



ENGENHARIA ELÉTRICA E DE COMPUTAÇÃO:

Docência, pesquisa e inovação tecnológica



Lilian Coelho de Freitas
(Organizadora)



Atena
Editora
Ano 2023



ENGENHARIA ELÉTRICA E DE COMPUTAÇÃO:

Docência, pesquisa e inovação tecnológica



Lilian Coelho de Freitas
(Organizadora)



Atena
Editora
Ano 2023

Editora chefe

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Editora executiva

Natalia Oliveira

Assistente editorial

Flávia Roberta Barão

Bibliotecária

Janaina Ramos

Projeto gráfico

Bruno Oliveira

Camila Alves de Cremo

Luiza Alves Batista

Imagens da capa

iStock

Edição de arte

Luiza Alves Batista

2023 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do texto © 2023 Os autores

Copyright da edição © 2023 Atena Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.

Open access publication by Atena Editora



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição *Creative Commons*. Atribuição-Não-Comercial-NãoDerivativos 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0).

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

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação cega pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação com base em critérios de neutralidade e imparcialidade acadêmica.

A Atena Editora é comprometida em garantir a integridade editorial em todas as etapas do processo de publicação, evitando plágio, dados ou resultados fraudulentos e impedindo que interesses financeiros comprometam os padrões éticos da publicação. Situações suspeitas de má conduta científica serão investigadas sob o mais alto padrão de rigor acadêmico e ético.

Conselho Editorial**Ciências Exatas e da Terra e Engenharias**

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto

Profª Drª Alana Maria Cerqueira de Oliveira – Instituto Federal do Acre

Profª Drª Ana Grasielle Dionísio Corrêa – Universidade Presbiteriana Mackenzie

Profª Drª Ana Paula Florêncio Aires – Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro

Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás

Profª Drª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná

Prof. Dr. Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás

Prof. Dr. Douglas Gonçalves da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof^o Dr^a Érica de Melo Azevedo – Instituto Federal do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Prof^o Dr^a Glécilla Colombelli de Souza Nunes – Universidade Estadual de Maringá
Prof^o Dr^a Iara Margolis Ribeiro – Universidade Federal de Pernambuco
Prof^o Dra. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho
Prof. Dr. Juliano Bitencourt Campos – Universidade do Extremo Sul Catarinense
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande
Prof^o Dr^a Luciana do Nascimento Mendes – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá
Prof. Dr. Marco Aurélio Kistemann Junior – Universidade Federal de Juiz de Fora
Prof^o Dr^a Maria José de Holanda Leite – Universidade Federal de Alagoas
Prof. Dr. Miguel Adriano Inácio – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
Prof. Dr. Milson dos Santos Barbosa – Universidade Tiradentes
Prof^o Dr^a Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof^o Dr^a Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba
Prof. Dr. Nilzo Ivo Ladwig – Universidade do Extremo Sul Catarinense
Prof^o Dr^a Priscila Tessmer Scaglioni – Universidade Federal de Pelotas
Prof^o Dr Ramiro Picoli Nippes – Universidade Estadual de Maringá
Prof^o Dr^a Regina Célia da Silva Barros Allil – Universidade Federal do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Sidney Gonçalo de Lima – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

Engenharia elétrica e de computação: docência, pesquisa e inovação tecnológica

Diagramação: Camila Alves de Cremo
Correção: Flávia Roberta Barão
Indexação: Amanda Kelly da Costa Veiga
Revisão: Os autores
Organizadora: Lilian Coelho de Freitas

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

E57 Engenharia elétrica e de computação: docência, pesquisa e inovação tecnológica / Organizadora Lilian Coelho de Freitas. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2023.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-258-0946-5

DOI: <https://doi.org/10.22533/at.ed.465231601>

1. Energia elétrica. 2. Computação. I. Freitas, Lilian Coelho de (Organizadora). II. Título.

CDD 623.3

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

Atena Editora

Ponta Grossa – Paraná – Brasil

Telefone: +55 (42) 3323-5493

www.atenaeditora.com.br

contato@atenaeditora.com.br

DECLARAÇÃO DOS AUTORES

Os autores desta obra: 1. Atestam não possuir qualquer interesse comercial que constitua um conflito de interesses em relação ao artigo científico publicado; 2. Declaram que participaram ativamente da construção dos respectivos manuscritos, preferencialmente na: a) Concepção do estudo, e/ou aquisição de dados, e/ou análise e interpretação de dados; b) Elaboração do artigo ou revisão com vistas a tornar o material intelectualmente relevante; c) Aprovação final do manuscrito para submissão.; 3. Certificam que os artigos científicos publicados estão completamente isentos de dados e/ou resultados fraudulentos; 4. Confirmam a citação e a referência correta de todos os dados e de interpretações de dados de outras pesquisas; 5. Reconhecem terem informado todas as fontes de financiamento recebidas para a consecução da pesquisa; 6. Autorizam a edição da obra, que incluem os registros de ficha catalográfica, ISBN, DOI e demais indexadores, projeto visual e criação de capa, diagramação de miolo, assim como lançamento e divulgação da mesma conforme critérios da Atena Editora.

DECLARAÇÃO DA EDITORA

A Atena Editora declara, para os devidos fins de direito, que: 1. A presente publicação constitui apenas transferência temporária dos direitos autorais, direito sobre a publicação, inclusive não constitui responsabilidade solidária na criação dos manuscritos publicados, nos termos previstos na Lei sobre direitos autorais (Lei 9610/98), no art. 184 do Código Penal e no art. 927 do Código Civil; 2. Autoriza e incentiva os autores a assinarem contratos com repositórios institucionais, com fins exclusivos de divulgação da obra, desde que com o devido reconhecimento de autoria e edição e sem qualquer finalidade comercial; 3. Todos os e-book são *open access*, *desta forma* não os comercializa em seu site, sites parceiros, plataformas de *e-commerce*, ou qualquer outro meio virtual ou físico, portanto, está isenta de repasses de direitos autorais aos autores; 4. Todos os membros do conselho editorial são doutores e vinculados a instituições de ensino superior públicas, conforme recomendação da CAPES para obtenção do Qualis livro; 5. Não cede, comercializa ou autoriza a utilização dos nomes e e-mails dos autores, bem como nenhum outro dado dos mesmos, para qualquer finalidade que não o escopo da divulgação desta obra.

O e-book intitulado “Engenharia elétrica e de computação: Docência, pesquisa e inovação tecnológica” está organizado em 12 capítulos e reúne importantes trabalhos científicos desenvolvido por pesquisadores de Norte a Sul do Brasil, que atuam em renomadas instituições de ensino e pesquisa.

Cada capítulo apresenta uma experiência única, com resultados práticos, consistentes e didáticos. Dessa forma, ao ler este livro, o leitor poderá aprofundar seus conhecimentos em desenvolvimento e teste de softwares, jogos digitais, aprendizagem de máquina, automação, geração de energia, entre outros assuntos relacionados à engenharia elétrica e de computação.

Além de uma base teórica aprofundada, nota-se que os autores de cada capítulo adotaram uma linguagem pedagógica e educativa. Assim, acredito que este livro é um excelente referencial teórico, especialmente para alunos de engenharia elétrica e de computação que estejam desenvolvendo trabalhos de conclusão de curso e que buscam exemplos de aplicações práticas para os conhecimentos teóricos estudados durante o curso. Através da reprodução dos resultados apresentados, é possível por exemplo propor melhorias, apresentar soluções alternativas para os problemas propostos ou desenvolver estudos comparativos. Assim o conhecimento científico avança.

Registro meus sinceros agradecimentos aos autores deste e-book, pelas significativas contribuições e pela parceria com a Atena Editora para tornar o conhecimento científico acessível de forma gratuita.

Aos nossos leitores, desejo um ótimo estudo, repleto de *insights* criativos e inovadores.

