

Caroline Dias Paim de Souza Reis
Eneida Santana
Tereza Kelly Gomes Carneiro
Organizadoras

TECNOLOGIAS, INFORMAÇÃO, SAÚDE E EDUCAÇÃO



INSTITUTO
FEDERAL
Bahia



4
SÉRIE
TICASE
EM DEBATE



TECNOLOGIAS, INFORMAÇÃO,
SAÚDE E EDUCAÇÃO



**INSTITUTO
FEDERAL**
Bahia

EDITORA DO IFBA – EDIFBA

Luzia Matos Mota
Reitora

Jancarlos Menezes Lapa
Pró-Reitor de Pesquisa, Pós-Graduação e Inovação

France Ferreira de Souza Arnaut
Coordenador Geral

Andreia Santos Ribeiro Silva
Assistente de Coordenação

Conselho Editorial

Titulares

Ana Rita Silva Almeida Chiara
Davi Novaes Ladeia Fogaça
Deise Danielle Neves Dias Piau
Fernando de Azevedo Alves Brito
Jeferson Gabriel da Encarnação
Luiz Antonio Pimentel Cavalcanti
Marijane de Oliveira Correia
Mauricio Mitsuo Monção
Selma Rozane Vieira

Suplentes

Jocelma Almeida Rios
José Gomes Filho
Leonardo Rangel dos Reis
Manuel Alves de Sousa Junior
Romilson Lopes Sampaio
Tércio Graciano Machado

CAROLINE DIAS PAIM DE SOUZA REIS
ENEIDA SANTANA
TEREZA KELLY GOMES CARNEIRO
ORGANIZADORAS

TECNOLOGIAS, INFORMAÇÃO,
SAÚDE E EDUCAÇÃO

EDIFBA
SALVADOR
2020

© 2020 Autores
Direitos para esta edição cedidos à Editora do Instituto Federal
de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia.
Proibida a reprodução total ou parcial por qualquer meio de impressão, em
forma idêntica, resumida ou modificada, em Língua Portuguesa
ou qualquer outro idioma.
Depósito Legal na Biblioteca Nacional
Impresso no Brasil em 2020

Projeto Gráfico, Diagramação e Capa
Sidney Silva Karoshi

Imagem de Capa
“Designed by starline / Freepik”

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Dorival Caymmi / IFBA –
Campus Camaçari.

Bibliotecária-Documentalista: Eneida Santana CRB 1570-5

T255 Tecnologias, Informação, Saúde e Educação/
Organizadoras: Caroline Dias Paim; Eneida Santana e
Tereza Kelly Gomes Carneiro. – Salvador: Edifba, 2020.

164 p. – (Série Ticase em debate, v.4)
ISBN: 978-65-88985-05-2

1.Saúde (Tecnologias). 2. Educação (Tecnologias).
3.Tecnologia (Sociedade). I. Paim, Caroline Dias.
II. Carneiro, Tereza Kelly Gomes. III. Santana, Eneida
IV. Título.

CDU: 615/377:004.5

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO.....	7
PREFÁCIO	11
PARTE I - TECNOLOGIAS E EDUCAÇÃO.....	13
REDE DE AFINIDADE PARA ANÁLISE DO DESENVOLVIMENTO EDUCACIONAL DE APRENDIZAGEM.....	15
USO DE <i>SMARTPHONES</i> COMO FERRAMENTA TECNOLÓGICA PARA O APRENDIZADO EM ALGORITMOS DE PROGRAMAÇÃO.....	37
INFLUÊNCIA DO CONHECIMENTO EM PROGRAMAÇÃO NA EDUCAÇÃO BÁSICA NA ESCOLHA DO CURSO SUPERIOR	53
PARTE II - TECNOLOGIAS E SAÚDE	73
UTILIZAÇÃO DO MATLAB COMO FERRAMENTA PARA ANÁLISE DE DISTÂNCIA MESIODISTAL	75
PARTE III - TECNOLOGIAS E INFORMAÇÃO.....	93
ATIVOS ESTRATÉGICOS PARA A INOVAÇÃO E A COOPERAÇÃO ENTRE CORPORAÇÕES E <i>STARTUPS</i> EM PROGRAMAS DE INOVAÇÃO ABERTA	95

UTILIZAÇÃO DA LÓGICA DIFUSA NA
DETERMINAÇÃO DA DISTÂNCIA DE
FRENAGEM DE UM VEÍCULO AUTOMOTOR117

A TERMOGRAFIA COMO FERRAMENTA DE
MANUTENÇÃO DE EQUIPAMENTOS
DE ALTA TENSÃO ASSOCIADA A
RNA E RA – UMA REVISÃO DA LITERATURA.....133

AUTORES155

ÍNDICE REMISSIVO.....163

APRESENTAÇÃO

Este livro, na forma de coletânea, é a quarta edição da **Série Ticase em Debate**, uma publicação do Grupo de Pesquisa Tecnologias Aplicadas à Educação e Saúde (Ticase) que visa disseminar as pesquisas que estão sendo realizadas por seus pesquisadores em coautoria com pesquisadores externos ao Grupo. Nesta nova obra buscamos ampliar o foco da publicação, incluindo produções que não se restringem à saúde e à educação. A nossa primeira produção foi destinada exclusivamente a artigos da área de saúde; a segunda voltou-se especialmente à temática da educação profissional e a terceira a artigos que relacionavam tecnologias aplicadas à saúde e à educação. Agora avançamos e incluímos a temática informação.

Visando colaborar com uma leitura fluída, organizamos o livro em três partes: a primeira parte apresenta três artigos que se voltam à temática *Tecnologias e Educação*; a segunda parte apresenta um artigo que articula *Tecnologia e Saúde*; e a terceira parte, com três artigos, que discute a temática *Tecnologias e Informação*.

A primeira parte intitulada *Tecnologia e Educação* é iniciada com o texto “Rede de afinidade para análise do desenvolvimento educacional de aprendizagem”. Este relata uma pesquisa de doutorado em desenvolvimento que apresenta um modelo para o estudo dos índices de desenvolvimento educacional das escolas públicas das capitais do nordeste brasileiro com o intuito de apoiar a tomada de decisão de gestores educacionais quanto ao processo colaborativo entre as unidades educacionais (UE).

O uso de *smartphones* como instrumento de apoio didático para o ensino tem sido muito disseminado e o artigo “Uso de *smartphones* como ferramenta tecnológica para o aprendizado em algoritmos de programação” discute como esse recurso pode ser utilizado para o ensino de lógica de programação, um dos conteúdos mais desafiadores para os professores que atuam nesta área.

A continuidade da parte que discute *Tecnologia e Educação* é dada pelo artigo “Influência do conhecimento em programação na educação básica na escolha do curso superior” que investigou se jovens com conhecimento prévio em computação tendem a permanecer na área para cursos de graduação.

Na segunda parte *Tecnologia e Saúde*, o artigo “Utilização do MATLAB como ferramenta para análise de distância mesiodistal” apresenta uma ferramenta que pode colaborar em processos de identificação biométrica, sendo capaz de avaliar e identificar anomalia de posição e a distância mesiodistal dos dentes caninos superiores. Trata-se de um procedimento simples que poderá ser operacionalizado por profissionais da área da saúde, da informática e da área forense em processos de identificação individual.

A terceira parte do livro *Tecnologias e Informação* é composta por três artigos. O primeiro é intitulado “Ativos estratégicos para a inovação e a cooperação entre corporações e *startups* em programas de inovação aberta” apresenta uma revisão sistemática da literatura, revelando uma taxonomia das principais ferramentas adotadas por corporações para promover a cooperação com *startups* em programas de inovação aberta.

Com o uso de lógica difusa para determinação das funções de pertinência por meio do pacote *fuzzy* do MATLAB em um sistema com 25 regras de inferência, o artigo

“Utilização da lógica difusa na determinação da distância de frenagem de um veículo automotor” apresenta contribuições para auxiliar na construção de um veículo autônomo ao propor um método de efetuar a modelagem da distância de frenagem de um veículo automotor.

Encerramos o livro com o capítulo “A termografia como ferramenta de manutenção de equipamentos de alta tensão associada a RNA E RA – uma revisão da literatura”. Por meio deste texto, os autores, através da associação da termografia à rede neural artificial (RNA) e à realidade aumentada (RA), indicam que o uso de realidade aumentada no segmento industrial de manutenção ainda está muito distante da potencialidade da ferramenta.

A diversidade e abrangência dos artigos que compõem essa obra possibilita-lhe abranger diferentes públicos leitores, de diversas áreas de atuação, em diferentes níveis de atuação (do ensino médio aos cursos de pós-graduação) e com vários âmbitos de utilização (pesquisas, ensino, atividades profissionais, entre outras).

Mantendo a tradição que instituímos desde a primeira edição da Série, o livro conta com a participação de profissionais de diversas instituições de ensino, pesquisa e desenvolvimento, garantindo a premissa do Grupo de Pesquisa Ticase em possibilitar a colaboração multi-institucional com o objetivo de ampliar a disseminação das suas iniciativas e em prol de fomentar uma comunicação científica democrática e pluridimensional.

Caroline Dias Paim de Souza Reis

Eneida Santana

Tereza Kelly Gomes Carneiro

Organizadoras

Nota: Esta apresentação foi escrita por três mulheres no dia 08/03/2020, data em que se comemora o dia internacional da mulher no Brasil, um país onde a nossa condição feminina é difícil, pois a cada sete horas uma mulher é morta pelo simples fato de ser mulher, segundo o Núcleo de Estudos da Violência da USP e o Fórum Brasileiro de Segurança Pública¹. Fizemos questão de inserir essa nota para garantir a reflexão da importância de corroborar com a luta ao respeito pela mulher, não apenas na ciência, mas em todos os cenários sociais. Continuamos a luta que muitas outras iniciaram anos atrás, na esperança que muitas outras possam gozar dos louros dessas batalhas.

¹ Dados referentes ao segundo semestre do ano de 2019.

PREFÁCIO

Em 2020 as discussões sobre educação e saúde estão diretamente relacionadas à engenharia do conhecimento e às chamadas tecnologias emergentes, das quais podemos listar a robótica, a *gamificação*, a engenharia genética, a manufatura aditiva, a inteligência artificial, a manufatura descentralizada, os *drones*, a tecnologia neuromórfica, dentre outras. Um dos papéis da comunidade científica é justamente debater e apoiar as temáticas aqui abordadas em prol do desenvolvimento da sociedade e almejando o fomento de recursos, tecnologias e inovação para melhorar a qualidade de vida das pessoas.

Pensado nisso o grupo de pesquisa Tecnologias Aplicadas à Educação e Saúde (TICASE), em mais uma obra da SÉRIE TICASE em DEBATE, entrega uma belíssima coletânea de trabalhos interdisciplinares em que podemos destacar palavras largamente apresentadas como (e.g.) “aprendizagem”, “tecnologia”, “conhecimento”, “educação” e “inovação”, assegurando a sua relação com as tecnologias emergentes para educação e saúde e afirmando que a educação é o único e verdadeiro caminho para o progresso da sociedade, além de ratificar também que importância da valorização da ciência e dos seus envolvidos (discentes e docentes) que colaboram, ou melhor, cooperam com paixão para o seu progresso no país.

A preocupação com a ciência e com a sociedade por parte do Grupo TICASE é comprovada com seu histórico, cujas obras ao longo desses anos são possíveis de serem enumeradas. Quando lançado o primeiro livro da série que organizou artigos voltados exclusivamente para as tecnologias aplicadas à saúde, esta coletânea ofereceu ao leitor artigos de pesquisadores

convidados e pesquisadores do TICASE, mostrando a evolução e o envolvimento do grupo com as suas temáticas.

Na segunda obra, por meio do financiamento da Fundação de Amparo à pesquisa de Alagoas (FAPEAL), o livro entrega uma coletânea voltada exclusivamente à temática da educação profissional, envolvendo vários autores nacionais. Em sua terceira obra, a coletânea foi formada com artigos da área de tecnologia aplicada à saúde e à educação que foram selecionados por edital.

