLMAN, D. **A Python Book:** Beginning Python, Advanced Python, and Python Exercises. 1. ed. [S.l.]: [s.n.], v. 1, 2012.

KULMALA, R. Ex-ante assessment of the safety effects of intelligent transport systems. **Accident Analysis & Prevention**, v. 42, n. 4, p. 1359-1369, 2010.

KUMAR, H. N. . A. G. D. Accident detection and intelligent navigation system for emergency vehicles in urban areas using IoT. **Int. J. Eng. Tech.** , v. 3, n. 6, p. 330-334, 2017.

L. GU, D. Z. P. L. A. S. G. Cost Minimization for Big Data Processing in Geo-Distributed Data Centers. **EEE Transactions on Emerging Topics in Computing**, Setembro 2013. 314-323.

L'HEUREUX, A. E. A. Machine learning with big data: Challenges and approaches. **IEEE**, 2017. 7776-7797.

LABORATORY, A. R. Army researchers develop new algorithms to train robots. **EurekAlert**, 2018. Disponivel em: <https://www.eurekalert.org/news-releases/754849>. Acesso em: 2021 Setembro 21.

LABRINIDIS, A. A. H. V. J. Challenges and opportunities with big data. **Proceedings of the VLDB Endowment** , 2012. 2032-2033.

LAKHAN, A. E. A. Multi-layer latency aware workload assignment of e-transport iot applications in mobile sensors cloudlet cloud networks. **Electronics**, 2021. 1719.

LAZZARETTI, K. E. A.. Cidades inteligentes: insights e contribuições das pesquisas brasileiras. **Revista Brasileira de Gestão Urbana**, v. 11, n. e20190118, 2019.

LECUN, Y.; BENGIO, Y.; HINTON, G. Deep learning. **Nature**, v. 521, n. 7553, p. 436–444, 2015.

LI, A. A. B. F. A. Y. J. Z. Deep learning of material transport in complex neurite networks. **Scientific reports**, 2021. 1-13.

LI, D. Keynote talk: 'Achievements and Challenges of Deep Learning - From Speech Analysis and Recognition To Language and Multimodal Processing, 2014. https://en.wikipedia.org/wiki/Deep_learning#:~:text=).%20%22Keynote%20talk%3A%20%27Achievements%20and%20Challenges%20of%20Deep%20Learning%20-%20From%20Speech%20Analysis%20and%20Recognition%20To%20Language%20and%20Multimodal%20Processing%27.

LI, J. E. A. Big data in product lifecycle management. **The International Journal of Advanced Manufacturing Technology**, 2015. 667-684.

LI, X.; WU, X. Constructing Long Short-Term Memory based Deep Recurrent Neural Networks for Large Vocabulary Speech Recognition, 2014.

LIBONI, L. [S.l.].

LINDAU, P. L. A. **OPERAÇÃO DO TRANSPORTE COLETIVO**. UFRGS. [S.l.].

LINNAINMAA, S. The representation of the cumulative rounding error of an algorithm as a Taylor expansion of the local rounding errors. Master's Thesis (in Finnish). **Univ. Helsinki**, p. 6-7, 1970.

LITJENS, G. et al. A survey on deep learning in medical image analysis. **Medical Image Analysis.** , 2017. 60-88.

LIU, H. E. A. Bi-objective intelligent task scheduling for green clouds with deep learning-based prediction. **IEEE International Conference on Networking, Sensing and Control (ICNSC).** , 2020.

LOHR, S.". How big data became so big. **New York Times**, 2012. Disponivel em: <http://euler.mat.ufrgs.br/~viali/estatistica/estatistica/relacionados/13_Big_Data_So_Big.pdf>. Acesso em: 20 Setembro 2021.

LOMBARDO, P.; BOEHM, I.; NAIRZ, K. RadioComics – Santa Claus and the future of radiology. **National Library of Medicine**, 2019.

LU, Z. . P. H. . W. F. . H. Z. . &. W. L. The Expressive Power of Neural Networks: A View from the Width Archived. **Wayback Machine. Neural Information Processing Systems**, 2017.

MACCRIMMON, K. R. Descriptive aspects of team theory: Observation, communication and decision heuristics in information systems. **Management Science** , v. 20, n. 10, p. 1323-1334., 2010.

MAŁECKI, K. S. I. A. K. K. Influence of intelligent transportation systems on reduction of the environmental negative impact of urban freight transport based on Szczecin example. **Procedia-Social and Behavioral Sciences** , 2014. 215-229.

MANNING, P. **Big data in history**. [S.l.]: Springer, 2013.

MAO, X. E. A. Amplitude-modulated laser radar for range and speed measurement in car applications. **IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems**, v. 13, n. 1, p. 409-413, 2011.

MARBLESTONE, A. H.; WAYNE, G.; KORDING, K. P. Toward an Integration of Deep Learning and Neuroscience. **Frontiers in Computational Neuroscience.**, p. 10-94.

MARCUS, G. Deep Learning" a Revolution in Artificial Intelligence. **he New Yorker. Archived**, 2017.

MARCUS, G. "In defense of skepticism about deep learning. **ary Marcus. Archived**, 2018.

MARIANA SOARES DOMINGUES. **Plano de aula - Fusos horários**. [S.l.].

MARTINS, G. D. A.; DOMINGUES, O. **Estatística Geral e Aplicada**. [S.l.]: Attlas.

MARTINS, V. **Barcelona – o projeto Cidade Inteligente**. VIA. [S.l.], p. https://via.ufsc.br/barcelona-o-projeto-cidade-inteligente/?lang=en. 2018.

MARX, V. The big challenges of big data. **Nature**, 2013. 255-260.

MASTER WALKER ELETRONIC SHOP BLOG. Como usar com Arduino – Módulo Sensor de Umidade e Temperatura DHT11. **Master Walker Eletronic Shop Blog**. Disponivel em: <https://blogmasterwalkershop.com.br/arduino/como-usar-com-arduino-modulo-sensor-de-umidade-e-temperatura-dht11>. Acesso em: 22 Setembro 2021.