Lilian Coelho de Freitas

CAPÍTULO 1	1
ESTUDO E DESENVOLVIMENTO DE UMA METODOLOGIA PARA O PROCESSO DE REVISÃO EM HOMOLOGAÇÕES DE RELEASES ANDROID	
Pedro Ivo Pereira Lancellotta	
Heryck Michael dos Santos Barbosa	
João Gabriel C. Santos	
Klirssia M. Isaac Sahdo	
Janisley Oliveira De Sousa	
Abda Myrria De Albuquerque	
Roger Porty Pereira Vieira	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.4652316011	
CAPÍTULO 2	11
ENGENHARIA DE REQUISITOS E SUA IMPORTÂNCIA NO DESENVOLVIMENTO DE <i>SOFTWARE</i>	
Henderson Matsuura Sanches	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.4652316012	
CAPÍTULO 3	21
ALGORITMOS NÃO SUPERVISIONADOS E <i>WEB SCRAPING</i> PARA DESCOBERTA DE CONHECIMENTO DE CONHECIMENTO EM REDES SOCIAIS	
Carlos Daniel de Sousa Bezerra	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.4652316013	
CAPÍTULO 4	38
MODELOS MENTAIS DIFUSOS PARA TOMADA DE DECISÃO SOBRE O CRESCIMENTO POPULACIONAL EM CIDADES INTELIGENTES USANDO TÉCNICAS COGNITIVAS	
Márcio Mendonça	
Caio Ferreira Nicolau	
Fabio Rodrigo Milanez	
Vicente de Lime Gonogora	
Luiz Henrique Geromel	
Marcio Aurélio Furtado Montezuma	
Rodrigo Henriques Lopes da Silva	
Marcos Antônio de Matos Laia	
Marco Antônio Ferreira Finocchio	
Renato Augusto Pereira Lima	
Edson Hideki Koroishi	
Gilberto Mitsuo Suzuki Trancolin	
André Luís Shiguemoto	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.4652316014	
CAPÍTULO 5	57
CUSTOMIZED EXPERIENCE: DIGITAL GAMES POSSIBILITIES BEYOND	

THEIR MECHANICS

Paula Poiet Sampedro
 Nicholas Bruggner Grassi
 Isabela Zamboni Moschin
 Vânia Cristina Pires Nogueira Valente
 Emilene Zitkus

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.4652316015>

CAPÍTULO 673**O USO DA AUTOMAÇÃO DIGITAL PARA AGILIZAR PROCESSOS E SUPRIMIR ERROS NA EXECUÇÃO DE ROTINAS**

Geovane Griesang
 Pedro Henrique Giehl
 Mateus Roberto Algayer

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.4652316016>

CAPÍTULO 780**HOSPITAL INTELIGENTE: UMA SIMULAÇÃO DE MONITORAMENTO DE PACIENTES UTILIZANDO INTERNET DAS COISAS**

Júlia Borges Santos
 Vinicius da Rocha Motta
 Saymon Castro de Souza
 Ciro Xavier Maretto

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.4652316017>

CAPÍTULO 887**DESENVOLVIMENTO DE UM APLICATIVO NO AMBIENTE *APP DESIGNER* DO *SOFTWARE* MATLAB® PARA PLANEJAMENTO DE TRAJETÓRIA DO ROBÔ PUMA 560**

Eber Delgado de Souza
 Flávio Luiz Rossini
 Luiz Fernando Pinto de Oliveira

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.4652316018>

CAPÍTULO 9110**ANÁLISE DE MOTIVAÇÃO E SATISFAÇÃO NA INSTALAÇÃO DE PAINÉIS SOLARES FOTOVOLTAICOS POR MEIO DE MAPAS COGNITIVOS FUZZY**

Márcio Mendonça
 Angelo Feracin Neto
 Carlos Alberto Paschoalino
 Matheus Gil Bovolenta
 Emerson Ravazzi Pires da Silva
 Marcio Aurelio Furtado Montezuma
 Kazuyochi Ota Junior
 Marcos Antonio de Matos Laia
 Augusto Alberto Foggiato
 Vicente de Lima Gongora

Andre Luis Shiguemoto
Francisco de Assis Scannavino Junior
Nikolas Catib Boranelli

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.4652316019>

CAPÍTULO 10..... 126

DESENVOLVIMENTO E AVALIAÇÃO DE UM CONTROLADOR PREDITIVO NÃO-LINEAR BASEADO EM MODELO QUASILINEAR MODIFICADO

Manoel de Oliveira Santos Sobrinho
Adhemar de Barros Fontes

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.46523160110>

CAPÍTULO 11 140

IMPLEMENTAÇÃO DE ATERRAMENTO EM UMA RESIDÊNCIA COM DR PARA ELIMINAR O CHOQUE ELÉTRICO

Eliandro Marquetti
Elielton Christiano de Oliveira Metz
Luciana Paro Scarin Freitas

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.46523160111>

CAPÍTULO 12..... 156

PANORAMA DAS FONTES TÉRMICAS PARA GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA NO BRASIL

Bruno Knevez Hammerschmitt
Felipe Cirolini Lucchese
Marcelo Bruno Capeletti
Renato Grethe Negri
Leonardo Nogueira Fontoura da Silva
André Ross Borniatti
Fernando Guilherme Kaehler Guarda
Alzenira da Rosa Abaide

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.46523160112>

SOBRE A ORGANIZADORA 171

ÍNDICE REMISSIVO..... 172

CAPÍTULO 4

MODELOS MENTAIS DIFUSOS PARA TOMADA DE DECISÃO SOBRE O CRESCIMENTO POPULACIONAL EM CIDADES INTELIGENTES USANDO TÉCNICAS COGNITIVAS

Data de aceite: 02/01/2023

Márcio Mendonça

Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica (PPGEM-CP)
UTFPR Cornélio Procópio – PR
<http://lattes.cnpq.br/5415046018018708>

Caio Ferreira Nicolau

Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Graduando de Engenharia Mecânica
UTFPR Cornélio Procópio – PR
<http://lattes.cnpq.br/4513330681918118>

Fabio Rodrigo Milanez

Faculdade da Indústria SENAI Londrina
Departamento Acadêmico de Engenharia Elétrica- Londrina -PR
<http://lattes.cnpq.br/3808981195212391>

Vicente de Lime Gonogora

Faculdade da Indústria SENAI Londrina
Departamento Acadêmico de Engenharia Elétrica- Londrina -PR
<http://lattes.cnpq.br/3808981195212391>

Luiz Henrique Geromel

Departamento de Engenharia Elétrica – Instituto Federal – SP
Lattes <http://lattes.cnpq.br/3945660888230811>

Marcio Aurélio Furtado Montezuma

Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Departamento de Engenharia Mecânica – DAEME – UTFPR – CP
<http://lattes.cnpq.br/2487283169795744>

Rodrigo Henriques Lopes da Silva

Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica (PPGEM-CP)
UTFPR Cornélio Procópio – PR
<http://lattes.cnpq.br/5977232724834847>

Marcos Antônio de Matos Laia

Ciência da Computação - ccomp at ufsj.edu.br
<http://lattes.cnpq.br/7114274011978868>

Marco Antônio Ferreira Finocchio

Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Departamento de Engenharia Elétrica – DAELE – UTFPR – CP
<http://lattes.cnpq.br/8619727190271505>

Renato Augusto Pereira Lima

Engenharia de Segurança do Trabalho pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR (campus Cornélio Procópio)
<http://lattes.cnpq.br/3518337122740114>

Edson Hideki Koroishi

Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Programa de Pós-Graduação em
Engenharia Mecânica (PPGEM-CP)
UTFPR Cornélio Procópio – PR
<http://lattes.cnpq.br/9465293262026260>

Gilberto Mitsuo Suzuki Trancolin

Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Mestrando no Programa de Pós-Graduação
em Engenharia Mecânica (PPGEM-CP)
UTFPR Cornélio Procópio – PR
<http://lattes.cnpq.br/3352701154826935>

André Luís Shiguemoto

Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Departamento de Engenharia Elétrica –
DAELE – UTFPR – CP
<http://lattes.cnpq.br/9243656534211182>

RESUMO: Os indicadores sugerem que o mercado global de inteligência artificial foi avaliado em US\$ 65,48 bilhões em 2020 e crescerá para aproximadamente US\$ 1.581,70 bilhões até 2030. Parte desse mercado está contido no desenvolvimento de Smart Cities, conceito que utiliza Inteligência Artificial para empregar técnicas computacionais inteligentes como IoT e Big Data. As Cidades Inteligentes já estão melhorando a qualidade de vida em diversas cidades do planeta em diferentes áreas do conhecimento, como segurança pessoal através do controle de tráfego e outras, conforme abordado ao longo do desenvolvimento deste trabalho. Este trabalho utiliza Mapas Cognitivos Fuzzy (FCM) para auxiliar na tomada de decisão inerente ao processo de imigração nas cidades. Este trabalho visa quantificar, por meio de termos linguísticos, as variáveis envolvidas no processo inspirado na obra de Axelrod, com novos conceitos incluídos por meio da análise dos autores. Assim, para validar a proposta desta investigação científica, é feita uma comparação com dois casos distintos, uma cidade com desenvolvimento tecnológico significativo e outra com desenvolvimento tecnológico não significativo. O FCM ajuda a identificar possíveis melhorias no processo de imigração de uma cidade. Por exemplo, uma melhoria na modernização das cidades pode impactar os empregos. No entanto, as condições de saúde podem piorar. Os resultados, mesmo em estado preliminar, são apresentados e analisados. Por fim, os autores concluem e sugerem possíveis trabalhos futuros.