Nesta quarta obra a Série TICASE fortalece a interdisciplinaridade entre as tecnologias para educação e saúde trazendo a Modelagem Computacional como foco central. Devido à sua utilização em todos os capítulos como meio e fim dos trabalhos realizados, e ao integrar temáticas de distintas áreas da produção científica, evidencia-se a preocupação do grupo com a difusão do conhecimento.

Este resultado, fruto da determinação, evolução e de uma busca constante para expandir o conhecimento obtido nas diversas pesquisas dos colaboradores do TICASE, representa um notável exemplo para a comunidade científica.

Salvador, 14 de março de 2020

Renelson Ribeiro Sampaio

Pós-Doutor pelo Departamento de Sociologia da Universidade de Wisconsin Madison. Doutor em Economia da Inovação Tecnológica no *Science Policy Research Unit - SPRU, University of Sussex*, Inglaterra. Pesquisador em Geração e difusão de conhecimento em processos de inovação nas organizações. Estudos na competitividade de aglomerados industriais (Sistemas Locais de Produção) com base metodologia da Dinâmica de Sistemas.



PARTE I

TECNOLOGIAS E EDUCAÇÃO

REDE DE AFINIDADE PARA ANÁLISE DO DESENVOLVIMENTO EDUCACIONAL DE APRENDIZAGEM

Eneida Santana

Roberto Luiz Souza Monteiro

Hernane Borges de Barros Pereira

Tereza Kelly Gomes Carneiro

Este trabalho trata da apresentação de um modelo para o estudo dos índices de desenvolvimento educacional das escolas públicas das capitais do nordeste brasileiro. O estudo abarca os resultados do Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (IDEB) nas séries iniciais (5º ano), bem como dados geopolíticos e populacionais no período de 2005 a 2015. Usamos o modelo evolutivo de rede de afinidade e realizamos a caracterização topológica das redes com afinidade de 80% entre os vértices. O principal objetivo desta pesquisa é observar o comportamento da eficiência local e global dos índices de aprendizagem apresentados pelas unidades educacionais (UE), de modo a apoiar a tomada de decisão de gestores educacionais quanto ao processo colaborativo entre as UE.

1 INTRODUÇÃO

Tendo em vista a falta de bases para o acompanhamento da educação básica brasileira, em 1937 foi implantado o Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (Inep) – uma autarquia federal que tem como objetivo promover espaços de discussão e promoção de políticas públicas educacionais baseadas em dados coletados por instrumentos de avaliação de diagnóstico aplicados nas redes de ensino. Para gerenciar a coleta de dados e criar métricas de análises, em 1990 foi incorporado ao Inep o Sistema de Avaliação da Educação Básica (Saeb). Segundo o Ministério da Educação (BRASIL, 2019, p. 02) este sistema é “um conjunto de avaliações externas em larga escala que permitem ao Inep realizar um diagnóstico da educação básica brasileira e de alguns fatores que possam interferir no desempenho do estudante, fornecendo um indicativo sobre a qualidade do ensino ofertado”.

As informações coletadas pelo Saeb, desde 2007, passaram a compor o Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (IDEB), principal indicador de qualidade da educação atualmente. Este índice é composto pelo fluxo escolar e as médias de desempenho nas avaliações bienais, intituladas Prova Brasil, aplicadas nas Unidades de Ensino (UEs) da educação básica.

Apoiado na Ciência das Redes, este estudo tem como estrutura informacional os dados coletados pelo instrumento Prova Brasil desde a sua primeira aplicação no ano 2005 até a penúltima no ano de 2015. O objetivo deste estudo é apresentar um modelo de apoio à tomada de decisão da gestão pública com o auxílio da Teoria de Redes, simulando as relações possíveis de colaboração entre as UEs de uma cidade a partir do modelo evolutivo de redes de afinidade (MONTEIRO et al., 2014).

Elegeram-se para análise as cidades capitais da Região Nordeste do Brasil, tendo em vista que 23,25%² dos recursos governamentais são repassados para esta macrorregião pelo Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação (FNDE) por meio do programa de apoio à educação de qualidade. Este programa é definido como Plano de Desenvolvimento da Educação (PDE Escola) que garante “recurso extra para incentivar a melhoria na gestão de escolas com baixo desempenho no Índice de Desenvolvimento da Educação Básica. As escolas que atingem ou superam a meta do índice também recebem um bônus” (BRASIL, 2018, p. 14).

O trabalho desponta para futuras análises no âmbito da Teoria de Redes para redes de afinidade, cujos atores podem variar de natureza, como visto nos trabalhos supracitados.

2 REVISÃO DA LITERATURA

Ainda são poucas as pesquisas que utilizam as redes de afinidade. Destacamos como apoio teórico-metodológico algumas delas neste estudo.

A pesquisa defendida por Monteiro (2012) apresenta uma análise da estrutura topológica de Arranjos Produtivos Locais (APLs) por meio da modelagem de uma solução computacional baseada em algoritmos evolutivos que converge em um modelo de redes de afinidade capaz de estabelecer interações entre os atores de acordo com as semelhanças existentes entre eles, permitindo visualizar e prever a evolução de redes. Dando continuidade aos estudos do modelo despontado por Monteiro (2012), Carneiro (2014) apresenta, a partir da análise dos perfis tecnológicos dos estudantes

² <http://www.fnde.gov.br/component/k2/item/972-repasse-de-recursos-do-fundeb>

matriculados nos cursos, a aplicação do modelo evolutivo de redes de afinidade no trabalho da gestão de cursos de formação profissional em EAD como espaços propícios à difusão do conhecimento.

Em 2014, Monteiro et al. (2014) apresentaram um modelo para simular a evolução das espécies em um ecossistema baseado no conceito de afinidade. Nesse trabalho é proposto um algoritmo evolutivo que incorpora as propriedades de centralidade e eficiência da rede para realizar o processo de cruzamentos e caracterização da topologia de rede.

Monteiro et al. (2015) apresentaram um modelo teórico que pode simular a difusão do conhecimento nas redes sociais utilizando uma abordagem evolutiva por meio de um processo de colaboração e cooperação entre as partes interessadas, identificando, assim, atributos personalizáveis. Cada atributo foi considerado como um gene que constitui um cromossomo, tendo como fundamento a teoria Darwiniana. Isto contribuiu para a ampliação dos estudos das redes de afinidade quanto ao modelo capaz de utilizar os atributos dos *stakeholders* como parâmetros para o estudo da dinâmica da cooperação em rede.

O modelo apresentado anteriormente foi replicado por Lima Neto e Pereira (2017), tendo como sujeitos do ecossistema os membros de uma associação de recuperação dos narcóticos anônimos. Esta pesquisa foi baseada nos discursos dos membros cujas redes de afinidade foram relacionadas com os estudos de redes semânticas.

Os estudos citados nessa seção apresentam variedade de sujeitos e interações, confirmando a capacidade de utilização do modelo evolutivo baseado em redes de afinidade em diferentes situações e/ou ecossistemas.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

A primeira etapa do processo metodológico é composta pela definição, exploração e montagem do conjunto de dados. Após consultas ao acervo documental técnico disponibilizado pelo INEP³, verificamos que a meta de evolução da educação brasileira é analisada por meio do patamar educacional da média dos países da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE). Como presente na nota técnica (BRASIL, 2009, p. 8), “em termos numéricos, isso significa progredir da média nacional 3,8, registrada em 2005 na primeira fase do ensino fundamental, para um IDEB igual a 6,0 em 2022, ano do bicentenário da Independência do Brasil”.

Sendo o ensino fundamental o foco principal da meta governamental, definimos como universo da pesquisa os dados de aprendizagem referentes ao ensino fundamental 1. Tais dados foram compostos pelas unidades de ensino que ofertaram nas redes municipais, estaduais e distritais turmas matriculadas do 1º ano ao 5º ano, nos anos de 2005, 2007, 2009, 2013 e 2015 e que foram coletados por meio da Prova Brasil, instrumento de avaliação já citado na introdução deste artigo e disponível no sistema de transparência pública do Saeb.

A exploração dos dados se deu a partir do estudo do modelo de afinidade definido nesta pesquisa, sendo necessária a caracterização detalhada dos atributos personalizados das UEs. Além das planilhas dos resultados bienais publicados pelo Inep/Saeb⁴, recorreremos à coleta de dados geopolíticos disponíveis no banco de dados do Instituto

³ <http://portal.inep.gov.br/web/guest/documentos-e-legislacao3>

⁴ <http://portal.inep.gov.br/web/guest/educacao-basica/ideb/resultados>

Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE)⁵. Nesta base, foram identificados os seguintes elementos: a) a unidade federativa (UF); b) o código de identificação municipal; c) os números populacionais municipais; e d) os números de matriculados no ensino fundamental por município.

Das planilhas do Inep/Saeb foram coletados os dados referentes: a) ao número da taxa de aprovação do ano; b) ao indicador de rendimento da UE entre 0 e 7; c) à nota média padronizada no ano anterior; d) à média das notas alcançadas pela UE entre 0 e 7; e) às projeções do Inep para o ano de realização da Prova Brasil; e f) à identificação da rede de ensino.

A etapa de exploração dos dados propiciou a preparação e montagem do banco de dados com um total de 935 UEs, divididas em 9 capitais do Nordeste brasileiro, como observado no Quadro 1.

⁵ www.ibge.gov.br

Quadro 1. Distribuição populacional municipal (PM) e população municipal matriculada (PMm) nas unidades de ensino da rede pública.

UF	Cidades	Número de escolas	PM2005	PMm 2005	PM2007	PMm 2007	PM2009	PMm 2009	PM2013	PMm 2013	PM2015	PMm 2015
AL	Maceió	168	903463	157171	924143	146342	936314	146817	996733	141698	1013773	121853
CE	Fortaleza	346	2374944	413435	2473614	399903	2505552	385813	2551806	342920	2591188	315211
PB	João Pessoa	172	660798	126478	693082	97264	702235	101836	769607	98023	791438	94940
RN	Natal	143	778040	117419	798065	120847	806203	118705	853928	111472	869954	104005
SE	Araçaju	106	498619	79301	536785	71922	544039	75750	614577	74896	632744	72631

Fonte: Elaboração dos autores, 2019.

Destaca-se neste trabalho: o processo de mineração e composição genética dos cromossomos que representam as UEs; a apresentação do modelo metodológico para criação e análise de redes de afinidade desenvolvida por Monteiro (2012); a verificação da eficiência local (El) e da eficiência global (Eg), tendo como propósito inferências quanto ao comportamento apresentado pelas UEs ao longo dos anos; bem como apresentar possibilidades de caracterização topológica de redes baseadas na distribuição de eficiências (MONTEIRO, 2012).

Seguindo o modelo evolutivo proposto por Monteiro (2012) e Monteiro et al. (2014, p. 52), a identificação de cada UE analisada é composta no formato de cromossomos, tendo cada dado de atributo a característica de um gene. Para estabelecer uma padronização, fez-se necessária a construção de tabelas de convergências para parametrizar dos dados, resultando no cromossomo apresentado na Figura 1.

Figura 1. Composição do cromossomo da unidade de ensino.

UF		Código do Município							R	PM	PMm	TXA	P	N	NI	Pj
2	5	2	8	0	0	3	0	8	1	1	2	0	0	0	0	6

Fonte: Elaboração dos autores (2019).

A estrutura dos dados de composição genética do cromossomo é disposta no Quadro 2.

Quadro 2. Legenda da composição genética do cromossomo da unidade de ensino.