MATVIENKO, E. V. . F. T. A. A. A. I. I. Intelligent information technologies for integrated management systems of enterprises with a complex scheme of gas-extraction and processing. **Journal of Multimedia Information System** , 2015. 249-254.

MCCANEY, K. Talk to the Algorithms: AI Becomes a Faster Learner. **Governmentciomedia**, 2018. Disponivel em: <https://governmentciomedia.com/talk-algorithms-ai-becomes-faster-learner>. Acesso em: 2021 Setembro 21.

MCCORDUCK, P. **, Machines Who Think**. 2. ed. [S.l.]: Natick, MA: A. K. Peters, Ltd, 2004.

MEDIUM. **3 cidades inteligentes no mundo**. [S.l.], p. https://medium.com/@smuinvestimentos/3-cidades-inteligentes-no-mundo-378b82974bea. 2019.

MEGISO, T. D. PASSENGERS ERGONOMICS EVALUATION OF LOCALLY MODIFIED INTERCITY BUSES ADDIS ABABA, ETHIOPIA. **International Journal of Mechanical Engineering and Technology (IJMET)**, v. 8, p. 70-80, 2017.

MEHMOOD, R. A. G. G. Big data logistics: a health-care transport capacity sharing model. **Procedia computer science**, 2015. 1107-1114.

MEHMOOD, R. E. A. Exploring the influence of big data on city transport operations: a Markovian approach. **International Journal of Operations & Production Management**, 2017.

MELATTI, J. **ERGONOMIA**. FACULDADE DE SERRA GAÚCHA, FSG. [S.l.], p. https://www.infoescola.com/saude/ergonomia/#:~:text=O%20profissional%20que%20analisar%C3%A1%20o,os%20motivos%20para%20que%20as. 2006.

METZ, C. Facebook's 'Deep Learning' Guru Reveals the Future of AI. **Wired. Archived**, 2014.

METZ, C.. "A.I. Researchers Leave Elon Musk Lab to Begin Robotics Start-Up". **The New York Times**, 2019. Disponivel em: <https://www.nytimes.com/2017/11/06/technology/artificial-intelligence-start-up.html>. Acesso em: 21 Setembro 2021.

MFENJOU, M. L. E. A. Methodology and trends for an intelligent transport system in developing countries. **Sustainable Computing: Informatics and Systems**, p. 96-111, 2018.

MIKOLOV, T.; AL., E. Recurrent neural network based language model. **ISCA**, 2010. 1045–1048.

MILNE, D. A. D. W. Big data and understanding change in the context of planning transport systems. **ournal of Transport Geography**, 2019. 235-244.

MIMBELA, L.-E. Y. . A. L. A. K. Summary of vehicle detection and surveillance technologies used in intelligent transportation systems, 2007.

MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO REGIONAL. **Projeto ANDUS**. Brasila/DF.

MIT TECHNOLOGY REVIEW.. **MIT Technology Review.**, 2016. Disponivel em: <http://www.technologyreview.com/news/546066/googles-ai-masters-the-game-of-go-a-decade-earlier-than-expected/>. Acesso em: 21 Setembro 2021.

MITTAL, M. E. A. Energy conservation for IoT devices. **Concepts, Paradigms and Solutions, Studies in Systems, Decision and Control, In Preparation. Springer Nature Singapore Pte Ltd**, Singapore, 2019. 1-356.

MIYABUKURO, E. **SISTEMA DE MONITORAMENTO DE TRANSPORTE COLETIVO EM TEMPO REAL VIA GPS PARA SMARTPHONE**. UNIVERSIDADE REGIONAL DE BLUMENAU. BLUMENAU , p. http://www.inf.furb.br/~pericas/orientacoes/OnibusTempoReal2015.pdf. 2015.

MOHAN, D. Intelligent transportation systems (ITS) and the transportation system. **Information Technology and Communications Resources for Sustainable Development. In: Jhunjhunwala, A.(ed.) Encyclopedia of life support systems (EOLSS), developed under the auspices of the UNESCO**, 2015. 1-15.

MOHSEN, S. A. H. E. A. Work-related and ergonomic risk factors associated with low back pain among bus drivers, 2018.

MONSERRAT, J. F. . E. A. METIS research advances towards the 5G mobile and wireless system definition. **URASIP Journal on Wireless Communications and Networking** , p. 1-16, 2015.

MOREL, D.; SINGH, C.; LEVY, W. B. Linearization of excitatory synaptic integration at no extra cost".. **Journal of Computational Neuroscience.**, 2010. 173–188.

MORGAN, N. et al. Hybrid neural network/hidden markov model systems for continuous speech recognition. **International Journal of Pattern Recognition and Artificial Intelligence**, 1983. 899–916..

MUÑOZ, R. E. A. Integration of IoT, transport SDN, and edge/cloud computing for dynamic distribution of IoT analytics and efficient use of network resources. **Journal of Lightwave Technology** , 2018. 1420-1428.

MURPHY, K. P. Machine Learning: A Probabilistic Perspective. **MIT Press.**, 2012.

NATIONAL CENTER FOR ADVANCING TRANSLATIONAL SCIENCES. Final Subchallenge Leaderboard. **National Center for Advancing TransLational Sciences**. Disponivel em: <https://tripod.nih.gov/tox21/challenge/leaderboard.jsp>. Acesso em: 22 Setembro 2021.

NECTA. CONNECTED SMART CITIES. **CONNECTED SMART CITIES**, 2019. Disponivel em: <https://connectedsmartcities.com.br/release/segundo-o-ranking-connected-smart-cities-2019-sao-caetano-do-sul-e-a-5a-cidade-mais-inteligente-do-pais/?lang=en>. Acesso em: 20 setembro 2019.

NEWQUIST, H. **The Brain Makers:** Genius, Ego, And Greed In The Quest For Machines That Think. New York. New York: Macmillan/SAMS, 1994.