PALAVRAS-CHAVE: *Fuzzy Cognitive Maps*, Sistemas Inteligentes de Computação, Cidades Inteligentes.

FUZZY MENTAL MODELS FOR DECISION-MAKING ABOUT THE POPULATION GROWTH OF A SMART CITY USING COGNITIVE TECHNIQUES

ABSTRACT: Indicators suggest that the global artificial intelligence market was valued at US\$ 65.48 billion in 2020 and will grow to approximately US\$ 1,581.70 billion by 2030. Part of this market is contained in the development of Smart Cities, a concept that uses Artificial Intelligence to employ intelligent computational techniques such as IoT, and Big Data. Smart Cities are already improving the quality of life in several cities around the planet in different fields of knowledge, such as personal safety through traffic control and others, as addressed throughout the development of this work. This paper uses Fuzzy Cognitive Maps (FCM) to assist in the decision-making inherent to the immigration process in cities. This work aims to quantify, through linguistic terms, the variables involved in the process inspired by Axelrod's work, with new concepts included through the authors, analysis. Thus, to validate the proposal of this scientific investigation, a comparison is made with two different cases, one city with significant technological development and another one with not significant technological development. The FCM helps identify potential improvements in a city's immigration process. For example, an improvement in the modernization of cities can impact jobs. However, health conditions can worsen. The results, even in preliminary state, are presented and analysed. Finally, the authors present a conclusion and addresses possible future work.

KEYWORDS: Fuzzy Cognitive Maps, Smart Cities, Intelligent Computing Systems.

1 | INTRODUÇÃO

As cidades inteligentes evoluem na direção da integração de todas as dimensões da inteligência humana, artificial e coletiva. Em outras palavras, cidades são consideradas inteligentes quando são construídas como aglomerados multidimensionais, combinando essas três principais dimensões (KOMNINOS, 2009).

São essenciais de uma cidade são as pessoas que nela vivem. Portanto, o bem-estar e a saúde são de relevantes para o conceito de cidades inteligentes (VON SON et al., 2017). Posto isso, com o número de habitantes de uma cidade crescendo, conseqüentemente haverá mais desafios em sua gestão. Neste contexto, muitos eventos podem ser relacionados de forma complexa, os quais dificilmente poderão ser controlados (PURNOMO et al., 2016).

A pressão da população diante à limitação dos recursos impulsiona as pesquisas para atender as demandas. O uso de Inteligência Artificial (I.A.) poderá reduzir a pressão sobre a escassez de infraestrutura e atenderá às necessidades da sociedade (RAGHUVANSHI, 2022).

Smart city and Internet of Things (IoT) solutions are suffering from fragmentation and lack of economies of scale. To address this issue, the National Institute of Standards and Technology (NIST) initiated the Global City Teams Challenge (GCTC) to catalyze collaboration among different stakeholders. The goal is to design and deploy that are replicable, scalable, and sustainable, thereby leading to the identification and adoption of a

consensus framework for smart city technologies. (Rhee, 2016).

Mapas cognitivos (CMs) foram propostos pela primeira vez por Axelrod (1976) para a tomada de decisões. Embora o FCM utilize dois elementos essenciais, conceitos e relações causais, o mapa cognitivo pode ser visto como um modelo matemático simplificado de um sistema de crenças (MILLER, 1979).

Assim, o FCM são modelos que utilizam o CM como uma das técnicas precursoras. Portanto, eles também podem ser considerados (MENDONÇA et al., 2015) modelos de crença.

Os FCMs, por outro lado, são geralmente assinados por gráficos fuzzy ponderados, geralmente envolvendo *feedbacks*, compostos por nós e ligações direcionados que os conectam. Os nós representam conceitos comportamentais descritivos do sistema, e os elos representam relações causa e efeito entre os conceitos. Na teoria FCM, o valor fuzzy de um conceito denota o grau em que o conceito específico está ativo no sistema geral, normalmente limitado em uma faixa normalizada de $[0,1]$. Além disso, os pesos das inter-relações no sistema refletem o grau de influência causal entre dois conceitos, e geralmente são atribuídos linguisticamente por especialistas (GLYKAS, 2010). Brevemente mencionados acima, os FCMs combinam aspectos de duas técnicas computacionais inteligentes, por exemplo, a robustez das Redes Neurais. E os termos linguísticos da lógica fuzzy (AGUILAR, 2001).

A motivação desta pesquisa reside na inclusão de informações linguísticas no modelo cognitivo, a priori desenvolvido com um objetivo social. Dito isto, a capacidade de inferência e convergência dos FCMs (NÁPOLES et al., 2016) pode contribuir para os fatores das cidades inteligentes.

Este trabalho visa principalmente abordar, entre outros conceitos, o bem-estar e a saúde das pessoas relacionadas à imigração e conseqüentemente o crescimento das cidades através de um FCM, uma técnica computacional inteligente que compila o conhecimento de especialistas na construção de um modelo cognitivo (MENDONÇA; CHUN; ROCHA, 2017). Entretanto, o objetivo principal é desenvolver uma ferramenta que ajude a identificar pontos que podem ser melhorados para que a cidade se torne inteligente. Para testar a ferramenta, dois cenários distintos serão formalizados, um com mais tecnologia e o outro com menos, e uma avaliação das duas situações.

A aplicação de técnicas computacionais é usual no desenvolvimento de cidades inteligentes. Alguns trabalhos serão citados utilizando o FCM aplicado no desenvolvimento de cidades inteligentes. Como por exemplo o trabalho de (KALTENRIEDER et al. 2016). Este artigo apresenta um *software* pessoal de um assistente digital 2.0. Baseado em métodos de *soft computing* (técnicas de computação inteligente) e computação cognitiva, esta aplicação inteligente de programação e gerenciamento de mobilidade em software. Estamos aplicando Fuzzy Maps e álgebra temporal, representando o próximo passo para a realização de cidades cognitivas (i.e., cidades inteligentes com cognição aprimorada).

O trabalho de (SUDHAGAR, 2019) estuda o FCM e seu papel no desenvolvimento de um sistema educacional inteligente. É proposto um modelo FCM, que pode superar algumas dificuldades no ambiente de aprendizagem estático e essencial em ambientes de aprendizagem digital. O modelo proposto pelo FCM para um sistema de aprendizagem identifica estilos de aprendizagem, avalia os fatores críticos de um sistema de gestão de aprendizagem, avalia o mecanismo de ensino e aprendizagem do FCM e seus desenvolvimentos. Pode-se trabalhar com o FCM aplicado na educação, que pode contribuir como um retorno ao nível de satisfação do estudante na Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR-Campus Cornélio Procópio), que pode contribuir para o desenvolvimento e adaptação da universidade, o que é essencial no desenvolvimento da cidade.

Como exemplo da aplicação da técnica computacional, o artigo de (KALTENRIEDER et al., 2016) pode ser citado; (PORTMANNYRACH, 2015) apresenta uma visão sobre a gestão de cidades inteligentes, olhando em cidades cognitivas. Cidades Cognitivas e Pesquisa Computacional com os conceitos básicos de Gráficos do Conhecimento e FCM são apresentados e apoiados por ferramentas existentes e ferramentas projetadas. O artigo ilustra o FCM como um instrumento adequado para representar a informação/conhecimento em uma cidade ou ambiente impulsionado pela interação homem-tecnologia, impondo o conceito de cidades cognitivas.