UF	Código da unidade federativa
Código do Município	Código de localização do município
R	Rede de ensino
PM	População municipal total
PMm	População municipal matriculada (1º ao 5º ano)
TXA	Taxa de aprovação (1º ao 5º ano)
P	Indicador de rendimento
N	Nota média padronizada
NI	Nota IDEB
Pj	Projeções

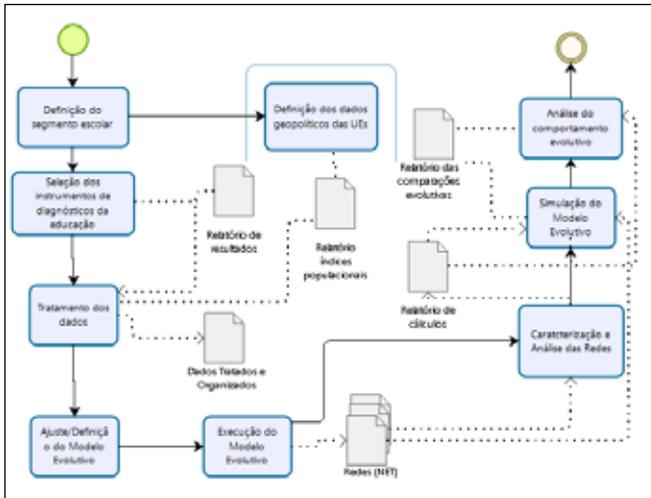
Fonte: Elaboração dos autores, 2019.

A segunda etapa do processo metodológico é marcada pelo processamento computacional do modelo evolutivo, no qual, segundo Monteiro et al. (2014, p. 51), os atores estabelecem uma relação de cooperação se houver uma afinidade mínima (ou seja, uma similaridade de atributos) entre elas. Para identificar tais afinidades entre os cromossomos que representam as UEs, utilizamos o *Affinity, software* desenvolvido pelo pesquisador supracitado na linguagem *GuaraScript*.

O detalhamento do processo metodológico é apresentado na Figura 2 por meio da visão geral das etapas de construção do estudo, destacando as ações concomitantes na fase de exploração dos dados (processos “Seleção dos instrumentos de diagnóstico da educação” e “Tratamento dos dados”), bem como o alto índice de insumos documentais

construídos (redes, relatórios de cálculos e relatório de comparações evolutivas) a partir da execução do modelo evolutivo.

Figura 2. Percurso Metodológico - Visão Geral do Processo



Fonte: Elaboração dos autores (2019).

Neste artigo o percurso metodológico é limitado à “Caracterização e Análise das Redes”, sendo gerados os relatórios de cálculos que serão utilizados para a “Simulação do Modelo Evolutivo”. Os próximos estudos apresentarão os resultados das etapas de “Simulação do Modelo Evolutivo” e as “Análise do comportamento evolutivo”.

Já a Figura 3 representa o modelo evolutivo e apresenta todas as etapas do seu processamento.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir das considerações apresentadas por Monteiro (2012), comparamos os valores das eficiências global e local da rede real com as redes híbridas, *small-world*, *scalefree* e *random*. A eficiência global é definida pela Equação 1:

$$E_g = \frac{1}{n(n-1)} \sum_{i,j \in n, i \neq j} \frac{1}{d_{ij}} \quad (1)$$

Onde: d_{ij} é a distância geodésica entre os vértices i e j .

Fonte: Monteiro (2012).

A eficiência local é definida pela Equação 2:

$$E_l = \frac{1}{n} \sum_{i,j \in n, i \neq j} E(G_i) \quad (2)$$

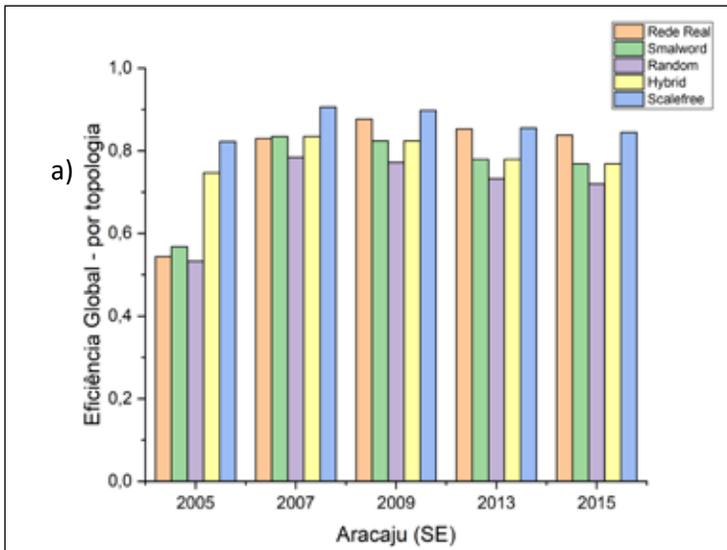
Onde: G_i é o subgrafo i .

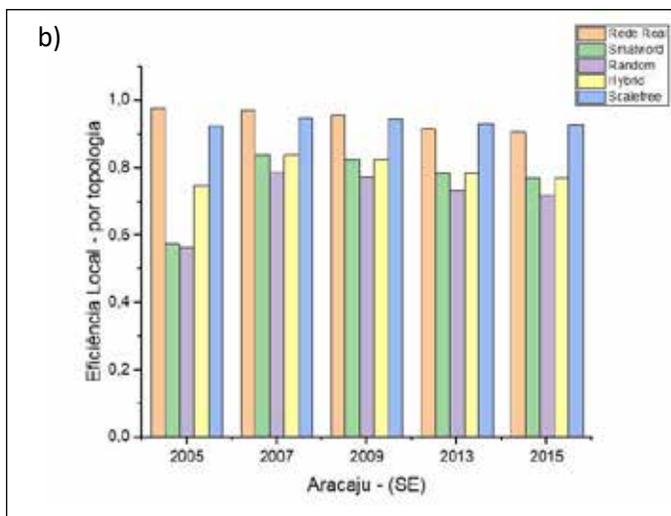
Fonte: Monteiro (2012).

Os valores das eficiências permitiram a comparação apresentada na Figura 4, na qual podemos observar que a eficiência local (E_l) da rede real e a da rede livre de escala

(*scalefree*) apresentaram uma maior equivalência, apontando para uma distribuição similar durante todos os anos analisados. Já em relação à distribuição da eficiência global (Eg), como observado na Figura 4, a rede do ano de 2005 apresenta equivalência de eficiência entre a rede real e a rede aleatória, caracterizando o princípio de uma rede *smallworld*, como discutido em Monteiro (2012, p. 46). O ano de 2007 também aponta uma equivalência de eficiência entre a rede real e a rede *smallworld*. Nos demais anos houve equivalência das eficiências local e global das redes reais com as da rede *scalefree*, caracterizando a lei de potência presente nas redes.

Figura 4. Eficiência local e eficiência global das redes de afinidade de Aracaju – SE por ano.





Fonte: Elaboração dos autores (2019).

Além da distribuição das eficiências, verificamos os demais índices das redes. Entre os anos de 2005 a 2015 não houve alteração no número de escolas no município de Aracaju – SE, o que justifica o número de vértices ter se mantido o mesmo. Em 2009 foi o ano em que houve mais afinidade entre as UE, quando houve grau médio (79,05). Ou seja, aproximadamente 80 UE se conectaram por afinidade.

Tabela 1. Índices descritivos das redes reais e redes equivalentes aleatórias para o município de Aracaju – SE por ano.

Aracaju / Anos	n= V	m= E	<k>	D	Δ	Q	Componente (Cg)
2005 (Rede Real)	106	2901	54,7	2	0,521	0,298	2
2005 (Rede Real)	106	2901	54,7	2	0,521	0,298	2
2005 (Random)	106	2257	42,58	2	0,406	0,084	1
2005 (CG-Rede Real)	73	2373	65,01	2	0,903	0,038	1
2005 (CG-Random)	73	2370	64,93	2	0,902	0,019	1
2007(Rede Real)	106	3919	73,94	3	0,704	0,072	1
2007 (Random)	106	3163	59,67	2	0,568	0,056	1
2009 (Rede Real)	106	4190	79,05	2	0,753	0,07	1
2009 (Random)	106	3027	57,11	2	0,544	0,065	1
2013 (Rede Real)	106	3924	74,03	3	0,705	0,104	1
2013 (Random)	106	2594	48,94	2	0,466	0,072	1
2015 (Rede Real)	106	3763	71	2	0,676	0,125	1
2015 (Random)	106	2450	46,22	2	0,44	0,077	1

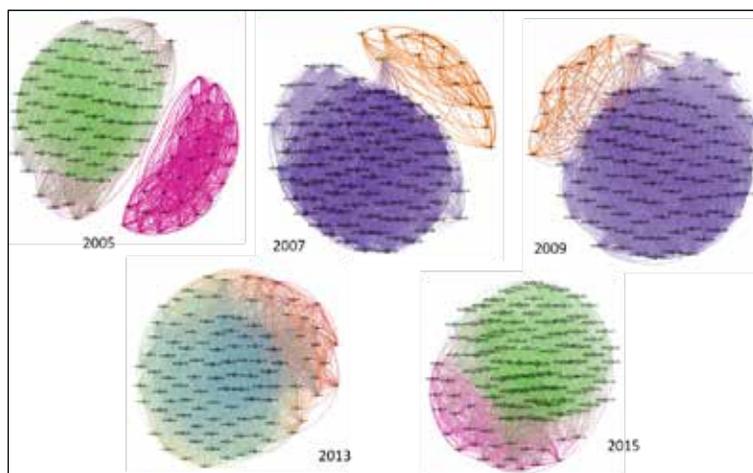
Fonte: Elaboração dos autores, 2019.

Todas as redes apresentaram alta densidade. Isto indica que as UEs são densamente conectadas entre si, sugerindo grande afinidade entre os atributos do cromossomo que representam as UEs. Para um processo de gestão de políticas públicas, esta informação pode apoiar uma distribuição similar de recursos, tendo em vista que as possibilidades de colaboração entre as UEs são maiores.

Outro índice que corrobora com a afirmação anterior é o caminho mínimo médio (l) em todas as redes ter sido de aproximadamente 2, o que mostra maior facilidade de fluxo informacional entre as UEs. Além disso, evidencia também que a ampliação da gestão informacional das UEs garante o aprimoramento do conhecimento para desenvolvimento educacional no sistema de ensino municipal.

Apenas em 2005 a rede apresentou dois componentes conectados, sendo que o componente gigante é composto por 68,97% das UEs conectadas, como observado na Figura 5. Foi necessária a realização dos cálculos da rede do componente gigante e sua comparação com a rede aleatória equivalente. Nos outros anos, todas as redes apresentaram apenas um componente, o que mais uma vez indica que o conjunto de UEs apresenta grande afinidade.

Figura 5. Redes de afinidade das unidades de ensino de Aracaju/SE (2005 – 2015).

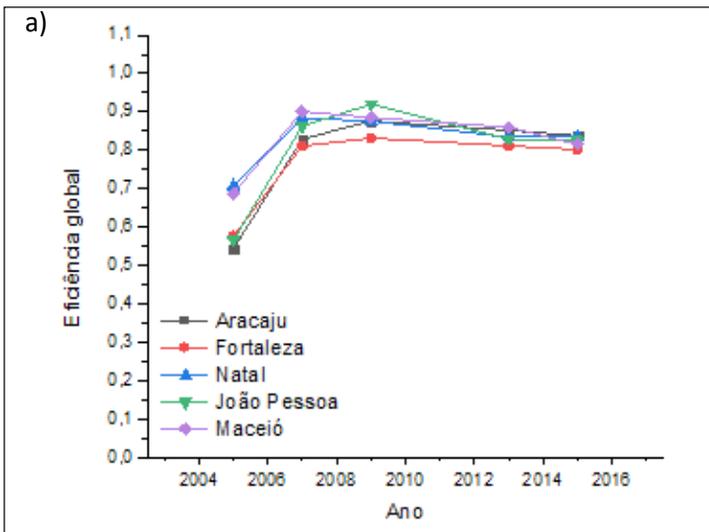


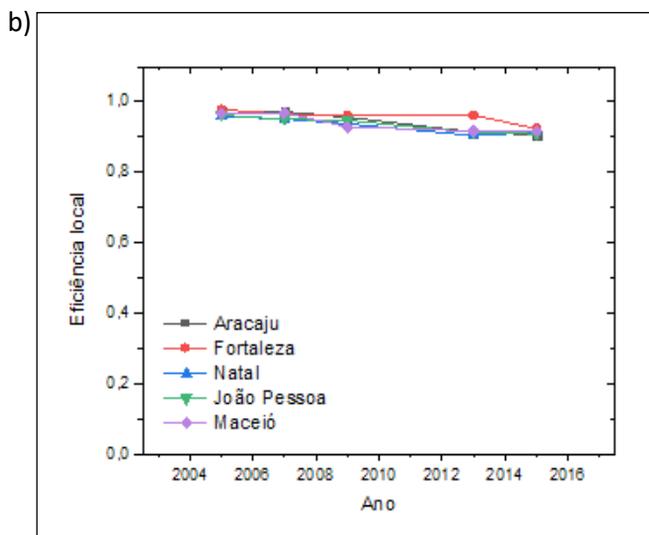
Fonte: Elaboração dos autores (2019).