NICOLAU, T. E. R. **Física Básica**. [S.l.]: Atual Editora.

NICOLAZZO, S. E. A. A privacy-preserving approach to prevent feature disclosure in an IoT scenario. **Future Generation Computer Systems** , v. 105, p. 502-519, 2020.

NIKITAS, A. E. A. Artificial intelligence, transport and the smart city: Definitions and dimensions of a new mobility era. **Sustainability**, 2020. 2789.

O'BRIEN, J. A. . A. G. M. M. Management information systems. , v. 6, 2006.

OBSERVATIONS, T. U. D. I. P. T. S. A. A. O. L.-F. B. P. B. W. V. Hwan Hwangbo, Jiyeon Kim, Sunwoong Kim, and Yong Gu Ji. **Human Factors and Ergonomics in Manufacturing & Service Industries**.

OH, G. E. A. Unpaired deep learning for accelerated MRI using optimal transport driven cycleGAN. **IEEE Transactions on Computational Imaging 6**, 2020. 1285-1296.

OHM, P. The underwhelming benefits of big data. **U. Pa. L. Rev. PENNumbra** , 2012. 339.

OLSHAUSEN, B. A. Emergence of simple-cell receptive field properties by learning a sparse code for natural images. **Nature** , 1996.

OLSHAUSEN, B.; FIELD, D. Sparse coding of sensory inputs".. **Current Opinion in Neurobiolog**, 2004. 481–487..

O'MALLEY, M. Doing what works: Governing in the age of big data. **Public Administration Review** , 2014. 555-556.

ONU NEWS. **ONU-Habitat lança Índice de Prosperidade da Cidade**. [S.l.]. 2012.

ONU NEWS. **São Paulo terá perto de 24 milhões de habitantes em 2030**. [S.l.], p. https://news.un.org/pt/story/2018/10/1645482. 2018.

ONU NEWS. ONU NEWS. **ONU prevê que cidades abriguem 70% da população mundial até 2050**, 2019. Disponivel em: <https://news.un.org/pt/story/2019/02/1660701>. Acesso em: 28 Setembro 2021.

ORACLE. **O que é Big Data?** [S.l.], p. https://www.oracle.com/br/big-data/what-is-big-data/. 2021.

PAIVA, M. F. D. A medição e avaliação de níveis de pressão sonora provenientes dos sistemas de transportes. **analytica-black**, p. https://revistaanalytica.com.br/a-medicao-e-avaliacao-de-niveis-de-pressao-sonora-provenientes-dos-sistemas-de-transportes/#:~:text=Sabe%2Dse%20que%20as%20pessoas,vasos%20sangu%C3%ADneos%2C%20entre%20outras%20rea%C3%A7%C3%B5es., 2020.

PAPAGEORGIOU, M. E. K. A. I. P. Effects of variable speed limits on motorway traffic flow. **ransportation Research Record** , v. 2047, n. 1, p. 37-48, 2008.

PARDO, T. N. &. T. A. Conceptualizing Smart City with Dimensions of Technology, People, and Institutions. **The Proceedings of the 12th Annual International Conference on Digital Government Research**, 2011.

PARTICIPAÇÃO DEMOCRACIA POLÍTICAS PÚBLICAS. **PSPP**, 2015. Disponivel em: <http://www.pdpp2015.sinteseeventos.com.br/conteudo/view?ID_CONTEUDO=219>. Acesso em: 3 SETEMBRO 2018.

PATEL, D. E. A. A systematic review on scheduling public transport using IoT as tool. **Smart innovations in communication and computational sciences**, 2019. 39-48.

PATEL, K. K. . A. S. M. P. Internet of things-IOT: definition, characteristics, architecture, enabling technologies, application & future challenges. **International journal of engineering science and computing**, v. 6, n. 5, 2016.

PECCI (Planejamento Estratégico Campinas Cidade Inteligente 2019-2029). Campinas/SP. 2019.

PENA, R. F. A. **MEGACIDADES**. BRASIL ESCOLA. [S.l.], p. https://brasilescola.uol.com.br/geografia/megacidades.htm. 2020.

PENNACHIN, C.; GOERTZEL, B. Contemporary Approaches to Artificial General Intelligence. **Artificial General Intelligence**, p. 1-30.

PEOPLES, C. E. A. Managing Cybersecurity Events Using Service-Level Agreements (SLAs) by Profiling the People Who Attack. **Advances in Cybersecurity Management. Springer**, Cham, p. 221-243, 2021.

PESERICO, G. E. A. Functional Safety Networks and Protocols in the Industrial Internet of Things Era. **Sensors**, v. 6073, p. 21-18, 2018.

PIPARO, T. L. G. H. A. L. R. Service-Level Agreement Negotiation in Cloud Computing Buying Organizations. **International Journal of Innovation in the Digital Economy (IJIDE)** , v. 12, n. 3, p. 1-16, 2021.

PORTAL DE ANGOLA. **ONU calcula que 68% da população mundial será urbana em 2050**. PORTAL DE ANGOLA NOTICIAS DE ANGOLA E DO MUNDO. Angola , p.

https://www.portaldeangola.com/2018/05/17/onu-calcula-que-68-da-populacao-mundial-sera-urbana-em-2050/. 2018.

PREFEITURA DE CAMPINAS. **PREFEITURA DE CAMPINAS**. Disponivel em: <http://www.campinas.sp.gov.br/sobre-campinas/janelas-da-cidade.php>. Acesso em: 10 SETEMBRO 2019.

PREFEITURA DE CAMPINAS. **APLICATIVO FACILITA A VIDA DE USUÁRIOS DE ÔNIBUS**. TRANSURC. CAMPINAS/SP, p. https://www.transurc.com.br/aplicativo-facilita-a-vida-de-usuarios-de-onibus/#:~:text=%C3%89%20o%20AVL%20que%20envia,atrasados%20ganham%20a%20cor%20vermelha. 2015.