Um projeto de artigo proposto como uma descoberta do artigo e mostra o próximo passo na implementação da meta-aplicação proposta.

Uma estrutura de sistemas de diálogo permite que os sistemas humanos sejam projetados para o ambiente urbano e ambientalmente projetado em particular o FCM (D'ONOFRIO, et al., et al., 2018). Este trabalho já está na segunda iteração de seu desenvolvimento. Duas experiências foram realizadas para confirmar a estabilidade dos fundamentos teóricos.

Um trabalho relacionado a este artigo, que apresentou uma proposta semelhante, mas com uma estratégia diferente na modelagem de imigrantes para uma cidade baseada no trabalho original de Axelrod, foi o trabalho (PEDRYCZ; JASTRZEBSKA; HOMENDA, 2016), que modelou como relações causais através de dados históricos, e não através de conhecimento especializado como será apresentado na seção de desenvolvimento. Outra diferença é que este trabalho planeja modelar através de um FCM mais genérico.

Ilustra-se o FCM como um instrumento para representar as informações de uma cidade ou ambiente impulsionado pela interação homem-tecnologia, impondo o conceito de cidades inteligentes. Permitindo aos gestores e especialistas uma melhor análise do problema. Este trabalho possibilita identificar possíveis problemas no processo de gestão de uma cidade, exemplificando a correlação entre essas variáveis.

A seção 2, trará uma breve discussão sobre cidades inteligentes, a seção de fundamentos do FCM será discutida em 3. Na seção 4, a abordagem para o problema é proposta neste artigo. A seção 5 comentará os itens ou conceitos formalizados no modelo

cognitivo e seus resultados.

Além disso, a seção 6 conclui e aborda os trabalhos futuros.

2 | CIDADES INTELIGENTES

Cidades ao redor do globo têm demonstrado interesse em utilizar a tecnologia da informação e comunicação para resolver seus problemas urbanos. O conceito de cidades inteligentes como uma solução tecnológica aos desafios gerados a partir do aumento populacional e da complexidade das cidades, nas áreas de transporte, meio ambiente, energia e nas relações sociais (YANG, 2021).

Segundo a Comissão da Ciência e da Tecnologia a Serviço do Desenvolvimento de 2016, as cidades estão se tornando maiores e complexas conforme sua população aumenta. Além disso, segundo dados de 2008 mais de 50% da população mundial, cerca de 3.3 bilhões de pessoas, vive em áreas urbanas e até 2030, a expectativa é de que este número aumente para cerca de 5 bilhões.

Em países emergentes, a implementação do conceito é ainda mais desafiadora e capaz de produzir resultados mais relevantes, devido aos maiores índices de crescimento populacional associado às limitações de recursos geram maiores desafios sociais (HAYAR, 2018).

As cidades inteligentes podem ser estudadas de 4 formas diferentes segundo pesquisas recentes. A primeira maneira analisa as características individuais em desenvolvimento ao redor do mundo levando-se em conta suas regiões. Por exemplo, cidades inteligentes da Europa tem seu foco em resolver problemas urbanos de cidades já existentes utilizando tecnologia (GIFFINGER, 2007).

De acordo com o artigo supracitado o Brasil se enquadra na classe dos países emergentes. Onde há uma maior concentração de indicadores sociais e a prevalência das grandes cidades sobre as cidades de médio porte (MACHADO JUNIOR, 2018).

O segundo modo, analisa os elementos comuns entre as cidades e demonstra como as tecnologias das cidades inteligentes são aplicadas (NEVES, 2020).

O terceiro modo, obtém métodos para a criação das cidades inteligentes, além de gerar exemplos de desenvolvimento de cidades através de empresas de tecnologia (KOLK, 2019).

O quarto tipo aplica os conceitos de cidades inteligentes e compara a sua implementação em diferentes cidades e cenários (YIGITCANLAR, 2018). Como neste trabalho, este estudo compara duas possíveis cidades inteligentes utilizando aproximações conceituais, comparando dois cenários diferentes, como supracitado, tratando de situações com menos e mais utilização de I.A.

3 I FUNDAMENTOS MAPAS COGNITIVOS

Proposta em 1986 por Bart Kosko (1986), os FCMs formam uma classe de Redes Neurais Artificiais (RNA) (HAYKIN, 2000), que representam conhecimento de forma simbólica e relatório de estados variáveis com base em eventos de saídas e entradas, utilizando uma abordagem de causa e efeito.

Os FCMs, quando comparados às Redes Neurais Artificiais, têm várias vantagens significativas, tais como a relativa facilidade de representar estruturas de conhecimento e a simplicidade da inferência calculada por operações de matriz numérica (PARSOPOULOS et al., 2003).

Esses grafos cognitivos têm como objetivo a modelagem e simulação de sistemas dinâmicos. Eles apresentam inúmeras vantagens, como transparência de modelos, simplicidade e adaptabilidade a um determinado domínio, para citar algumas. Os FCMs têm sido aplicados a numerosas áreas industriais, como o trabalho de Mendonça (MENDONÇA et al., 2013). Alguns deles podem ser encontrados em (2014). Uma das dificuldades na utilização do FCM é determinar os aspectos, variáveis ou conceitos do FCM. A construção destes modelos pode ser feita de duas maneiras, com base no conhecimento de especialistas na área, como foi o caso nesta pesquisa, e com base em dados históricos (YESIL et al., 2013) ou mesmo uma abordagem que utiliza ambos os métodos.

Além disso, os FCMs podem ser cíclicos ou acíclicos. Os cíclicos formam um ou mais ciclos entre os conceitos e suas relações causais. Assim, como mostrado na Figura 1 (YESIL et al., 2013a). Neste exemplo, é possível observar várias conexões cíclicas entre os conceitos (círculos) e suas relações causais (setas), tais como as conexões dos conceitos C3, C4 e C5.

Teoricamente, um FCM pode não convergir, resultando em resultados caóticos e, como no caso deste trabalho, convergir e alcançar um ciclo limite, um ciclo de atração (MENDONÇA et al., 2017).

A figura 1 mostra um exemplo de um FCM acicilico para quantificar o nível de satisfação dos alunos de acordo com algumas variáveis pertinentes.

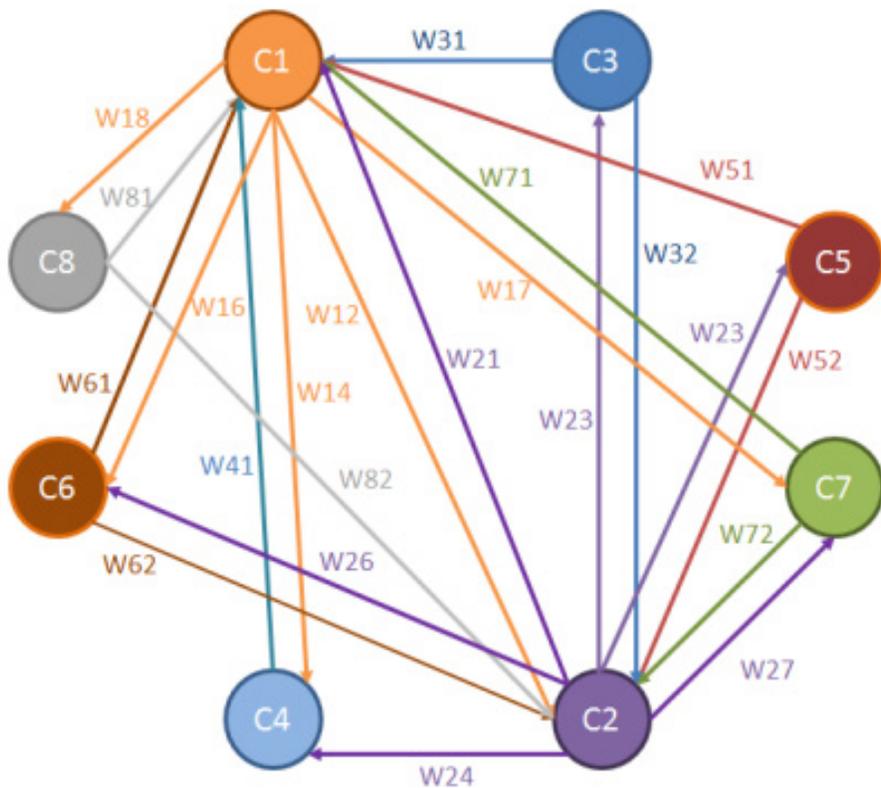


Fig. 1 FCM: Nível de Satisfação Acadêmico - Adaptado.