Outro aspecto importante neste estudo refere-se ao comportamento apresentado pelas redes ao longo dos anos. Para esta análise apoiamos a discussão na importância da distribuição das eficiências. Como observado na Figura

5, a eficiência local (El), que segundo Carneiro (2014) é a medida de quão tolerante à falha é uma rede, aponta que entre os anos 2005 a 2015 o comportamento das UEs manteve o mesmo índice, o que diverge na Figura 6 sobre a eficiência global (Eg), tendo em vista que no ano de 2007 foi evidenciado um crescimento da Eg mantido até 2015. Isto indica um crescimento da rapidez de comunicação entre as UEs a partir do ano de 2007.

Figura 6. Eficiência local e eficiência global das redes de afinidade de Aracaju, Fortaleza, Natal, João Pessoa e Maceió por ano.





Fonte: Elaboração dos autores (2019).

5 CONCLUSÕES

Como apresentado, este estudo constitui-se numa introdução para o uso do modelo de redes de afinidade visando apoiar a gestão de políticas públicas educacionais. Tendo em vista que os sistemas de ensino municipais, estaduais e distritais são compostos por unidades de ensino (UEs) com atributos variados, estes podem estabelecer afinidades entre as unidades que possibilitam a colaboração entre elas.

Sugerimos a análise das redes desenvolvidas pelo modelo como um sistema de representação do conhecimento capaz de contribuir para a definição de processos colaborativos entre as UEs, a exemplo da transposição de recursos financeiros, materiais e humanos.

Observamos que o comportamento das eficiências, tanto local quanto global, em todas as redes de afinidade investigadas, foi similar, proporcionando uma leitura para a tomada de decisão em relação à aplicação de projetos destinados à melhoria da qualidade da aprendizagem, de modo que, de fato, as notas das projeções sejam atingidas até o ano de 2022.

Tendo em vista que as fontes primárias de difusão das informações educacionais estão dispostas em plataformas públicas, faz-se necessária a exploração dos dados e a realização de ajustes na limpeza em todos os relatórios complementares disponíveis. Por este motivo, destacamos a importância da concepção do tratamento e organização dos dados na aplicação do estudo como imprescindível para vinculação de atributos que permitam a identificação de afinidades reais entre as UEs.

Uma limitação desta pesquisa, que segue em fase de aprimoramento, é a grande quantidade de genes associado ao código do município, o que pode ter criado um ruído no modelo e implicado na alta conectividade observada nas redes.

REFERÊNCIAS

BRASIL. (2018) **Plano de Desenvolvimento da Educação Básica**. Brasília: Ministério da Educação, Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação – FNDE. Disponível em: <<http://download.mec.gov.br/fnde/pde.pdf>>. Acesso em: 30 jul. 2019.

BRASIL. (2014) **Metodologia utilizada para o estabelecimento das metas intermediárias para a trajetória do IDEB no Brasil, Estados, Municípios e Escolas**. Brasília: Ministério da Educação, INEP. Disponível em http://download.inep.gov.br/educacao_basica/portal_ideb/o_que_sao_as_metas/Nota_Tecnica_n2_metas_intermediarias_IDEB.pdf>. Acesso em: 30 jul. 2019.

CARNEIRO, T. K. G. (2014) **Redes de afinidade como estratégia de gestão pedagógica e difusão do conhecimento em cursos na modalidade a distância**. 145f. Tese (Doutorado em Difusão do Conhecimento). Universidade Federal da Bahia, Salvador. Disponível em <<https://repositorio.ufba.br/ri/handle/ri/16842>>. Acesso em: 30 jul. 2019.

LIMA NETO, J. L. A.; PEREIRA, H. B. B. (2017) A rede social de ajuda-mútua de Narcóticos Anônimos: a relevância do prestígio, da centralidade de intermediação entre os membros. In: **Revista Hispana para el Análisis de Redes Sociales**, 28(1): 91-103. Disponível em: <www.revistas.uab.es/redes>. Acesso em: 30 jul. 2019.

MONTEIRO, R. L. S. (2012) **Um modelo evolutivo para simulação de redes de afinidade**. 171f. Tese (Doutorado em Difusão do Conhecimento). Universidade Federal da Bahia, Salvador. Disponível em: <<http://www.repositorio.ufba.br/ri/handle/ri/12961>>. Acesso em: 30 jul. 2019.

MONTEIRO, R. L. S. et al. (2014) Evolution based on chromosome affinity from a network perspective. In: **Physica A**, n. 403, 2014. p. 276–283. Disponível em: [≤https://doi.org/10.1016/j.physa.2014.02.019>](https://doi.org/10.1016/j.physa.2014.02.019). Acesso em: 30 jul. 2019.

MONTEIRO, R. L. S. et al. (2015) An affinity-based evolutionary model of the diffusion of knowledge. In: **Obra digital: Revista de Comunicación, Catalunya**, n. 9.p. 44-57. Disponível em: [<http://repositoriosenaiba.fieb.org.br/handle/fieb/591>](http://repositoriosenaiba.fieb.org.br/handle/fieb/591). Acesso em: 30 jul. 2019.

WATTS, D. J. e Strogatz, S. H. (1998) Collective dynamics of smallworld networks. In **Nature**, n. 393, p. 440-442. Disponível em: [<https://www.nature.com/articles/30918>](https://www.nature.com/articles/30918). Acesso em: 30 jul. 2019.

USO DE *SMARTPHONES* COMO FERRAMENTA TECNOLÓGICA PARA O APRENDIZADO EM ALGORITMOS DE PROGRAMAÇÃO

Anderson da Silva Santos

Leandro Brito Santos

Alile Fixina do Carmo

Algoritmos e programação é um componente curricular presente em todas as graduações de engenharia. De modo geral, muitos alunos apresentam dificuldades em realizar atividades práticas de implementação dos programas. É comum, por parte dos estudantes, uma repulsa a este componente devido aos paradigmas em que as linguagens de programação estão inseridas, à construção de um modelo lógico para a criação dos programas e até mesmo à dificuldade no acesso ao computador para produzir tais programas. Assim, visando contemplar discussões relacionadas à aprendizagem de algoritmos e programação, este trabalho propõe apresentar *Apps* que permitem realizar a implementação de programas em *smartphones*. Este ambiente de aprendizado é conceituado como *mobile learning* e oferecer grandes benefícios para os estudantes. Ao final apresentamos uma tabela

comparativa dos achados, assim como as telas com um exemplo implementado.

1 INTRODUÇÃO

É crescente evolução tecnológica e a introdução da Indústria 4.0 baseada em máquinas que coletam e analisam dados, tomam decisões e permitem ganhos em produtividade, qualidade e rentabilidade, aliando tecnologia avançada com a gestão e controle (MORAIS; MOURA; DENANI, 2018). Tal evolução torna o mundo cada vez mais automatizado, com máquinas industriais capazes cada vez mais de trabalharem sozinhas, continuamente, gerando produtos de forma rápida e eficiente (ÉPOCA NEGÓCIOS, 2020).

A automatização e o desenvolvimento tecnológico acompanham o progresso da programação. É através dela que o homem consegue se comunicar com as máquinas, realizando instruções para que possam produzir de forma automatizada. A programação é uma ferramenta importante e aprender a programar deve ser algo a ser motivado em todos os níveis de ensino, tornando possível o atendimento a futuras demandas de vagas na área da Tecnologia da Informação (TI) – uma área que só tende a crescer com a Indústria 4.0.

Hoje, a maioria dos cursos de exatas, na graduação, tem disciplinas na área de programação em sua grade. Segundo a Code (www.code.org), uma fundação sem fins lucrativos que quer incentivar todos a programar, em 2020 haverá 1,4 milhão de novas vagas para programadores nos Estados Unidos. No Brasil, dados da SOFTEX apontam para um *déficit* aproximado de 408 mil profissionais de TI em 2022, o que pode vir a gerar uma perda de receita de R\$ 167 bilhões

para a indústria deste setor. Outro levantamento realizado pela empresa Cisco fez a previsão de aproximadamente 12 bilhões de conexões de dispositivos móveis e Internet das Coisas (IoT) em 2022, ou seja, *smartphone* ou *tablet* e qualquer dispositivo embarcado (COMPUTER WORLD, 2020).

O objetivo do estudo é despertar o interesse dos jovens estudantes para a área da programação e buscar reverter os déficits de profissionais e, conseqüentemente, das receitas. Os Ministérios da Educação (MEC) e da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações (MCTIC) lançaram em 2014 o programa Brasil Mais TI - um projeto inovador e dinâmico de educação à distância com foco no conhecimento, capacitação e oportunidades que oferece mais de 35 diferentes cursos de Introdução à Tecnologia da Informação, programação, desenvolvimento de competências e conteúdos *gamificados*.

O aprendizado da programação é limitado a práticas constantes, sendo necessário um computador para seu desenvolvimento. Assim, visando promover o interesse e o hábito da programação, este artigo tem como intuito apresentar a ideia da *mobile learning*.

Segundo Oliveira e Medina (2007), *mobile learning* é a utilização de dispositivos móveis, a exemplo de *smartphones*, no processo de ensino e aprendizagem. O uso de *smartphone* no Brasil tem crescido demasiadamente. O presente trabalho apresenta dados que justificam o uso da programação por meio de *smartphones* com foco em incentivar o aprendizado tomando como base os princípios do *mobile learning*. Mostra também maneiras de programar em algoritmos por meio de um *kit* de desenvolvimento, sendo um incentivo à diminuição das demandas de programadores.

A automatização, a programação de sistemas e o desenvolvimento tecnológico são conceitos e práticas largamente apresentadas nas graduações das engenharias. Contudo, ao explorar a temática, muitos estudantes desconhecem a possibilidade de utilizar o *smartphone* ou *tablet* como ferramenta de desenvolvimento e tendem a não aplicar o aprendizado em ambiente *mobile*. Este modelo se destina ao desenvolvimento de projetos de IoT utilizando a interface de conexão USB On-The-Go (OTG), transformando desta maneira o *smartphone* em uma estação de trabalho.

Neste capítulo abordamos e exploramos a proposta de um ambiente de aprendizado como ferramenta tecnológica para aprender algoritmos e programação e como resultado apresentar a comparação do Ambiente de Desenvolvimento Integrado (IDE) e seus recursos, assim como um modelo de ambiente para aprendizado.

2 REVISÃO DA LITERATURA

A Indústria 4.0 pertence a uma nova era industrial, caracterizada pelo uso de sistemas inteligentes. Assim, ter conhecimentos sobre programação é essencial para se adaptar a essa nova era. Segundo Vermulm (2018), algumas das tecnologias mais relevantes para a indústria 4.0 são: os sensores e atuadores, a *internet* das coisas (sistemas compostos por *hardwares* e *softwares* que viabilizam a interligação e a comunicação entre objetos), o *Big Data* (processamento e armazenamento de grandes bases de dados estruturados e não estruturados), a computação em nuvem, a inteligência artificial, as tecnologias de comunicação sem fio e a robótica.