PREFEITURA DE CAMPINAS. **MODERNIZAÇÃO MARCA 28 ANOS DA TRANSURC**. TRANSURC. CAMPINAS/SP, p. https://www.transurc.com.br/modernizacao-marca-28-anos-da-transurc/. 2015.

PREFEITURA DE CAMPINAS. **Campinas**. CAMPINAS/SP, p. http://www.campinas.sp.gov.br/sobre-campinas/campinas.php#:~:text=Localizado%20nas%20margens%20de%20uma,da%20%22Estrada%20dos%20Goiases%22. 2019*.

PREFEITURA DE CAMPINAS. PREFEITURA DE CAMPINAS. **http:** //www.campinas.sp.gov.br/sobre-campinas/acessos.php. Disponivel em: <http://www.campinas.sp.gov.br/sobre-campinas/acessos.php>. Acesso em: SETEMBRO jul. 2018.

PRO ACÚSTICA. **organização Mundial da Saúde considera a poluição sonora, um problema de saúde pública**. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA PARA A QUALIDADE ACÚSTICA. [S.l.], p. http://www.proacustica.org.br/publicacoes/artigos-sobre-acustica-e-temas-relacionados/oms-considera-poluicao-sonora-problema-de-saude-publica.html. 2014.

PRÓ-ACUSTICA. **Organização Mundial da Saúde considera a poluição sonora, um problema de saúde pública**. [S.l.]. 2014.

PROCHNIK, V. **A cooperação universidade/empresa:** tendências internacionais recentes no setor de informática. SÃO PAULO : Revista de Administração de Empresas, 1988.

PROF. DR. ARNOLDO JOSÉ DE HOYOS GUEVARA, B. M. I. M. E. R. M. **SUSTENTABILIDADE ODS 18 GESTÃO AMBIENTAL NAS EMPRESAS**. PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE SÃO PAULO. São Paulo. 2019.

PROLABORE. Ergonomia e tecnologia: como otimizar o ambiente de trabalho. **Prolabore**. Disponivel em: <https://pro-labore.com/ergonomia-e-tecnologia-como-otimizar-o-ambiente-de-trabalho/>. Acesso em: 28 Setembro 2021.

PYTHON. https://www.python.org/about/. **Python**. Disponivel em: <https://www.python.org/about/>. Acesso em: 2021 Stembro 24.

PYTHON INSIDER. Python 2.7.18, the last release of Python 2. **Python Insider**, 2020. Disponivel em: <https://pythoninsider.blogspot.com/2020/04/python-2718-last-release-of-python-2.html>. Acesso em: 25 Stembro 2021.

QIU, J. E. A. A survey of machine learning for big data processing. **EURASIP Journal on Advances in Signal Processing**, 2016. 1-16.

QURESHI, K. N. A. A. H. A. A survey on intelligent transportation systems. **Middle-East Journal of Scientific Research** , 2013. 629-642.

QURESHI, K. N. A. A. H. A. A survey on intelligent transportation systems. **Middle-East Journal of Scientific Research**, v. 15, n. 5, p. 629-642, 2013.

R. GOLMOHAMMADI, F. G. H. M. Z. D. STUDY OF SCHOOL NOISE IN THE CAPITAL CITY OF. **Iran. J. Environ. Health. Sci. Eng.**, 2010. 365-370.

RACHEL CORRÊA DE' QUADROS, F. N. V. S. N. G. B. J. E. M. METHODS(FOR(HUMAN(FACTORS(IN(THE(DESIGN(OF(BUS(ARMCHAIRS. **Human Factors in Design**.

RAGUSEO, E. Big data technologies: An empirical investigation on their adoption, benefits and risks for companies." **International Journal of Information Management**, 2018. 187-195.

RATNER. [S.l.]. 1999.

RAY, T. AI is changing the entire nature of computation", 2019.

REFRITON. **Termômetro Infravermelho Digital Mira Laser -32º+380ºC - EOS -AS390**. SP, p. https://www.refritron.com.br/termometro-digital-mira-laser-32o-380oc-eos-as390#:~:text=Em%20resumo%2C%20o%20term%C3%B4metro%20infravermelho,um%20medidor%20que%20emite%20uma. 2019.

RESEARCH, AI. Deep Neural Networks for Acoustic Modeling in Speech Recognition. **Research, AI**. Disponivel em: <http://airesearch.com/ai-research-papers/deep-neural-networks-for-acoustic-modeling-in-speech-recognition/>. Acesso em: 22 Setembro 2021.

RICHARD SOCHER, A. P. J. Y. W. J. C. Recursive Deep Models for Semantic Compositionality, 2013.

RICHTER, A. E. A. Towards an integrated urban development considering novel intelligent transportation systems: Urban Development Considering Novel Transport. **Technological Forecasting and Social Change**, 2020. 119970.

ROBERTOES KOEKOEH KOENTJORO WIBOWO, S. S. A. S. E. D. D. V. Analysis and Design of Bus Chair for Economic Class Using Ergonomic Function Deployment (EFD) Method. **International Journal of Advances in Scientific Research and Engineering (ijasre)**, v. 4, p. 161 - 167, 2018.

ROBINSON, T. Several Improvements to a Recurrent Error Propagation Network Phone Recognition System. **Cambridge University Engineering Department Technical Report. CUED/F-INFENG/TR82**, 1991.

ROBINSON, T. A real-time recurrent error propagation network word recognition system. **ICASSP**, 1992. 617–620.

ROLNICK, D.; TEGMARK, M. The power of deeper networks for expressing natural functions. **International Conference on Learning Representations. ICLR** , 2018.

RUSSELL, S. J.; NORVIG, P. **, Artificial Intelligence:** A Modern Approach. 2. ed. [S.l.]: Upper Saddle River, New Jersey: Prentice Hall, , 2003.

S. HOCHREITER. Untersuchungen zu dynamischen neuronalen Netzen Archived. **nstitut f. Informatik, Technische Univ. Munich. Advisor: J. Schmidhuber**, 2015.

SAK, H. et al. Google voice search: faster and more accurate, 2015.