4 | PROBLEMÁTICA DAS CIDADES INTELIGENTES

O FCM proposto é uma instanciação do modelo clássico do Axelrod na figura 2. Este modelo cognitivo permite uma visão macro do problema em análise e apresenta apenas uma relação simplista entre os conceitos. Além disso, ele só se apresenta se a influência for positiva ou negativa entre eles.

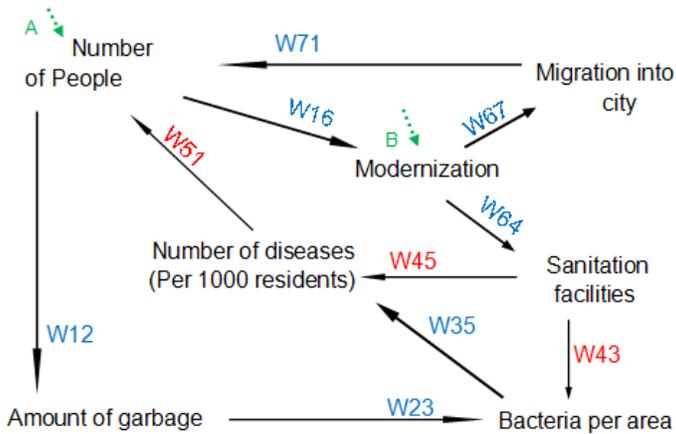


Fig. 2 Mapa Cognitivo Axelrod.

O modelo não faz nenhuma inferência; entretanto, permite que os especialistas o utilizem para analisar o problema. A figura 3 mostra o FCM, de forma específica, um modelo clássico semelhante ao proposto por Kosko nos anos 80. O primeiro passo no desenvolvimento do FCM foi precisamente o do mapa cognitivo de Kosko.

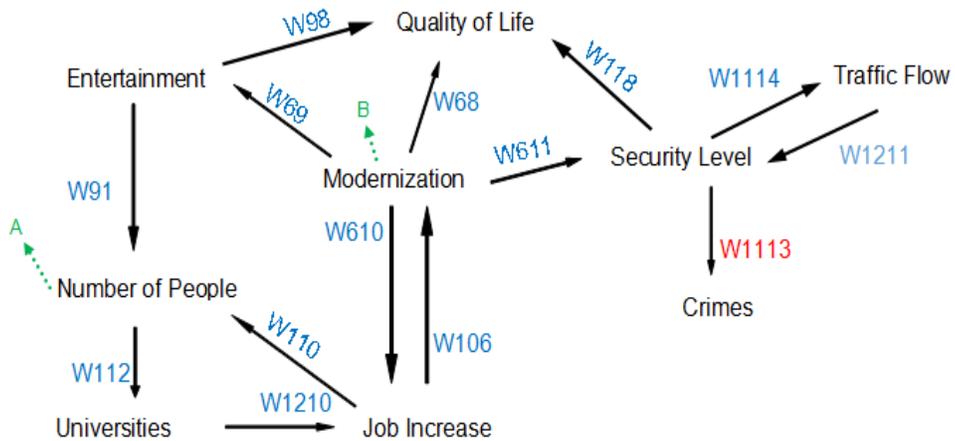


Fig.3 FCM Axelrod.

A vantagem do FCM é que o conhecimento especializado foi adicionado ao modelo através de variáveis fuzzy. Além disso, os termos linguísticos foram quantificados por especialistas, podendo ser alterado posteriormente levando-se em conta as prioridades de cada gestor e as singularidades de cada cidade.

Para Colldahl (2013), a *Smart Economy* refere-se a um mercado de trabalho competitivo, com inovações marcantes, produtividade e flexibilidade de mão de obra, assim

como *Smart People* que trazem um aumento de capital humano qualificado e capacitado, isto pode ser notado no relacionamento entre universidades, aumento do emprego e modernização. A *Smart Mobility*, não apenas o transporte de tecnologia de informação e comunicação, mas também a infraestrutura e a segurança do tráfego, como pode ser visto na relação entre modernização e tráfego.

Smart Living está diretamente relacionado com a qualidade de vida, proporcionando boa saúde e qualidades financeiras e sociais sólidas, já o *Smart Governance* fortemente ligado a processos democráticos e sistemas de transparência. Finalmente, o *Smart Environment* busca a manutenção sustentável dos recursos e a proteção do meio ambiente

De acordo com a ISO 37122:2019, os valores que envolvem modernização impactam significativamente uns aos outros, cumprindo com as seis características de uma cidade inteligente, como mostrado na Figura 4.

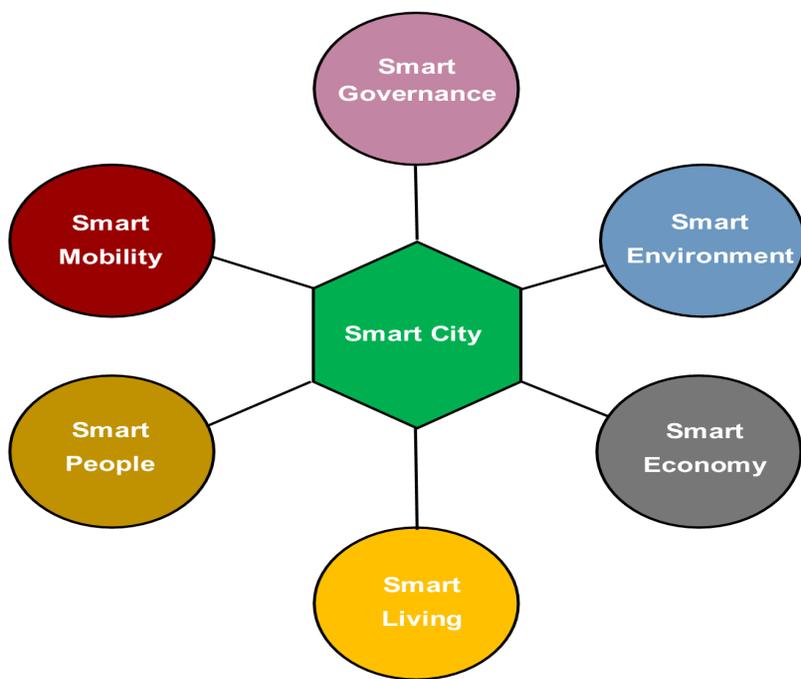


Fig. 4 Pilares da Cidade Inteligente.

A partir dos pilares de Colldahl (2013) e tomando como referência a aproximação do GCTC de Rhee (2016), utilizando dados disponíveis para consulta, pode-se realizar a inferência mostrada na figura 5.

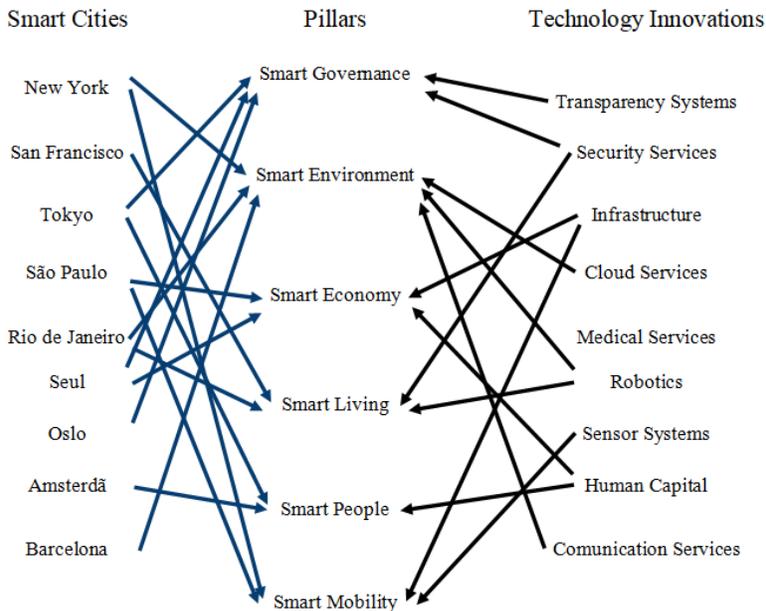


Fig. 5 Inferência – Adaptado Rhee (2016)

No modelo proposto, foram utilizados indicadores para entender melhor o cenário estudado, que pode ser modificado de acordo com as necessidades de cada cidade.