Aprender algoritmos e programação, em qualquer linguagem, está totalmente ligado à Indústria 4.0, sendo que,

para se adaptar de forma mais rápida, temos que aproveitar as novas tecnologias de ensino, tais como a “aprendizado móvel”. O conceito *mobile learning* ou aprendizagem móvel é entendido como a integração das tecnologias móveis em contexto educativo. Segundo Lencastre e Magalhães (2016), o *mobile learning* permite ao estudante ser mais produtivo e criativo enquanto consome e interage com a informação.

Contudo, se os dispositivos móveis são essenciais nas nossas vidas, porque não os usarmos em contexto educativo? É o que questiona Carvalho (2015), além de afirmar ser possível concretizar o *mobile learning* considerando que sempre temos à mão um *smartphone* ou *tablete*, o que possibilita que a aprendizagem ocorra em qualquer lugar e a qualquer hora (MOURA, 2011).

Segundo o Centro de Tecnologia de Informação Aplicada da Escola de Administração de Empresas de São Paulo da Fundação Getúlio Vargas (FGVcia, 2018), o número de *smartphones* atualmente é maior que o de habitantes. São 230 milhões de *smartphones* em uso no Brasil contra 210,1 milhões de habitantes, segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2019).

Conforme Barcelos et al. (2009), a maioria dos alunos têm dispositivos móveis com potencial para oferecer diferentes níveis de envolvimento. Com uso mais flexível e otimizado do tempo, estes poderiam usar tais tecnologias em qualquer lugar e em qualquer momento, ampliando a possibilidade de uso educacional de recursos que hoje já estão sendo utilizados para comunicação e lazer.

A utilização dos dispositivos móveis no ensino de algoritmos tem a possibilidade de oferecer aos estudantes diversas vantagens, tais como a compreensão dos conceitos de

algoritmos envolvendo informação audiovisual, a construção e compilação de algoritmos, o compartilhamento de resultados, a produção de vídeos e animações, a realização de exercícios propostos, a construção de exemplos de fluxogramas, a aplicação da teoria através de textos, além de lhes oportunizar a escolha do estilo de aprendizagem (BARCELOS; TAROUÇO; BERCHT, 2009).

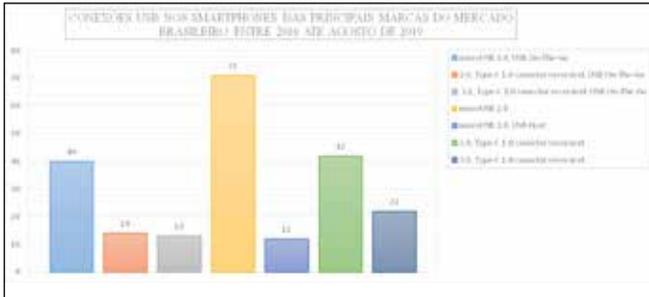
Por outro lado, segundo Da Silva (2017), a tecnologia OTG torna possível utilizar periféricos USB em dispositivos móveis por meio de um cabo OTG, tais como: *pendrives*, *mouse*, teclados, equipamento concentradora (HUB) e outros. Assim é possível facilitar o uso da programação em *smartphones*, por exemplo, usando um teclado que possibilite a digitação do código no IDE de modo a garantir que os jovens tenham incentivo para aprender a programar.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

Esta pesquisa é do tipo experimental e realizadas em três fases. A primeira com o estudo bibliográfico sobre *learning mobile*; a segunda com a instalação dos aplicativos gratuitos da *Google Play Store*; e a terceira fase com a implementação dos algoritmos no *smartphone*. As duas últimas fases foram realizadas no laboratório de informática do Centro Multidisciplinar de Bom Jesus da Lapa (CMBJL) – UFOB.

Podemos perceber na Figura 1 alguns *smartphones* lançados entre 2016 e 2019 no mercado nacional para qual o tipo de conexão USB era oferecido. Além disso, nota-se que o tipo *On-The-Go* está disponível na grande maioria e com isso podem ser utilizados como interface de I/O para dispositivos externos.

Figura 1: Conexão USB dos principais *smartphones* do mercado brasileiro.



Fonte: Elaboração dos autores (2020).

Após a verificação do *smartphone*, verificamos o *App* para desenvolvimento com linguagem de programação. O foco dos testes foi verificar a compilação do código e o uso do aplicativo *off-line*. Os testes foram realizados em aplicativos gratuitos *mobile* da plataforma *Android*, que tem como funcionalidade ser um IDE para programação focado na linguagem C.

Tabela 1: *App* encontrados na *Play Story* do *Android* para desenvolvimento.

Aplicativos linguagem C	Versão
Cxxdroid- C++ <i>compiler</i> IDE for <i>mobile development</i>	2.0_arm64
<i>Coding C- The offline C compiler</i>	1.0.6
<i>CppDroid-C/C++ IDE</i>	3.3.3

Fonte: Elaboração dos autores (2020).

Para testar os aplicativos utilizamos o *smartphone Redmi note 7* da marca *Xiaomi*, cuja escolha se deu de forma aleatoriamente dentre os modelos que suportam conexão OTG. Em seguida utilizamos um teclado USB com cabo OTG para facilitar a digitação do código, como pode ser observado na Figura 2.

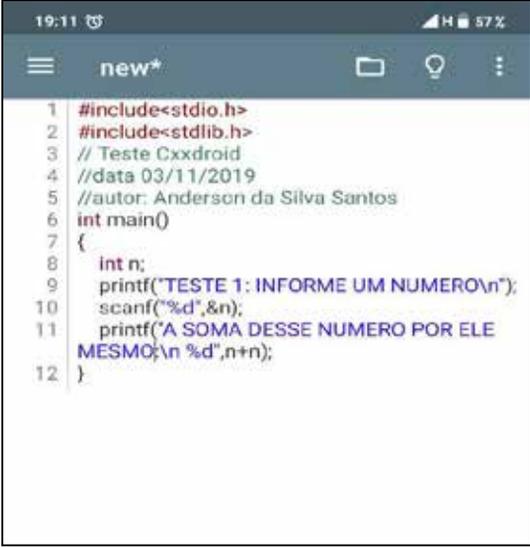
Figura 2: *Smartphone* com teclado via USB/OTG.



Fonte: Arquivo dos autores (2020).

Além disso, implementamos nos aplicativos um código fonte simples na linguagem C para verificar sua funcionalidade, conforme mostram as Figuras 3, 4 e 5. A implementação que foi realizada na linguagem de programação C teve como o objetivo foi verificar as funcionalidades para a produção deste algoritmo. Sua efetivação nos três programas indicados nas figuras a seguir é um exemplo simples de *input* e *output* de texto.

Figura 3: Código para teste no *Cxxdroid*.

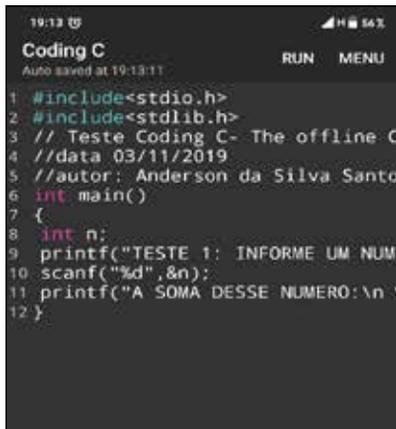


The image shows a screenshot of the Cxxdroid application interface. At the top, there is a status bar with the time 19:11, signal strength, Wi-Fi, and 57% battery. Below that is a header bar with a hamburger menu icon, the text 'new+', a home icon, a lightbulb icon, and a vertical ellipsis icon. The main area displays C++ code with line numbers 1 through 12. The code includes standard headers, a date and author comment, and a main function that prompts the user to enter a number and then prints the sum of that number with itself.

```
1 #include<stdio.h>
2 #include<stdlib.h>
3 // Teste Cxxdroid
4 //data 03/11/2019
5 //autor: Anderson da Silva Santos
6 int main()
7 {
8     int n;
9     printf("TESTE 1: INFORME UM NUMERO\n");
10    scanf("%d",&n);
11    printf("A SOMA DESSE NUMERO POR ELE
12    MESMO:\n %d",n+n);
}
```

Fonte: Arquivo dos autores (2020).

Podemos verificar na Figura 4 que existe um menu intuitivo para criar pasta e que a opção de compilação está oculta no menu principal.

Figura 4: Código para teste no *Coding C*.


```

19:13
Coding C
Auto saved at 19:13:11
RUN MENU

1 #include<stdio.h>
2 #include<stdlib.h>
3 // Teste Coding C- The offline C
4 //data 03/11/2019
5 //autor: Anderson da Silva Santos
6 int main()
7 {
8     int n;
9     printf("TESTE 1: INFORME UM NUMERO\n");
10    scanf("%d",&n);
11    printf("A SOMA DESSE NUMERO:\n %d",n);
12 }

```

Fonte: Arquivo dos autores (2020).

Além disso, no *App Coding C* observa-se um menu e um botão para executar o código fonte.

Figura 5: Código para teste no *Cppdroid*.


```

19:17
CppDroid
*project_nov03a.cpp
Navigator Editor

1 #include<stdio.h>
2 #include<stdlib.h>
3 // Teste CppDroid- C/C++ IDE
4 //data 03/11/2019
5 //autor: Anderson da Silva Santos
6 int main()
7 {
8     int n;
9     printf("TESTE 1: INFORME UM NUMERO\n");
10    scanf("%d",&n);
11    printf("A SOMA DESSE NUMERO POR ELE MESMO:\n %d",n+n);
12 }
13 |

Remove ad banner Get premium!
Diagnostics Analysis
Line Col Message

```

Fonte: Arquivo dos autores (2020).

Na Figura 5 verificamos o código fonte implementado no *App Cppdroid*. Neste é possível identificar no menu as opções de executar, salvar e compilar (símbolo de um raio).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O resultado deste trabalho tem o enfoque nas funcionalidades dos *Apps* e nos recursos que são oferecidos para ajudar o programador. Para isso fizemos um recorte que é apresentado na Tabela 2 contendo as seguintes informações: nome dos *Apps*; versão; se apresenta a funcionalidade de compilação; se é possível trabalhar em modelo *offline*. Os resultados e discussões apresentadas nesta seção contemplam os testes e os parâmetros utilizados (se o código foi compilado e a possibilidade de implementar no modo *offline*).

Tabela 2: Resultado simplificado dos testes.

Aplicativos linguagens C	Versão	Pode compilar?	Trabalha <i>offline</i>?
<i>Cxxdroid- C++ compiler IDE for mobile development</i>	2.0_arm64	Sim	Sim
<i>Coding C- The offline C compiler</i>	1.0.6	Sim	Sim
<i>CppDroid-C/C++ IDE</i>	3.3.3	Sim	Sim

Fonte: Elaboração dos autores (2020).

Cppdroid

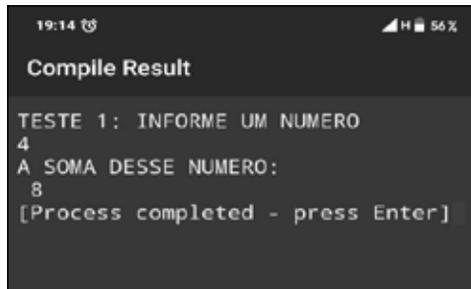
Podemos observar as compilações nas Figuras 6, 7 e 8. A partir destas podemos compreender a usabilidade dos *Apps* e as funcionalidades disponíveis após a compilação do algoritmo. De modo geral todos apresentam uma tela de *prompt* de comandos comum e apenas um botão para retornar e acessar a tela principal do aplicativo.