SAK, H.; SENIOR, A.; BEAUFAYS, F. Long Short-Term Memory recurrent neural network architectures for large scale acoustic modeling, 2014.

SAMELLI, G. **A ocorrência da deficiência auditiva infantil no Brasil**. [S.l.]. 2012.

SANDUL YASOBANT, M. C. E. E. M. R. Are Bus Drivers at an Increased Risk for Developing Musculoskeletal Disorders? An Ergonomic Risk Assessment Study. **Journal of Ergonomics**, 2015.

SANTIAGO FERNANDEZ, A. G. A. J. S. An application of recurrent neural networks to discriminative keyword spotting Archived. **Wayback Machine. Proceedings of ICANN** , p. 220–229., 2007.

SARKAR, V. Automatic partitioning of a program dependence graph into parallel tasks. **BM Journal of Research and Development** , v. 5, n. 6, p. 779-784, 1991.

SATHYANARAYANA, A. Sleep Quality Prediction From Wearable Data Using Deep Learning. **JMIR mHealth and uHealth**, 2016.

SCHANK, R. C. **Where's the AI**. 4. ed. [S.l.]: AI magazine, v. 12, 1991.

SCHMIDHUBER, J. Deep Learning. **Scholarpedia**, v. 10, n. 11, 2015.

SCHMIDHUBER, J. Deep Learning in Neural Networks: An Overview".. **Neural Networks.** , v. 85-117, 2015.

SECRETÁRIA DA SAÚDE. **MANUAL DE SAÚDE E SEGURANÇA DO TRABALHO**. GOVERNO DO DISTRITO FEDERAL. DF , p. http://www.saude.df.gov.br/wp-conteudo/uploads/2018/04/Manual-de-Sa%C3%BAde-e-Seguran%C3%A7a-do-Trabalho.pdf. 2012.

SECRETARIA DE CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO.. **Entenda o que é uma Smart City**. Governo Distreto Federal. DF , p. http://www.secti.df.gov.br/entenda-o-que-e-uma-smart-city/. 2019.

SENAC. **Equipamentos de medição: tipos, características, funcionamento (softwares), dados e resultados apresentados**. [S.l.], p. https://www.senacrs.com.br/cursos_rede/riscos_ambientais_no_ambiente_de_trabalho/html/equipamentos_medicao/index.html.

SHIGEKI, S.. Human Behavior and Another Kind in Consciousness: Emerging Research and Opportunities: Emerging Research and Opportunities. **IGII GLOBAL**, Abril 2019.

SHRAGER, J.; JOHNSON, M. Dynamic plasticity influences the emergence of function in a simple cortical array. **Neural Networks**, 1996. 1119–1129.

SHRAGER, J.; JOHNSON, M. Dynamic plasticity influences the emergence of function in a simple cortical array. **Neural Networks.**, 1996. 1119–1129.

SILVER, D. et al. Mastering the game of Go with deep neural networks and tree search. **Nature**, 2016. 484–489..

SILVER, D. et al. Mastering the game of Go with deep neural networks and tree search. **Nature**, 2016. 484-489.

SINANC, S. S. A. D. Big data: A review. **International Conference on Collaboration Technologies and Systems (CTS)**, 2013. 42-47.

SINGH, P.; SAHA, G.; SAHIDULLAH, M. Non-linear frequency warping using constant-Q transformation for speech emotion recognition. **International Conference on Computer Communication and Informatics (ICCCI).**, p. 1-4, 2021.

SMITH, G. W.; LEYMARIE, F. F. The Machine as Artist: An Introduction. **MDPI - Arts**, 2017.

SÓ GEOGRAFIA. **URBANIZAÇÃO**. [S.l.], p. https://www.sogeografia.com.br/Conteudos/GeografiaHumana/Urbanizacao/urbanizacao.php. 2007.

SOCHER, R.; MANNING, C. Deep Learning for NLP, 2014.

SOCHER, R.; MANNING, C. Deep Learning for NLP , 2014.

SONODA, S.; MURATA, N. eural network with unbounded activation functions is universal approximator. **Applied and Computational Harmonic Analysis**, v. 43, n. 2, p. 233-268, 2017.

SPADAFORA, A. Stephen Hawking believes AI could be mankind's last accomplishment. **BetaNews**, 2016. Disponivel em: <https://betanews.com/2016/10/21/artificial-intelligence-stephen-hawking/>. Acesso em: 22 Stembro 2021.

SPIESS, J. E. A. Using big data to improve customer experience and business performance. **Bell labs technical journal** , 2014. 3-17.

SRIVASTAV, S. Artificial Intelligence, Machine Learning, and Deep Learning. What's the Real Difference? **Start it up**, 2020. Disponivel em: <https://medium.com/swlh/artificial-intelligence-machine-learning-and-deep-learning-whats-the-real-difference-94fe7e528097>. Acesso em: 22 Setembro 2021.

ŠTENCL, M. A. V. L. Application of selected artificial intelligence methods in terms of transport and intelligent transport systems. **Periodica Polytechnica Transportation Engineering**, 20, 2012. 11-16.

SUTSKEVER, L.; VINYALS, O.; LE, Q. Sequence to Sequence Learning with Neural Networks, 2014.

SZE, V. et al. Efficient Processing of Deep Neural Networks. **A Tutorial and Survey**, 2017.

SZEGEDY, C.; TOSHEV, A.; ERHAN, D. Deep neural networks for object detection. **Advances in Neural Information Processing Systems**, 2013. 2553–2561.

TAPPERT, C. C. "Who Is the Father of Deep Learning? **International Conference on Computational Science and Computational Intelligence (CSCI). IEEE**, p. 343-348, 2019.

TAURION., C. **Big data**. [S.l.]: [s.n.], 2013.

TECHCRUNCH. "Google's AlphaGo AI wins three-match series against the world's best Go player". **TechCrunch**, 2017. Disponivel em: <https://techcrunch.com/2017/05/24/alphago-beats-planets-best-human-go-player-ke-jie/amp/>. Acesso em: 2021 Setembro 21.