Ambos os cenários utilizam o mesmo modelo cognitivo: “Quais conceitos serão potencialmente implementados em uma cidade inteligente?” como sugerem os indicadores do trabalho de Colldahl (2013). Dado este espectro, dois cenários possíveis foram pensados. O primeiro cenário (cenário 1) apresenta uma menor utilização da Inteligência Artificial (I.A) e um aspecto menos futurista e tecnológico. Apesar da atual modernização, os índices ligados à tecnologia não apresentam um crescimento tão contemporâneo próximo ao estado da arte.

O segundo cenário (cenário 2), por sua vez, traz uma modernização mais avançada e futurista, com intensa utilização da I.A., comunicações mais avançadas, especialmente observando itens de relevância que estão presentes na maioria das análises, com base no trabalho clássico de Axelrod; segurança que parece estar subestimada em muitos estudos, e se apresenta como um componente crucial para a qualidade de vida em várias cidades (LACINÁK, 2017) e; finalmente, Qualidade de Vida, altamente relevante no planejamento de políticas públicas e territoriais (MOLINA-MORALES e MARÍNEZ-FERNÁNDEZ, 2010).

As cidades inteligentes utilizam os dados para resolver problemas urbanos. Por exemplo, os modernos sistemas de monitoramento e gerenciamento de tráfego são baseados em dados em tempo real para ajustar o tempo de chegada ao destino, permitindo uma maior eficiência e encaminhamento de veículos.

Após a construção do FCM, foi possível fazer uma inferência utilizando um sistema computacional, e não apenas um modelo de análise. Apesar das diferentes equações de inferência, uma das mais utilizadas na literatura, dá-se pelas equações 1 e 2 (SOUZA et al., 2017).

$$A_i(k+1) = f\left(A_i(k) + \sum_{j=1, j \neq i}^N A_j(k)W_{ji}\right) \quad (1)$$

Onde:

- $A_i(k+1)$ é o valor do próximo passo do conceito implementado.
- A função f é a função de ativação sigmoide da equação 2.

A somatória $\sum_{j=1, j \neq i}^N A_j(k)W_{ji}$ é a relação de causa e efeito dos outros conceitos conectados ao analisado.

O resultado da equação (1) será um valor entre 0 e 1. Já a equação (2).

$$f(x) = \frac{1}{1+e^{-\lambda x}} \quad (2)$$

Onde:

- λ é um número realmente positivo, chamado fator de esquecimento da rede.
- X é o valor da I.A. no ponto de equilíbrio.

A manipulação de dados por máquinas requer, de maneira informal, uma descrição hierárquica dos conceitos de um domínio, denominando-se ontologia (GHORBEL, 2010). Uma possível sequência ou ontologia para construir um FCM clássico é apresentada na Tabela 1.

A validação é a parte das etapas mais críticas de sistemas computacionais inteligentes, e consequentemente Fuzzy Cognitive Maps tem a mesma dificuldade

Em áreas de aplicação puramente tecnológica, como por exemplo controle de processo e controle de um robô móvel, esse processo tende a ser mais simplista, devido ao cumprimento dos objetivos do controlador. Como por exemplo, observar em diferentes situações de um robô móvel cumpre com seus objetivos previamente projetados, hipoteticamente atingir o ponto ou região alvo sem colidir com nenhum obstáculo sem esgotar sua bateria em diferentes cenários.

Desse modo, de acordo com o parágrafo supracitado, empregou-se duas situações diferentes e comparou-se as duas para uma possível justificativa da proposta dessa investigação científica.

Item	Conceito
1	Identificação de conceitos, suas relações e sua natureza.
2	Aquisição de dados iniciais por conhecimento especializado ou dados de processo, quando conhecidos.
3	Apresentação de dados e entrevista com especialistas para determinar o peso das relações causais ou causa-efeito do FCM.
4	Análise e possível refinamento dos valores das relações causais obtidas para a otimização do FCM.
5	Validação do modelo.

Tabela 1 - Ontologia de um FCM Clássico

5 | RESULTADOS

De acordo com a ISO 37122:2019, uma cidade inteligente cresce à medida que fornece soluções econômicas, sociais e sustentáveis para o crescimento populacional, a instabilidade econômica e a mudança climática. Ela usa dados e tecnologias modernas para fornecer melhores serviços e qualidade de vida para seus habitantes.

Os resultados obtidos na figura 6 pelo modelo proposto, apontam para uma taxa de imigração de aproximadamente 69%, sem a utilização de grandes investimentos em I.A., sendo influenciado principalmente pela modernização e aumento de empregos, como nota-se nos mapas cognitivos apresentados no item anterior. No segundo cenário, contendo um investimento substancial na modernização das condições sanitárias, há também uma migração mais significativa devido ao aumento de empregos e mão-de-obra qualificada.

Além disto, outras variáveis, como universidades influenciam de maneira indireta e, são responsáveis pela maior concentração de pessoas, como podemos ver nas análises a seguir.

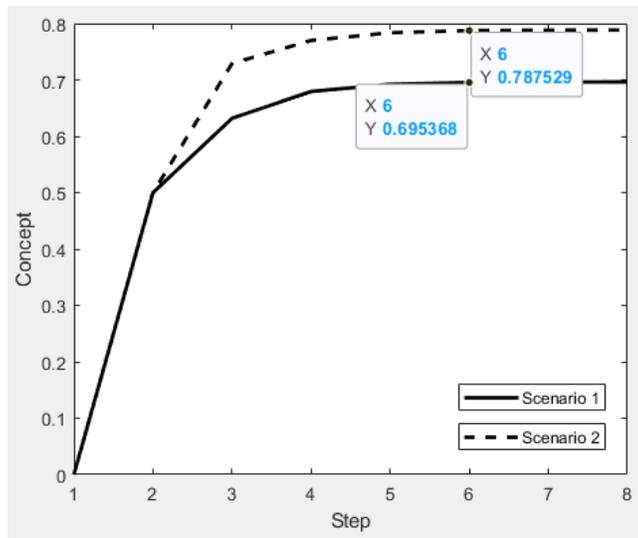


Fig. 6 Imigração: Cenários 1 e 2.

A qualidade de vida pode estar relacionada a numerosos indicadores, desde a saúde até a economia e a governança de uma cidade. De acordo com a Organização Mundial da Saúde (OMS), a qualidade de vida está relacionada à percepção de cada pessoa na sociedade, levando em conta seus objetivos, expectativas e contexto cultural.

Diferentes indicadores para cada país podem ser observados, mas este trabalho considera a modernização como o item com o peso mais significativo nas correlações.

Outro indicador a ser observado é a segurança, e esta variável procura fortalecer o direito à privacidade e a proteção da segurança pública e prevenir e gerenciar riscos nas comunidades (ISO 37101:2016). Além da modernização e do desenvolvimento de novas tecnologias é o controle do fluxo de carros autônomos e até mesmo não-autônomos, através da análise de dados em tempo real e da comunicação entre veículos, permitindo a localização de melhores rotas e a possibilidade de notificação de serviços de emergência, melhorando a eficiência e a segurança na condução de carros (LACINÁK, 2017).

Em um cenário mais tecnológico, a ISO 37122 sugere aumentar a porcentagem de vigilância através de câmeras, além disso o uso de I.A. e um tráfego de veículos autônomos interligados através de um sistema de malhas, seriam componentes cruciais para segurança. A figura 8 demonstra um aumento de cerca de 10% em níveis de segurança utilizando uma maior modernização e tecnologia.