Figura 6: Compilação do *App Cxxdroid*.



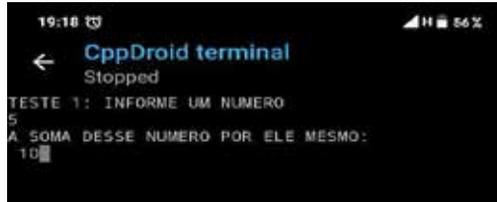
Fonte: Arquivo dos autores (2020).

Figura 7: Compilação do *App Coding C*.



Fonte: Arquivo dos autores (2020).

Figura 8: Compilação do App *CppDroid*.



Fonte: Arquivo dos autores (2020).

Conforme apresentado, verificou-se que é possível programar em dispositivos móveis usando os conceitos de *mobile learning*, mesmo *offline*. As vantagens deste ambiente estão:

- Mobilidade, pois é possível acessar o programa em qualquer espaço físico;
- Expansibilidade, pois é possível incluir um *hub* USB para adaptar novos dispositivos e aumentar a *interface* de comunicação;
- Interação homem-máquina e a usabilidade, pois o usuário de *smartphone* apresenta a capacidade técnica para manuseia os aplicativos;
- Limitação de recursos em comparação aos programas que são executados em ambiente *desktop*;
- Limitação para realizar a comunicação com outros dispositivos (computador, *notebook*, *smartphone*, *tablet*).

5 CONCLUSÕES

Após os testes podemos concluir que a inserção de dispositivos móveis no ensino da programação é algo promissor, pois possibilita a obtenção de resultados instantaneamente

mesmo sem acesso à *internet*. Com o desenvolvimento da Indústria 4.0 e as recentes melhorias nos *smartphones*, como a tecnologia OTG, o uso destes pode ser uma tendência também para a programação industrial, sendo proveitoso tanto para o aprendizado quanto para o desenvolvimento na indústria.

REFERÊNCIAS

BARCELOS, R.; TAROUCO, L.; BERCHT, M. O uso de mobile learning no ensino de algoritmos. **RENOTE**, v. 7, n. 3, p. 327–337, 21 dez. 2009.

CARVALHO, A. A. A. **Apps para dispositivos móveis: manual para professores, formadores e bibliotecários**. [S.l: s.n.], 2015.

DA SILVA, G. F. **Análise de um movimento utilizando o aplicativo vidanalysis free**. [S.l: s.n.], 2017.

LENCASTRE, J. A.; MAGALHAES, C. **Mobile Learning: potencial de inovação pedagógica EPRIS-E-learning em estabelecimentos prisionais View project**. [S.l: s.n.], 2016. Disponível em: <<https://www.researchgate.net/publication/313838931>>. Acesso em: 3 nov. 2019.

MORAIS, M. de O.; MOURA, I. de; DENANI, A. L. **A integração entre conhecimento, inovação e indústria 4.0 nas organizações / Integration between knowledge, innovation and industry 4.0 in organizations | Morais | Brazilian Journal of Development**. Disponível em: <<http://www.brazilianjournals.com/index.php/BRJD/article/view/359>>. Acesso em: 2 nov. 2019.

OLIVEIRA, L.; MEDINA, R. D. **Desenvolvimento de aplicações m-Learning nas plataformas.** J2ME e Flash Lite. 2007.

VERMULM, R. **POLÍTICAS PARA O DESENVOLVIMENTO DA INDÚSTRIA 4.0 NO BRASIL.** [S.l: s.n.], 2018.

ÉPOCA NEGÓCIOS (São Paulo). Globo. **Brasil tem 230 milhões de smartphones em uso: entre smartphones, computadores, notebooks e tablets, país tem dois dispositivos por habitante.** 2020. Disponível em: <<https://epocanegocios.globo.com/Tecnologia/noticia/2019/04/brasil-tem-230-milhoes-de-smartphones-em-uso.html>>. Acesso em: 13 dez. 2019.

COMPUTER WORLD (São Paulo). Globo (Ed.). **Cisco prevê 12 bilhões de conexões de dispositivos móveis e IoT em 2022:** Em 2022, móvel representará quase 20% do tráfego IP global e chegará a 930 exabytes. 2020. Disponível em: <<https://computerworld.com.br/2019/02/19/cisco-preve-12-bilhoes-de-conexoes-de-dispositivos-moveis-e-iot-em-2022/>>. Acesso em: 13 dez. 2019.

MOURA, A. M. C. et al. **Apropriação do telemóvel como ferramenta de mediação em mobile learning:** estudos de caso em contexto educativo. 2011. Tese (Doutorado em 2011). Universidade do Minho. Braga. Disponível em <<http://repositorium.sdum.uminho.pt/handle/1822/13183>>. Acesso em 21 dez 2019.

INFLUÊNCIA DO CONHECIMENTO EM PROGRAMAÇÃO NA EDUCAÇÃO BÁSICA NA ESCOLHA DO CURSO SUPERIOR

Caroline Dias Paim de Souza Reis

Bruno Carreiro da Silva

Roberto Luís Souza Monteiro

Hernane Borges de Barro Perreira

Dados econômicos apontam que o mercado de tecnologia se mantém aquecido apesar da crise econômica que o país enfrenta. Entretanto, existe um *déficit* de mão de obra no setor difícil de ser superado devido à baixa atratividade de alunos para cursos superiores de computação, além do fato de estes cursos enfrentarem grandes índices de evasão dos estudantes. Nesse contexto, este artigo objetiva investigar se jovens com conhecimento prévio em computação tendem a permanecer na área para cursos de graduação. Para tal foram realizadas entrevistas com candidatos ao ENEM 2016 em duas escolas da cidade de Salvador visando verificar qual a área em que desejavam fazer o curso superior. Os dados foram analisados levando-se em consideração o perfil de alunos que fizeram cursos relacionados à computação durante o ensino médio. Como resultado observou-se

que os alunos que tinham conhecimento na área de computação demonstraram interesse em graduar-se na área de tecnologia.

1 INTRODUÇÃO

De acordo com dados consolidados da Associação Brasileira das Empresas de Software (ABES) para o ano de 2018, o crescimento dos investimentos em tecnologia da informação (TI) foi de 9,8% em comparação ao ano de 2017 - crescimento este maior que a média mundial que foi de 6,7% para o mesmo período. Esses investimentos colocam o Brasil na 9ª posição no *ranking* dos investimentos no setor para o ano de 2018. Ainda de acordo com o mesmo estudo, em 2018 o mercado interno de TI movimentou 46 bilhões de dólares.

Dados publicados pela Revista Computação Brasil (2007) informam que existe uma crescente demanda por profissionais de TI no Brasil. Porém, segundo Cabral (2007), a procura por cursos superiores na área é baixa e tem grande evasão. Além disso, segundo dados extraídos do censo da educação realizado pelo Instituto Nacional de Estudos e pesquisas educacionais Anísio Teixeira (INEP) no ano de 2014, os dados de cursos ofertados, matrículas e alunos concluintes para todo o território nacional apresentam números de alunos concluintes muito inferior ao número de alunos matriculados. A Tabela 1 apresenta a consolidação desses dados.

Tabela 1. Distribuição entre os cursos de TI e Computação.

	Nº de cursos	Matrícula	Concluintes
Ciências da Computação	1166	157.641	19.631
Engenharia de Computação	197	28.101	1.905
Processamento da Informação	673	82.983	11.700

Fonte: Instituto Nacional de Estudos e pesquisas educacionais Anísio Teixeira, 2014.

A consolidação do número de alunos matriculados e concluintes para cursos de TI em todo o Brasil apresenta uma grande diferença entre o número de alunos ingressantes e de alunos que conseguem se formar. O número de concluintes para o curso de Ciências da Computação corresponde a 35,81% dos alunos entrantes para 2014. Para o curso de Engenharia de Computação apenas 18,73% dos alunos concluintes em relação ao número de alunos matriculados. Já no curso de Processamento da Informação a relação entre alunos matriculados e concluintes é de 34,89%. Após a análise de dados apresentados pelo INEP é importante observar os motivos para uma evasão tão significativa em cursos desta área.

Fazendo uma comparação com cursos mais tradicionais vemos que a taxa de evasão nos cursos de computação é maior. É possível observar na tabela a seguir que a relação entre alunos entrantes e alunos concluintes no curso de Pedagogia é de 60,51%. No curso de Direito esse dado passa a ser de 44,04%. Já no curso de medicina, 69,05% dos alunos concluíram o curso. A Tabela 2 apresenta a consolidação dessas informações.

Tabela 2. Informações de Cursos mais tradicionais

	Nº de cursos	Matrícula	Concluintes
Pedagogia	1.618	92.625	56.046
Direito	1.145	217.279	95.693
Medicina	251	23.233	16.043

Fonte: Instituto Nacional de Estudos e pesquisas educacionais Anísio Teixeira, 2014.

Observou-se na publicação Estratégias de TIC 2022, realizada pela BRASSCOM – Associação Brasileira das Empresas de Tecnologia da Informação e Comunicação - que em 2013 o *déficit* de profissionais do setor era de 200 mil. Um estudo do Observatório SOFTEX – Associação para a promoção da Excelência do *Software* Brasileiro - no seu relatório anual de 2013, aponta que em 2022 esse *déficit* será de 408 mil profissionais. No mesmo estudo do ano 2018 foi feita uma projeção de que nos anos de 2019 a 2024 será necessário anualmente a inclusão 70 mil profissionais para assumir novas vagas no setor.

Considerando esse cenário, decidiu-se investigar o interesse que os candidatos ao ENEM 2016 tinham em ingressar em cursos de graduação na área de TI. Também foi realizada uma análise das escolhas de alunos com conhecimento em programação construído durante o ensino médio. Para realizar essa ação foram realizadas entrevistas com os candidatos nos dias das provas a fim de verificar a intenção de ingressar na área de computação na graduação. O mesmo formulário foi respondido pelos alunos do curso técnico em Informática do SENAI-BA, tendo sido comparados os dados levantados entre os dois grupos de participantes.

2 REVISÃO DA LITERATURA

As discussões sobre a importância do ensino de computação no ensino médio no Brasil começou a ter maior relevância em 2004 quando o Grupo de Trabalho de Licenciatura em Computação (GT3) da Sociedade Brasileira de Computação – SBC, durante o congresso da SBC em Salvador, aprovou em assembleia a proposta de incluir no ensino médio conteúdos de computação e informática com o objetivo de que os alunos pudessem desenvolver competências na área desde cedo e assim despertar o seu interesse pela área de computação.

A introdução de computação na educação básica é fundamental. Porém, no Brasil, as iniciativas ainda são muito discretas e ainda existe uma dificuldade na percepção da diferença entre informática básica e computação. O ensino de informática básica é entendido como a manipulação de aplicativos tais como editores de textos, planilhas eletrônicas e navegadores de internet, trabalho este muito bem desenvolvido em projetos de inclusão digital cuja finalidade maior é a de ensinar noções básicas para o uso do computador. No caso do ensino de computação, o foco está na utilização do raciocínio computacional para solução de problemas de qualquer natureza.

Silva (2016) defende que o ensino de conceitos básicos em computação na educação básica é essencial para o desenvolvimento do raciocínio computacional desde cedo em crianças e adolescentes. De acordo com Wing (2006), podemos definir o conceito de “pensamento computacional” como a capacidade de solucionar problemas, projetar sistemas e a compreensão do comportamento humano.