TESTOLIN, A.; STOIANOV, I.; ZORZI, M. "Letter perception emerges from unsupervised deep learning and recycling of natural image features. **Nature Human Behaviour.**, 2017. 657–664..

TESTOLIN, A.; ZORZI, M. Probabilistic Models and Generative Neural Networks: Towards an Unified Framework for Modeling Normal and Impaired Neurocognitive Functions. **Frontiers in Computation Neuroscience**, 2016.

THE HISTORY OF PYTHON. A Brief Timeline of Python. **The History of Python**, 2009. Disponivel em: <https://python-history.blogspot.com/2009/01/brief-timeline-of-python.html>. Acesso em: 2021 Setmebro 25.

THE NEW YORK TIMES. Big Data's Impact in the World. **The New York Times**, 2012. Disponivel em: <https://www.nytimes.com/2012/02/12/sunday-review/big-datas-impact-in-the-world.html>. Acesso em: 28 Setembro 2021.

THEGLOBEANDMAIL. Toronto startup has a faster way to discover effective medicines. **theglobeandmail**. Disponivel em: <https://www.theglobeandmail.com/report-on-business/small-business/startups/toronto-startup-has-a-faster-way-to-discover-effective-medicines/article25660419/>. Acesso em: 22 Setembro 2021.

TING QIN, E. A. Continuous CMAC-QRLS and its systolic array. **Neural Processing Letters**, 2005. 1-16.

TING QIN, E. A. Continuous CMAC-QRLS and its systolic array Archived. **Neural Processing Letters**, 2005. 1-16.

TOKORO, S. . E. A. Electronically scanned millimeter-wave radar for pre-crash safety and adaptive cruise control system. **EEE IV2003 Intelligent Vehicles Symposium. Proceedings (**, 2003.

TOLSTOY, N. M. A. Big Data, Fast Data and Data Lake Concepts. **Procedia Computer Science** , 20 Setembro 2021. 300-305.

TRIERWEILER, M. Evaluation the use of big data analytics to facilitate compliance and fraud prevention: an empirical study about usefulness and usage of big data analytics to prevent occupational fraud in German speaking. **Michaela Trierweiler. Diss. Universität Linz,** 2019.

TUBAISHAT, M. E. A. Wireless sensor networks in intelligent transportation systems. **Wireless communications and mobile computing**, v. 9, n. 3, p. 287-302, 2009.

UNIBH. [S.l.]. 2020.

UNRIC. **Relatório da ONU mostra população mundial cada vez mais urbanizada, mais de metade vive em zonas urbanizadas ao que se podem juntar 2,5 mil milhões em 2050**. ONU. Nova Iorque , p. https://archive.unric.org/pt/actualidade/31537-relatorio-da-onu-mostra-populacao-mundial-cada-vez-mais-urbanizada-mais-de-metade-vive-em-zonas-urbanizadas-ao-que-se-podem-juntar-25-mil-milhoes-em-2050. 2014.

VAISHALI, K. R. . E. A. Guided container selection for data streaming through neural learning in cloud. **nternational Journal of System Assurance Engineering and Management**, p. 1-7, 2021.

VAN DEN OORD, A.; DIELEMAN, S.; SCHRAUWEN, B. Deep content-based music recommendation. **Advances in Neural Information Processing System**, 2013. https://proceedings.neurips.cc/paper/2013/file/b3ba8f1bee1238a2f37603d90b58898d-Paper.pdf.

VAN DER HEIJDEN, R. W. E. A. Survey on misbehavior detection in cooperative intelligent transportation systems. **IEEE Communications Surveys & Tutorials** , v. 21, n. 1, p. 779-811, 2018.

VAN KRANENBURG, R. A. A. B. IoT challenges. **Communications in Mobile Computing** , v. 1, n. 1, p. 1-5, 2012.

VEERARAGHAVANM, H. . A. N. P. Combining multiple tracking modalities for vehicle tracking at traffic intersections. **IEEE International Conference on Robotics and Automation,** , v. 3, 2004.

VEMTURE BEAT. The definitive guide to 5G low, mid, and high band speeds. **Vemture Beat**, 2019. Disponivel em: <https://venturebeat.com/2019/12/10/the-definitive-guide-to-5g-low-mid-and-high-band-speeds/>. Acesso em: 21 Setembro 2021.

VIEBKE, A. et al. CHAOS: a parallelization scheme for training convolutional neural networks on Intel Xeon Phi. **The Journal of Supercomputing**, 2019. 197–227..

VIEBKE, A. et al. CHAOS: a parallelization scheme for training convolutional neural networks on Intel Xeon Phi. **The Journal of Supercomputing**, 2019. 197–227..

VIOLETTE, E. J. et al. Millimeter-wave propagation at street level in an urban environment. **IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing. IEEE.**, 1988. 368–380..

WAIBEL, A. et al. Phoneme recognition using time-delay neural networks. **IEEE Transactions on Acoustics, Speech, and Signal Processing.**, 1989. 328-339.

WANG, F.-Y. Parallel control and management for intelligent transportation systems: Concepts, architectures, and applications. **IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems** , v. 11, n. 3, p. 630-638, 2010.

WANG, F.-Y. Artificial intelligence and intelligent transportation: Driving into the 3rd axial age with ITS. **IEEE Intelligent Transportation Systems Magazine** , 2017. 6-9.

WANG, K. E. A. Transport of intensity equation from a single intensity image via deep learning. **Optics and Lasers in Engineering** , 2020. 106233.

WANG, L.; ROGGEN, D. Sound-based transportation mode recognition with smartphones. **IEEE International Conference on Acoustics, Speech and Signal Processing (ICASSP)**, Brighton, UK, 12-19 May 2019. 930-934.

WANG, M. E. A. Comparison of LTE and DSRC-based connectivity for intelligent transportation systems. **2017 IEEE 85th vehicular technology conference (VTC Spring). IEEE,** 2017. 1-5.