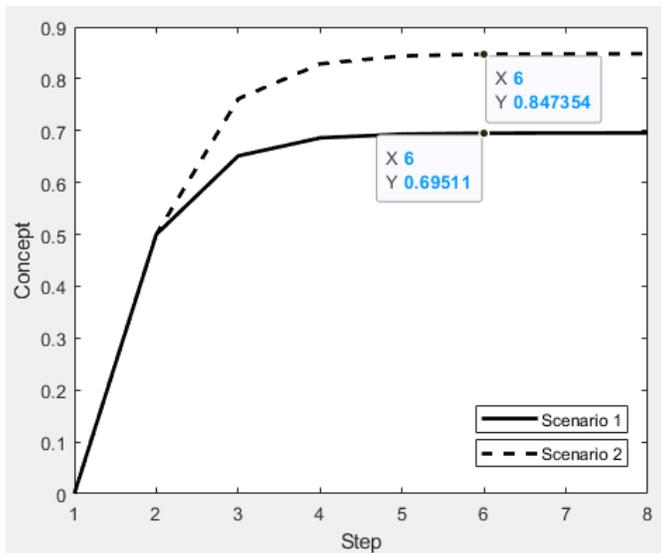


Fig. 7 Qualidade de vida: Cenários 1 e 2.

A Figura 7 mostra um crescimento de aproximadamente 24% na qualidade de vida, considerando o aumento da modernização.

De acordo com os índices dos dois cenários hipotéticos, esta tecnologia inteligente pode auxiliar na gestão de uma cidade para a tomada de decisões ou apoio à decisão e pode ser modificada para cada área e índice que deseje ser mapeado.

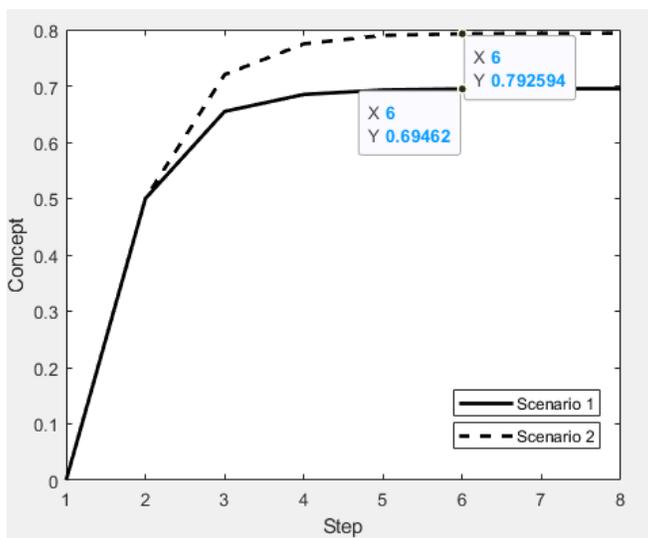


Fig. 8 Segurança: Cenários 1 e 2.

Cidades inteligentes apresentam inúmeras vantagens. Entretanto, existem algumas possíveis desvantagens desse novo conceito.

Segundo o relatório publicado pela *Transparency International*, o alto nível de coleção de dados levantou questões sobre invasão da privacidade dos cidadãos. A concentração da informação de cidadãos em um banco de dados contribui para a criação de um espaço urbano vigiado. Já em países com maior nível de pobreza, com dificuldades básicas para a maioria da população. Esse conceito pode intensificar as desigualdades. Estes sistemas também estão sujeitos a vulnerabilidade a ataques maliciosos de hackers (KITCHIN, 2017). E, além disso, a alta vigilância pode colaborar com a repressão de movimentos sociais devido a inserção de sensores e câmeras.

6 | CONCLUSÃO

A ferramenta proposta aponta para resultados satisfatórios, a partir dos resultados obtidos. Nesse sentido, pode-se observar aumento nos níveis estudados de imigração, qualidade de vida e segurança.

Em segurança, acredita-se o aumento considerável ao uso de sistemas integrados, em especial o uso de veículos autônomos e sua relação com serviços de emergência e rotas mais seguras. Ainda, ao se aumentar os níveis de integração do sistema, maiores são as mudanças.

Dentre as variáveis coletadas, o aumento mais expressivo foi na qualidade de vida, dada sua associação com as melhorias proporcionadas pelas novas tecnologias, especialmente em suas ligações com entretenimento e segurança. Estas características estão associadas às percepções sociais e culturais individuais e dependem da política pública de cada cidade.

Por ser um modelo mental, o modelo pode ter seu peso de relação causal alterado de acordo com a realidade de uma cidade especificamente modelada. Por exemplo, o modelo de Vancouver deve diferir do modelo da cidade de São Paulo.

Trabalhos futuros devem abordar a inclusão de novos conceitos, como segurança cibernética e aquisição de dados históricos, para um modelo FCM mais preciso e mais próximo do estado da arte para esses modelos mentais. Por exemplo, para cidades brasileiras, a inclusão de métricas do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) ou do *Office of National Statistics* (ONS) para cidades do Reino Unido, além de planos diretores das cidades.

REFERÊNCIAS

Acampora, G.; Loia, V (2011). About Temporal Granularity in Fuzzy Cognitive Maps. *Ieee transactions in Fuzzy Systems*.

Aguilar, J. A Fuzzy Cognitive Map Based on the Random Neural Model (2001). Intelligent Systems Engineering.

Colldahl, C. Et Al. Smart Cities: Sustainable Strategic Development for an Urban World (2013).

D'onofrio, S. Et Al. Fuzzy Reasoning in Cities: an Exploratory Work on Fuzzy Analogical Reasoning Using Fuzzy Cognitive Maps (2018).

Dickerson, J. A.; Kosko, B. Virtual Worlds as Fuzzy Cognitive Maps (1993). Virtual Reality Annual International Symposium.

D. van den Buuse; A. Kolk. An exploration of smart city approaches by international ICT firms. Technol. Forecasting Social Change, vol. 142, p. 220–234, May 2019.

Founoun, A., & Hayar, A. (2019). Evaluation of the concept of the smart city through local regulation and the importance of local initiative. 2018 IEEE International Smart Cities Conference, ISC2 2018, 1–6.

Giffinger, R., Fertner, C., Kramar, H., & Meijers, E. (2007). City-ranking of European medium-sized cities. Centre of Regional Science, Vienna UT, October.

Glykas, M. Fuzzy Cognitive Maps: Advances in Theory, Methodologies, Tools and Applications. [S.L.] (2010).

Ghorbel, H., Bahri, A., & Bouaziz, R. (2010). Fuzzy ontologies building method: Fuzzy ontomethodology. Annual Conference of the North American Fuzzy Information Processing Society – NAFIPS.

Hagiwara, M. Extended Fuzzy Cognitive Maps (1992).

Hayar, A., & Betis, G. (2018). Frugal social sustainable collaborative smart city casablanca paving the way towards building new concept for "future smart cities by and for all." 1–4.

Haykin, S. Neural Networks and Learning Machines. 3rd ed. 2008.

International Organization for Standardization. Iso 37101: Sustainable Development in Communities - Management System for Sustainable Development - Requirements with Use Orientation. Switzerland, (2016).

International Organization for Standardization. Iso 37122: Sustainable Cities and Communities - Indicators for Smart Cities. Switzerland, (2019).

Kaltenrieder, P. Et Al. Personal Digital Assistant 2.0 - A Software Prototype for Cognitive Cities (2016). Ieee International Conference on Fuzzy Systems.

Kaltenrieder, P.; Portmann, E.; Myrach, T. Fuzzy Knowledge Representation in Cognitive Cities (2015). Ieee International Conference on Fuzzy Systems (Fuzz-IEEE).

Kitchin, R., & Dodge, M. (2017). The (In)Security of Smart Cities: Vulnerabilities, Risks, Mitigation, and Prevention. Journal of Urban Technology.

Komninos, N. Smart Cities: Towards Interactive and Global Innovation Environments (2019). International Journal of Innovation and Regional Development.

Kosko, B. Fuzzy Cognitive Maps. *Int. J. Man-Machine Studies* (1986).

Lacinák, M., & Ristvej, J. *Smart City, Safety and Security* (2017). *Procedure Engineering*.

Machado Junior, C., Nassif Mantovani Ribeiro, D. M., da Silva Pereira, R., & Bazanini, R. (2018). Do Brazilian cities want to become smart or sustainable? *Journal of Cleaner Production*, 199, 214–221.

Makrinos, A. Et Al. *Introducing Fuzzy Cognitive Maps for Decision Making in Precision Agriculture* (2007). 6th European Conference on Precision Agriculture.

Mendonça, M. Et Al. *Fuzzy Cognitive Maps Applied to Student Satisfaction Level in a University* (2015). *Ieee Latin America Transactions*.