Para Barcelos (2012), ao apresentar o pensamento computacional na educação básica, os alunos conseguem aplicar esses conhecimentos na solução de problemas de qualquer

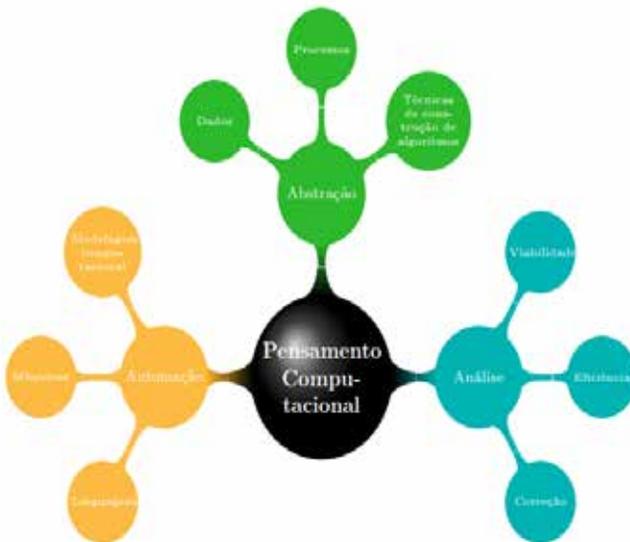
domínio de maneira interdisciplinar. A introdução do ensino de computação na educação básica trará alguns reflexos para a sociedade, pois os alunos poderão se beneficiar desse conhecimento para a resolução de problemas independente da área de atuação profissional. Também irá contribuir para desmistificar o papel do profissional de computação, bem como para aproximar os alunos para o tema, gerar interesse para graduar-se na área de computação e diminuir o índice de reprovação em lógica de programação na graduação.

Para Andrade (2013), o pensamento computacional está apoiado sobre três pilares: abstração, automação e análise. A abstração é um mecanismo importante na resolução de problemas, pois permite extrair apenas as características mais relevantes do problema para chegar à sua solução de forma mais simples. A abstração possui três aspectos: dados, processos e técnicas de construção de algoritmos. Podemos entender o aspecto “dado” como abstrações das informações para visualização da solução de um determinado problema. Em “processos” focamos nas abstrações necessárias para a criação do algoritmo que apresentará a solução. Já o foco da “técnica de construção de algoritmos” se refere à utilização de técnicas para a solução de problemas complexos de maneira simples.

A automação é a mecanização de tarefas manuais através do uso de computadores. A automação tem três aspectos: máquina, linguagem e modelagem computacional. Nesse pilar será o momento de definir que tipo de máquina será utilizada na automação da solução proposta e qual será a linguagem de programação utilizada para escrever o algoritmo e para a aplicação de modelos computacionais visando a solução do problema.

A análise se refere ao estudo de um problema de forma que se realize uma argumentação crítica sobre a natureza do problema e suas possíveis soluções. Existem três tipos de análise: viabilidade, correção e eficiência. A análise irá verificar se existe solução computacional para o problema, se o algoritmo proposto realmente resolve o problema e a eficiência do algoritmo proposto para a solução do problema. A Figura 1 apresenta os pilares do pensamento computacional, a automação, análise e abstração.

Figura 1. Pilares do Pensamento Computacional



Fonte: Ribeiro, 2017.

2.1 TRABALHOS CORRELATOS

O trabalho desenvolvido por Garcia (2008) tem como objetivo capacitar alunos do ensino médio para resolver problemas de lógica de programação e de estrutura de dados, visando despertar o interesse dos jovens para a área de computação. Foi proposto um curso de programação para alunos do ensino médio com faixa etária de 14 a 18 anos de escolas públicas e particulares, sendo selecionados 33 alunos, cuja maioria era proveniente de escolas públicas. Todo o projeto teve duração de 228 horas realizadas durante 10 meses. A linguagem de programação utilizada foi a linguagem C. Como resultado registrou-se que dos 33 alunos inscritos, 17 concluíram o curso. Todos os alunos desistentes eram da rede pública de educação. O texto informa que os alunos demonstraram interesse em permanecer na área de TI, mas não apresenta dados estatísticos.

O trabalho proposto por Marques (2011) apresenta um projeto desenvolvido pelo Programa de Licenciatura cujo objetivo era oferecer uma oficina para alunos do ensino médio com a intenção de atraí-los para a área de TI. Foi realizada uma oficina para ensinar lógica de programação para alunos utilizando jogos digitais como fator motivacional. A oficina teve duração de 16 horas divididas em 4 aulas de 4 horas cada aula. Foram ofertadas 25 vagas para alunos de escolas públicas. Apesar de todas as vagas terem sido preenchidas, apenas 18 alunos apareceram no primeiro dia de aula e na última aula estavam presentes 16 alunos. Ao final da oficina foi aplicado um questionário para avaliar a qualidade das aulas ministradas. Entre as perguntas foi questionado se os alunos tinham interesse em fazer vestibular para área de informática. 56% (nove alunos) responderam que fariam vestibular para área de TI, 38% (seis alunos) não

sabiam e 6% (um aluno) não respondeu à pergunta. Nas conclusões desse estudo percebeu-se que a oficina aumentou o interesse de alunos pela área de informática. Apesar dos participantes terem demonstrado interesse pela área percebeu-se a necessidade de realizar novamente a oficina e mapear o interesse dos alunos pela área de TI antes do início, além de acompanhar os alunos egressos da oficina a fim de certificar se efetivamente ingressaram em cursos superiores na área.

Outro trabalho que oferece contribuições acerca do ensino de computação na educação básica e o interesse de alunos em permanecer na área de TI é o de França (2012). Este descreve que foram desenvolvidas em uma escola pública do estado de Pernambuco nove atividades de computação desplugada e linguagem de programação com *Scratch*. No final de cada atividade era verificado o interesse dos alunos pela área, com um índice de 83,3% de interesse. O uso da ferramenta *Scratch* teve aprovação de 91,7% por parte dos alunos.

No trabalho desenvolvido por Mata (2013) é apresentada uma prototipação de ambiente de programação lúdico com intuito de preparar alunos do ensino médio para uma olimpíada de informática. A ideia é tornar atrativo o aprendizado de programação e dessa maneira incentivar o aluno a ingressar em cursos superiores na área de computação. A proposta é um jogo de perguntas e respostas no qual as perguntas são dominadas de segredos. A cada descoberta de um segredo o aluno ganhará pontos e no final da rodada dos segredos, caso o aluno atinja entre 70 e 100%, receberá a chave, símbolo do conhecimento, para abrir um cadeado que representa o conhecimento guardado e poderá passar para a nova fase. Entende-se que o jogo ajuda a estimular os alunos a participarem de cursos de computação na graduação por desmistificar a dificuldade em

lógica de programação apresentada nas disciplinas de programação por diversos alunos na graduação.

O trabalho apresentado por Jesus (2014) descreve os métodos utilizados e as experiências adquiridas na aplicação do desenvolvimento de jogos digitais como um fator motivador para alunos de computação de diferentes níveis de ensino a se manter em carreiras de TI. O projeto abrangeu dois cursos de modalidades diferentes: curso técnico em informática integrado ao ensino médio e o curso de licenciatura em computação de nível superior. Os alunos deveriam desenvolver jogos com o método proposto pelo grupo. Essas atividades foram inseridas em disciplinas dos cursos que os alunos já cursavam. No curso técnico tiveram 26 alunos participando das atividades. Ao final da disciplina foi aplicado um questionário onde se perguntava se o aluno pretende seguir carreira em TI ou em área relacionada. Obteve-se respostas de que 30,77% (oito alunos) afirmaram que pretendiam ficar na área de TI, 19,23% (cinco alunos) informaram que não e 50% (13 alunos) registraram que talvez permanecessem na área.

Apesar de diversas abordagens relatadas nos trabalhos pesquisados, percebe-se que as intenções visam despertar o interesse de alunos cada vez mais cedo para conhecer um pouco sobre a área de computação. E apesar da dificuldade para medir ou acompanhar os alunos, fica clara a tendência em alunos que têm algum conhecimento em programação de permanecer nesta área.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

Para determinar a intenção em escolher cursos de TI no curso superior foi realizada uma pesquisa com dois públicos: candidatos do ENEM 2016 e alunos do Curso Técnico em

Informática do SENAI-BA. Para acessar o público do ENEM foram definidas duas escolas estaduais baseadas no número de alunos que iam realizar prova nos locais – o Colégio Luís Viana no bairro de Brotas e o Instituto de Educação Isaias Alves - ICEIA - no bairro do Barbalho, ambas na cidade de Salvador - BA. Uma terceira instituição foi incluída no roteiro de pesquisa pela proximidade do ICEIA, a Escola Getúlio Vargas.

Nos dias 05 e 06 de novembro de 2016 foi realizada uma pesquisa com 247 candidatos durante as provas do ENEM para determinar qual a escolha por curso superior. No formulário o aluno era questionado se era proveniente de escola pública ou particular, bem como sobre idade, sexo, se possuía algum conhecimento em programação de computadores e qual curso desejava fazer na graduação. No caso de estudantes que alegaram ter conhecimento em programação pedimos informações sobre o tipo de experiência e qual tipo de linguagem de programação conhecia.

A ideia inicial era que a pesquisa fosse realizada via questionário. Entretanto, logo nas primeiras conversas com os estudantes dispostos a participar da pesquisa foi percebido o equívoco entre informática básica e programação de computadores. Observando que esse tipo de dúvida poderia colocar em risco a pesquisa, mudamos o *modus operandi* e passamos a fazer entrevistas esclarecendo as diferenças entre informática básica e programação de computadores. No caso de estudantes que declaravam ter conhecimento em programação, perguntas adicionais constavam no formulário: que tipo de linguagem você aprendeu a programar? Onde você aprendeu a programar? Tais perguntas ajudavam a afastar qualquer dúvida sobre o real conhecimento do entrevistado sobre o tema.

O segundo público respondente foi composto pelos alunos do curso técnico em informática do SENAI BA. Foram definidas as turmas em andamento com alunos de todos os módulos do curso e os alunos entrevistados foram os da unidade CIMATEC. No caso dos alunos do curso de informática não existiam dúvidas quando se questionava sobre o conhecimento em programação de computadores. Para esse público, cada aluno recebeu o formulário impresso e respondeu ao questionário. Ao total 65 foram respondidos. O curso técnico em informática tem carga horária de 1000h e é dividido em três módulos. A Tabela 3 apresenta a matriz do curso.

Tabela 3. Matriz curricular curso técnico em Informática

Período	Disciplina	Carga Horária
1º	Introdução a Computação	80
	Lógica de Programação	120
	Textos Técnicos	80
	Gestão de Pessoas	40
2º	Análise e Projetos de Sistemas	80
	Banco de Dados	80
	Programação <i>Desktop</i>	120
	Projeto Final de Curso I	60
3º	Fundamentos de Engenharia de <i>Software</i>	60
	Teste de <i>Software</i>	80
	Programação <i>WEB</i>	140
	Projeto Final de Curso II	60

Fonte: Elaboração dos autores, 2020.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Este trabalho totalizou 312 formulários respondidos, dos quais 247 foram de candidatos do ENEM e 65 de alunos do curso técnico. O público do ENEM era composto de 46,15% de pessoas do sexo masculino e 53,85% de pessoas do sexo feminino. Esse resultado foi considerado balanceado em relação ao segundo público.

Na pergunta sobre conhecimento prévio em programação de computadores apenas 7,69% (19 pessoas) afirmaram ter conhecimento em programação, enquanto 92,31% (228 pessoas) afirmaram não ter conhecimento nesta área. Dentre os 247 entrevistados do público ENEM, apenas 2,43% (seis pessoas) afirmaram ter algum interesse em cursos de TI. É importante destacar que dentre dos interessados em ingressar na carreira de TI, todos eram do sexo masculino e apenas 2 declaram ter conhecimento em programação.

Os cursos mais procurados por candidatos do ENEM eram cursos mais tradicionais e conhecidos pelo grande público. Os mais citados foram: Direito, Medicina, Administração, Educação Física, Psicologia, Enfermagem, Engenharia Civil, Nutrição, e Gastronomia, somando 55,87% de respondentes. A Tabela 4 apresenta a distribuição por cursos tradicionais.