WANG, Y. L. K. A. T. A. B. Big data analytics: Understanding its capabilities and potential benefits for healthcare organizations. **Technological Forecasting and Social Change** , 2018. 3-13.

WEBBER, L. **Em 30 anos, a população urbana mundial deve ultrapassar as 6 bilhões de pessoas**. URBE.LAB. [S.l.], p. https://urbe.me/lab/em-30-anos-a-populacao-urbana-mundial-deve-ultrapassar-as-6-mil-milhoes-de-pessoas/. 2017-2020.

WEILAND, R. J. . A. L. B. P. Intelligent transportation systems. **Transportation in the new millennium**, 2000.

WEN, J. W. Z. A. W. S. A cognitive learning model in distance education of higher education institutions based on chaos optimization in big data environment. **The Journal of Supercomputing**, 2019. 719-731.

WERBOS, P. Beyond Regression: New Tools for Prediction and Analysis in the Behavioral Sciences. **Harvard University**, 1974.

WERBOS, P. Applications of advances in nonlinear sensitivity analysis. **System modeling and optimization. Springer**, p. 762–770., 1982.

WIKIPÉDIA. **Organização Mundial da Saúde**. [S.l.], p. https://pt.wikipedia.org/wiki/Organiza%C3%A7%C3%A3o_Mundial_da_Sa%C3%BAde. 2019.

WIKIPÉDIA. AI winter. **Wikipédia**. Disponivel em: <https://en.wikipedia.org/wiki/AI_winter>. Acesso em: 22 Setembro 2021.

WIKIPÉDIA. AI winter. **Wikipédia**. Disponivel em: <https://en.wikipedia.org/wiki/AI_winter>. Acesso em: 22 Setembro 2021.

WIKIPÉDIA. Artificial intelligence. **Wikipédia**. Disponivel em: <https://en.wikipedia.org/wiki/Artificial_intelligence#CITEREFGoogle2016>. Acesso em: 22 Setembro 2021.

WIKIPÉDIA. Fifth generation computer. **Wikipédia**. Disponivel em: <https://en.wikipedia.org/wiki/Fifth_generation_computer>. Acesso em: 2021 Setembro 22.

WIKIPÉDIA. https://en.wikipedia.org/wiki/Universal_approximation_theorem. **Wikipédia**. Disponivel em: <https://en.wikipedia.org/wiki/Universal_approximation_theorem>. Acesso em: 2021 Setembro 21.

WOODCOCK, A. THE CONTRIBUTION OF ERGONOMICS TO THE DESIGN OF MORE INCLUSIVE TRANSPORT SERVICES. **International 'Towards a humane city' conference, Urban Transport 2030**, p. 87-92, 2015.

WU, C. R. B. A. K. R. Big data analytics= machine learning+ cloud computing. **arXiv**, 2016.

WU, Y. E. A. Google's Neural Machine Translation System: Bridging the Gap between Human and Machine Translatio, 2016.

WWF. **Da teoria à prática**. WWF (World Fitness Federation). [S.l.], p. https://www.wwf.org.br/participe/porque_participar/sustentabilidade/#:~:text=O%20reconhecimento%20de%20que%20os,naturais%20com%20qualidade%20e%20n%C3%A3o.

WWF. **O que é desenvolvimento sustentável?** WFF (World Fitness Federation). [S.l.], p. https://www.wwf.org.br/natureza_brasileira/questoes_ambientais/desenvolvimento_sustentavel/.

WWF. Sustentabilidade. Disponivel em: <https://www.wwf.org.br/participe/porque_participar/sustentabilidade/>. Acesso em: 2 Fevereiro 2021.

XIE, L. E. A. Robust vehicles extraction in a video-based intelligent transportation systems. **roceedings. 2005 International Conference on Communications, Circuits and Systems**, v. 2, 2005.

YAMINS, D. L. K.; DICARLO, J. J. Using goal-driven deep learning models to understand sensory cortex. **Nature Neuroscience.** , 2016. 356–365.

YAN, J. E. A. Industrial big data in an industry 4.0 environment: Challenges, schemes, and applications for predictive maintenance. **IEEE**, 2017. 23484-23491.

YAN, X. H. Z. A. C. W. Research and development of intelligent transportation systems. **2012 11th International Symposium on Distributed Computing and Applications to Business, Engineering & Science. IEEE**, 2012.

YA-WEN HSU, Y.-W. C. A. J.-W. P. Estimation of the Number of Passengers in a Bus. **MDPI - Sensors**, April 2020.

YEUNG, T. S. A. E. T. C. A. S. S. A deep learning based nonlinear upscaling method for transport equations. **arXiv preprint arXiv: 2007**, 2020.

YU, B. E. A. Flight delay prediction for commercial air transport: A deep learning approach. **Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review**, 2019. 203-221.

YU, D.; DENG, L. Roles of Pre-Training and Fine-Tuning in Context-Dependent DBN-HMMs for Real-World Speech Recognition. **Workshop on Deep Learning and Unsupervised Feature Learning.** , 2010.

https://www.microsoft.com/en-us/research/publication/roles-of-pre-training-and-fine-tuning-in-context-dependent-dbn-hmms-for-real-world-speech-recognition/.

YU, D.; DENG, L. Automatic Speech Recognition: A Deep Learning Approach. **sPRINGER**, 2014. https://books.google.com/books?id=rUBTBQAAQBAJ.

YU, X. E. A. Deep learning emulators for groundwater contaminant transport modelling. **Journal of Hydrology**, 2020. 125351.

ZAPLETAL, D. A. A. H. Vehicle re-identification for automatic video traffic surveillance." **Proceedings of the IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition Workshops.** , 2016.

ZEN, H.; SAK, H. Unidirectional Long Short-Term Memory Recurrent Neural Network with Recurrent Output Layer for Low-Latency Speech Synthesis. **ICASSP**, p. 4470–4474, 2015.

ZHAN GUO, A. D. J. Z. Smart Devices and Travel Time Use by Bus Passengers. **International Journal of Sustainable Transportation**, 2013.