Mendonça, M. Et Al. *Semi-Unknown Environments Exploration Inspired by Swarm Robotics Using Fuzzy Cognitive Maps* (2019). *Ieee International Conference on Fuzzy Systems (Fuzz-IEEE)*.

Mendonça, M. Et Al. *Dynamic Fuzzy Cognitive Maps and Fuzzy Logic Controllers Applied in Industrial Mixer* (2015). *Simpósio Brasileiro de Automação Inteligente (Sbai)*.

Mendonça, M. Et Al. *A Cooperative Architecture for Swarm Robotic Based on Dynamic Fuzzy Cognitive Maps* (2017). *Artificial Intelligence Engineering Applications*.

Mendonça, M.; Rue, L.V.R.; Neves-Jr, F. *Autonomous Navigation System Using Fuzzy Cognitive Maps with Event Transmission* (2011). *Applied Intelligence*.

Mendonça, M.; Chun, I.R.; Rocha, M. E.C. *A Dynamic Fuzzy Cognitive Maps Applied in Realibility Centered Maintanance of Electric Motors* (2017). *Ieee Latin America Transactions*.

Miao, Y. Et Al. *Dynamic Cognitive Network - An Extension of fuzzy cognitive map. Tools with Artificial Intelligence* (1999). *Procedures. 11th International Conference IEEE on*.

Miller, A. J. *Decision-making structure: The Cognitive Maps of Political Elites* Robert Axelrod, Ed. Princeton: Princeton University Press (1976). *Perception and misperception in Jervis Princeton's international politics: Princeton University Press. Canadian Journal of Political Science*.

Molina-Morales, F. X., Marínez-Fernández, M. T. *Social Networks: Effects of Social Capital on Business Innovation* (2010). *J. Little Bus. Manage*.

Naples, G. Et Al. *On The Convergence of Sigmoid Fuzzy Cognitive Maps* (2016). *Information Science*.

Pajares, G.; Cruz, J.M. De La. *Fuzzy Cognitive Maps for Stereovision Matching. Pattern Recognition* (2006).

Papageorgiou, E. I. (Ed.). *Fuzzy Cognitive Maps for Applied Sciences and Engineering* (2015). Heidelberg: Springer-Verlag Berlin Heidelberg.

Parsopoulos, K. E. Et Al. *A First Study of Fuzzy Cognitive Maps Learning Using Particle Swarm Optimization* (2003). *The 2003 Congress on Evolutionary Computing*.

Passino, K. M.; Yurkovich, S. *Fuzzy Control* (1998). 1. Ed. Menlo Park, Ca, Usa: Addison Wesley.

Pedrycz, W.; Jastrzebska, A.; Man, W. Fuzzy Cognitive Map Design for Time Series Modeling (2016). Ieee transactions in Fuzzy Systems.

Purnomo, F. Et Al. Smart City's Context Awareness Using social media (2016). International Ict Conference for the Intelligent Society.

Raghuvanshi, R., Sharma, T. Smart Cities in Emerging Economies: Opportunities, Challenges and Policy Implications. In: Goyal, D., Kumar, A., Piuri, V., Paprzycki, M. (eds) Proceedings of the Third International Conference on Information Management and Machine Intelligence. Algorithms for Intelligent Systems (2022). Springer, Singapore.

Rhee, S. Catalyzing the Internet of Things and smart cities: Global City Teams Challenge. *1st International Workshop on Science of Smart City Operations and Platforms Engineering (SCOPE) in partnership with Global City Teams Challenge (GCTC)* (2016).

Rue, L.V.R. Et Al. Artificial Life Environment Modeled by Dynamic Fuzzy Cognitive Maps (2018). Ieee Transactions in Cognitive and Developmental Systems.

Souza, L.B. De Et Al. Dynamic Fuzzy Cognitive Maps Embedded and Classical Fuzzy Controllers Applied in Industrial Process (2017). Icas 2017: Thirteenth International Conference on Autonomous and Autonomous Systems.

Sudhagar, C. Role of Fuzzy Cognitive Maps in Smart Education System (2019). 4th Mec International Conference on Big Data and Smart City (Icbdsc).

Tan Yigitcanlar, Md. Kamruzzaman, Laurie Buys, Giuseppe Ioppolo, Jamile Sabatini-Marques, Eduardo Moreira da Costa, JinHyo Joseph Yun. Understanding 'smart cities': Intertwining development drivers with desired outcomes in a multidimensional framework, *Cities*, Volume 81 (2018).145-160.

Transparency International (2017). Intelligent Cities - Utopian Vision, Dystopian Reality.

Von Son, F.W. Et Al. Smart Genetics for Smarter Health-An Innovation Proposal to Improve Wellness and Health Care in the Cities of the Future (2017). International Conference of Smart Cities.

Yang, J., Kwon, Y., & Kim, D. (2021). Regional Smart City Development Focus: The South Korean National Strategic Smart City Program. *IEEE Access*, 9, 7193–7210.

Yesil, E. Et Al. Fuzzy Cognitive Maps Learning Using Artificial Bee Colony Optimization (2013). Ieee International Conference on Fuzzy Systems (Fuzz-IEEE).

A

Algoritmo doc2vec 30, 34, 35

Aterramento 140, 141, 142, 145, 146, 149, 150, 151, 152, 153, 154

C

Choque elétrico 140, 141, 142, 143, 144, 149, 152, 155

Cidades inteligentes 38, 39, 40, 41, 42, 43, 45, 48, 53

Clusterização 37

Controle preditivo não-Linear 127

D

Design 40, 56, 57, 58, 59, 61, 64, 65, 71, 72, 138

Digital games 57, 58, 68, 69, 70

Dispositivo residual 140

Dispositivos móveis 1

E

Energia eólica 111, 114, 117, 157

Energias não renováveis 157

Energia solar 111, 112, 113, 114, 116, 117, 118, 123, 124, 125

Energias renováveis 114, 157, 158, 167

Energia térmica 157, 158, 159

Engenharia de requisitos 11, 12, 13, 16, 17, 20

F

Fontes térmicas 156, 157, 158, 159, 160, 163, 167, 168

Fuzzy cognitive maps 39, 40, 49, 53, 54, 55, 56, 112, 125

G

Game customization 58

Garantia de qualidade 1, 8, 14

H

Homologação de releases Android 1

Hospital inteligente 80, 82, 85

I

Inserção automática 73

Interligação de programas 73

ISO/IEC 11, 12, 13, 14, 15, 16, 20

L

Layout de inclusão facilitada 73

M

Mapas cognitivos fuzzy 39, 110, 111, 118

Matlab 87, 88, 95, 108, 109

Modelos bilineares 126, 127, 128

P

Painéis fotovoltaicos 111, 113, 117, 122

Processos 2, 8, 11, 12, 13, 14, 17, 18, 20, 47, 73, 75, 88, 89, 90, 127, 137, 159, 161, 162, 164, 166

Puma 560 87, 88, 89, 90, 91, 92, 94, 96, 97, 99, 100, 107, 108

Q

Qualidade de software 1, 4, 17, 20

R

Robô 49, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 97, 99, 101, 102, 104, 107, 108, 109

Robótica 87, 88, 89, 90, 93, 107, 108, 109, 120

S

Satisfação do cliente 111, 122

Sistemas inteligentes de computação 39

Software 1, 2, 4, 5, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 27, 41, 54, 61, 73, 74, 76, 77, 78, 83, 87, 89, 90, 95, 96, 99, 107, 118, 122

T

Teste de software 1

U

UML 11, 12, 18, 19, 20

User experience (UE) 58, 59, 61, 62, 64, 70, 72

V

Virtual things 80

W

Web of things 80, 81, 83, 86

Web scraping 21, 22, 37

ENGENHARIA ELÉTRICA E DE COMPUTAÇÃO:

Docência, pesquisa e inovação tecnológica

-  www.atenaeditora.com.br
-  contato@atenaeditora.com.br
-  [@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora)
-  www.facebook.com/atenaeditora.com.br

ENGENHARIA ELÉTRICA E DE COMPUTAÇÃO:

Docência, pesquisa e inovação tecnológica

- 🌐 www.atenaeditora.com.br
- ✉ contato@atenaeditora.com.br
- 📷 @atenaeditora
- 📘 www.facebook.com/atenaeditora.com.br