ZHAN, Y. E. A. Unlocking the power of big data in new product development. **Annals of Operations Research**, 2018. 577-595.

ZHANG, L. A. H. W. Intelligent information processing in human resource management: an implementation case in Chin. **Expert Systems**, 2006. 356-369.

ZHANG, M. T. Y. A. G. F. Z. Smart transport system based on “The Internet of Things. **Applied mechanics and materials**, 2011.

ZHANG, Z.-K. E. A. IoT security: ongoing challenges and research opportunities. **IEEE 7th international conference on service-oriented computing and applications.** , 2014.

ZHAVORONKOV, A. eep learning enables rapid identification of potent DDR1 kinase inhibitors. **Nature Biotechnology**, 2019. 1038–1040..

ZHONG, S.-H.; LIU, Y.; LIU, Y. Bilinear Deep Learning for Image Classification. **roceedings of the 19th ACM International Conference on Multimedia. MM**, New York, 2011.

ZHOU, L. E. A. Machine learning on big data: Opportunities and challenges. **Neurocomputin**, 2017. 350-361.

ZIBIN ZHENG, J. Z. M. R. L. Service-Generated Big Data and Big Data-as-a-Service: An Overview. **EEE International Congress on Big Data**, 2013. 403-410.

ZIMPHER, N. L. B. Building a smarter university: Big data, innovation, and analytics. **Suny Press**, 2014.

ZOLTÁN TÜSKE, P. G. H. N. Acoustic Modeling with Deep Neural Networks Using Raw Time Signal for LVCSR. **ResearchGate**, 2014. Disponivel em: <https://www.researchgate.net/publication/266030526_Acoustic_Modeling_with_Deep_Neural_Networks_Using_Raw_Time_Signal_for_LVCSR>. Acesso em: 21 sETEMBRO 2021.

ZORZI, M.; TESTOLIN, A. (. F. 2. An emergentist perspective on the origin of number sense. **Phil. Trans. R. Soc. B**, 2018.

Anexo 01: Algoritmo de Programação Sensor de Umidade e Temperatura – DHT11

```
/*================================================================
=====================================

                    Baú da Eletrônica Componentes Eletrônicos

                         www.baudaeletronica.com.br

          Monitorando temperatura e umidade do ambiente com Arduino Uno e
DHT11

================================================================
=====================================*/

#include <DHT.h>                    //Inclui a bilbioteca DHT

#include <LiquidCrystal.h>          //Inclui a biblioteca LiquidCrystal

#define DHTPIN 12                   //Define o pino do DHT no Arduino

#define DHTTYPE DHT11               //Define modelo do DHT

LiquidCrystal lcd(1, 3, 4, 5, 6, 7);    //Define os pinos do LCD (RS, E, D4, D5, D6, D7)

DHT dht (DHTPIN, DHTTYPE);

byte grau[8] ={ B00001100,          //Montagem do simbolo "grau"
          B00010010,          //Montagem do simbolo "grau"
          B00010010,          //Montagem do simbolo "grau"
          B00001100,          //Montagem do simbolo "grau"
          B00000000,          //Montagem do simbolo "grau"
          B00000000,          //Montagem do simbolo "grau"
          B00000000,          //Montagem do simbolo "grau"
          B00000000,};        //Montagem do simbolo "grau"


void setup() {
```

```
 lcd.begin(16,2);                    //Inicializa o LCD e especifica sua dimensao

 lcd.clear();                        //Limpa o LCD

 lcd.createChar(0, grau);            //Cria o caractere de grau

 dht.begin();

void loop() {

  float t = dht.readTemperature();      //Leitura do valor de temperatura

  float h = dht.readHumidity();         //Leitura do valor de umidade

  lcd.setCursor(0,0);                  //Posiciona o cursor no canto superior esquerdo do
display

  lcd.print("Temp: ");                 //

  lcd.print(" ");                     //Adiciona um caractere de espaço

  lcd.setCursor(7,0);                  //Posiciona a informação de temperatura aferida pelo
sensor

  lcd.print(t,1);                     //Inclui a informação de temperatura aferida pelo sensor

  lcd.setCursor(12,0);                 //Posiciona o símbolo de grau formado pelo array

  lcd.write((byte)0);                 //Mostra o símbolo de grau formado pelo array

  lcd.print("C");                     //Mostra o símbolo da unidade Celsius

lcd.setCursor(0,1);                    //Posiciona o cursor no canto inferior esquerdo do
display

lcd.print("Umid : ");                  //

lcd.print(" ");                     //Adiciona um caractere de espaço

lcd.setCursor(7,1);                    //Posiciona a informação de umidade aferida pelo
sensor

lcd.print(h,1);                     //Inclui a informação de umidade aferida pelo sensor

lcd.setCursor(12,1);                   //Posiciona o símbolo de porcentagem

lcd.print("%");                     //Mostra o símbolo de porcentagem de umidade
```

```
delay(1000);                    //Intervalo de leitura do sensor
```

Anexo 02: Algoritmo de Programação Sensor de Ruido

```
#define led 2 // pino em que o led será conectado
#define sensor 3 // pino em que o sensor será conectado
int som = 0; // variável criada para identificar a presença do som
int aceso = 0;// variável criada para identificar se a luz do led está acesa
void setup() {
 pinMode(led, OUTPUT);
 pinMode(sensor, INPUT);}
void loop() {
 som = digitalRead(sensor); // é feita a leitura do sensor de som
 if(som == HIGH){ // é detectada a presença de som
  delay(300);
  switch(aceso){ // switch necessário para definir se o led vai acender ou apagar
    case 0: // caso o led esteja apagado...
      digitalWrite(led, HIGH); // ...ele se acenderá
      aceso = 1; // atribuição para definir que o led está aceso
      break;
    case 1: // caso o led esteja aceso...
      digitalWrite(led, LOW); // ...ele se apagará
      aceso = 0; // atribuição para definir que o led esta apagado
      break;
```