Tabela 4. Distribuição entre os cursos tradicionais

Curso	Quantidade	%
Direito	31	12,55
Medicina	26	10,53
Psicologia	18	7,29
Administração	14	5,67
Enfermagem	11	4,45
Engenharia Civil	10	4,05
Educação Física	10	4,05
Nutrição	09	3,64
Gastronomia	09	3,64
TOTAL	128	55,87

Fonte: Elaboração dos autores, 2020.

Em relação às respostas dos alunos do curso técnico pode-se observar que 87,70 % eram por pessoas declaradas do sexo masculino e apenas 12,30% do sexo feminino. No caso de interesse de permanência em cursos de TI após o fim do curso técnico, 72,31% (47 pessoas) informaram que pretendiam ficar na área e 27,69% (18 pessoas) informaram que não pretendiam seguir a carreira de TI. Dentre os que declararam interesse em permanecer na área apenas três são do sexo feminino.

Somando os dois públicos, dentre os 312 formulários respondidos, 84 informaram que tinham conhecimento em programação, sendo que 53 destes informaram que gostariam de fazer cursos na área de TI na graduação. A Tabela 5 apresenta a distribuição dos candidatos nos cursos da área, segundo seus interesses e pretensões.

Tabela 5. Distribuição entre os cursos de TI

Intenção em Cursos de Tecnologia		
Análise e Desenvolvimento de Sistemas	18	33,96%
Ciência da Computação	13	24,53%
Engenharia de Computação	11	20,75%
Sistemas de Informação	5	9,43%
Engenharia de Software	3	5,66%
Redes de Computadores	3	5,66%
TOTAL	53	100%

Fonte: Elaboração dos autores, 2020.

A partir deste estudo pudemos observar alguns aspectos importantes. A procura por cursos de TI por alunos que não tinham conhecimento nesta área continua baixo; o interesse de pessoas do sexo feminino também se mostrou baixo. Nenhuma pessoa do sexo feminino sem conhecimento prévio em computação demonstrou intenção em ir para área de tecnologia.

A Tabela 6 apresenta a consolidação das pessoas com experiência em computação que indicariam cursos na área para outras pessoas.

Tabela 6. Pessoas com experiência em computação que fariam indicação do curso para outras pessoas.

Pessoas com experiência em programação, fariam indicação para área?	
1 - Não	2
2 - Depende	13
3 - Sim	22
4 - Sim, com certeza	46

Fonte: Elaboração dos autores, 2020.

Os cursos com mais interesse foram os tradicionais e muito divulgados pelo mercado de trabalho: o curso de Direito com 31 interessados, seguido por Medicina com 29 e Enfermagem com 21.

Por meio deste trabalho foi possível observar que quando os alunos têm conhecimento em computação a tendência é de que estes permaneçam na área de TI. Mesmo os que não desejam exercer a profissão declaram que o conhecimento computacional é importante e que indicariam o curso para outras pessoas.

5 CONCLUSÕES

A pesquisa em questão foi realizada na cidade de Salvador - BA com candidatos ao ENEM 2016 na Escolas Luís Viana, no Bairro de Brotas, Escola Getúlio Vargas e no ICEIA com alunos do curso técnico em informática do SENAI DR BA, unidade CIMATEC. É importante que esse experimento se estenda a outros estados brasileiros para comparação dos resultados encontrados.

O trabalho apresentado revelou aspectos importantes sobre a definição de cursos na área de computação para alunos com e sem conhecimento em TI. Percebe-se pelos resultados aqui apresentados que a tendência é que os alunos que têm conhecimento em computação, na sua maioria, permaneçam na área. Embora ainda seja necessário observar que a maioria dos candidatos do ENEM que declararam ter conhecimento em programação não desejam permanecer na área, comparando com o resultado dos alunos da escola técnica.

É necessário ser investigado se os níveis de aprofundamento dos conhecimentos em computação favorecem a permanência dos alunos na área de TI. É fundamental investigar também a importância do conhecimento em computação para os alunos que preferiram não permanecer na área, bem como verificar se ter esse conhecimento está sendo importante na sua vida profissional independente da área que decidiu seguir.

Foi observado ainda na pesquisa que cursos muito tradicionais, tais como Direito e Medicina, estavam entre os mais escolhidos pelos candidatos, pois todas as pessoas entrevistadas relatam conhecer as atividades relacionadas ao médico e ao advogado, mas quantos dos entrevistados conhecem o papel do profissional de TI? Esse é um aspecto que deve ser investigado no futuro, uma vez que, para a maioria das pessoas, o termo informática confunde-se totalmente com computação. É preciso ser esclarecido se existem informações suficientes para o grande público sobre os dados da oferta *versus* demanda de mão de obra no setor.

REFERÊNCIAS

- BARCELOS, T. S.; SILVEIRA, I. F. Pensamento computacional e educação matemática: relações para o ensino de computação na educação básica. XX. In.: Workshop sobre educação em computação, Curitiba, 2012. **Anais do XXXII CSBC**, 2012.
- BRASSCOM. **Estratégias TIC 2022**. 2013. Disponível em: <<http://www.brasscom.org.br/brasscom/Portugues/detInstitucional.php?codArea=3&codCategoria=48>>. Acesso em: 20 jul. 2016.
- CABRAL, M. I. C. Perfil dos cursos de computação e informática no Brasil. XXVII Congresso da SBC. **XV WEI**, Rio de Janeiro, 2007.
- CARVALHO, M. L. B.; CHAIMOWICZ, L.; MORO, M. M. Pensamento computacional no ensino médio mineiro. In.: **Workshop de educação em informática**. WEI, 2013.
- COMPUTAÇÃO BRASIL. Mercado de trabalho em computação: oportunidades e desafios. **Computação Brasil**, Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, 25. ed., 2007.
- FRANÇA, R. S.; AMARAL, H. J. C. Ensino de computação na educação básica no Brasil: Um mapeamento sistemático. **XXI Workshop sobre educação em computação**, 2013.
- FRANÇA, R. S.; Silva, W. C.; AMARAL, H.J.C. Ensino de ciências da computação na educação básica: experiências, desafios e possibilidades, 2012. **XX Workshop sobre educação em computação**, 2012.

GARCIA, R. E.; CORREIA, R. C. M.; SHIMABUKURO, M. H. Ensino de lógica de programação e estruturas de dados para alunos do ensino médio. In.: XVII WEI - Workshop sobre o ensino de computação. **Anais**. Belém-PA, 2008.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDO E PESQUISAS EDUCACIONAIS ANÍSIO TEIXEIRA. **Sinopse da Educação Superior 2014**. Brasília: INEP, 2015. Disponível em: <http://portal.inep.gov.br/web/guest/sinopses-estatisticas-da-educacao-superior>. Acesso em: 30 de julho de 2016

JESUS, Â. M.; GONÇALVES, D. A. S.; FERREIRA, L. A. C. Aplicação de desenvolvimento de jogos digitais como um meio de motivação em diferentes níveis de ensino de computação. **Anais do Workshop de Informática na Escola**. Vol. 20, n. 1, p. 56, 2014.

MARQUES, D.L.; COSTA, L.F.S.; SILVA, M.A.A.; REBOUÇAS, A.D.D.S. Atraindo alunos do ensino médio para a computação: uma experiência prática de introdução a programação utilizando jogos e python. XIII Workshop de educação em computação. **WEI 2011**. Aracaju- SE, 2011.

MATA, E. C.; PINHEIRO, M. F.; JACOB JR, A. E.; FRANCÊS, C. R. L.; SANTANA, Á. L.; COSTA, J. C. Proposta de sistema lúdico para ensino de programação a alunos do ensino médio. In.: **Anais do X Congresso Brasileiro de Ensino Superior a Distância**, Belém/PA, 2013.

MERCADO brasileiro de software: panoramas e tendências. **ABES Software**. 2016. Disponível em <<http://www.abessoftware.com.br/dados-do-setor/estudo-2016--dados-2015>>. Acesso em 02 ago. 2016.

MERCADO brasileiro de software: panoramas e tendências. **ABES Software**. 2020. Disponível em <<http://www.abessoftware.com.br/dados-do-setor/estudo-2020--dados-2019>>. Acesso em 05 fev. 2020.

NUNES, D. J. Ciência da computação na educação básica. **Jornal da Ciência**, 2011.

PEREIRA JÚNIOR, J.; RAPKIEWICZ, C.E.; DELGADO, C.; XEXEO, J.A.M. Ensino de algoritmos e programação: uma experiência no nível médio. XIII Workshop de educação em computação. **WEI 2005**. São Leopoldo, RS, Brasil, 2005.

SILVA, V.; SOUZA, A.; MORAIS, D. Pensamento computacional no ensino de computação em escolas: um relato de experiência de estágio em licenciatura em computação em escolas públicas. Congresso regional sobre tecnologias na educação. **Anais**, 2016.

SOFTEX Observatório. **Relatório Anual 2013**. 2013. Disponível em <www.softex.br/wp-content/uploads/2013/06/Relatório-Anual-2013.pdf>. Acesso em 02 ago. 2016.

SOFTEX Observatório. **Relatório Anual 2018**. 2018. Disponível em <<https://softex.br/booksoftex/>>. Acesso em 04 fev. 2020.

WING, J. M. Computational thinking. **Communications of the ACM**, **49(3)**, 2006. p. 33-35.



PARTE II

TECNOLOGIAS E SAÚDE

UTILIZAÇÃO DO MATLAB COMO FERRAMENTA PARA ANÁLISE DE DISTÂNCIA MESIODISTAL

Alile Fixina do Carmo

Leandro Brito Santos

Roberto Luiz Souza Monteiro

O processo de identificação humana ou identificação biométrica consiste em diferenciar uma pessoa da outra através de suas características únicas (físicas, psíquicas, funcionais e civis). As técnicas de biometria mais citadas são: a impressão digital, retina, pulso e reconhecimento facial. Normalmente, as áreas da face detectadas no processo de reconhecimento facial são olho, nariz, boca e queixo. Esse trabalho propõe a utilização da distância mesiodistal dos dentes caninos superiores por meio de imagem digital pós processada pelo MATLAB como método de identificação biométrica. A base de dados de imagem utilizada foi a base aberta *Label Face in the Wild* (LFW) da Universidade de Massachusetts. O *software* MATLAB (MATrixLABoratory) também foi utilizado no tratamento e detecção das partes da face, bem como na obtenção das medidas mesiodistal dos dentes caninos. Como resultado, observou-se o já descrito na literatura: a morfologia dentária é única para cada pessoa. Quase como uma impressão digital, não é repetida na natureza. Também observamos que o mesmo indivíduo pode apresentar

diferença nas medidas mesiodistal entre os dentes. A importância desse trabalho é oferecer mais uma ferramenta ao profissional da área da saúde, da informática e da área forense que auxilie no processo de identificação biométrica, sendo capaz de avaliar e identificar anomalia de posição e a distância mesiodistal dos dentes caninos superiores, característica única para cada indivíduo.

1 INTRODUÇÃO

Estabelecer a identidade de uma pessoa tem sido, desde os tempos remotos, incontestavelmente, uma meta incansável. Para Santos Filho (2016), esta é não só uma necessidade, mas também uma grande conquista na organização da sociedade, pois a qualidade deste processo é evidenciada quando determinado método pode ser difundido com facilidade e compreendido com clareza.

Ferreira (2001) descreve a identidade com um conjunto de características pelas quais algo é definitivamente reconhecível ou conhecido. Ou seja, esta se constitui no conjunto de caracteres próprios e exclusivos de uma pessoa, podendo ser físicos, funcionais, psíquicos, natos ou adquiridos, envolvendo elementos tais como: nome, idade, estado, profissão, sexo, deficiências físicas, impressões digitais, entre outras.

O processo pelo qual se determina a identidade de uma pessoa ou coisa é denominado de identificação. Para Federico Olóriz Aguilera (apud ARAÚJO; PASQUALI, 2012, p. 02), “a identificação é o ato mais frequente e elementar da vida social”. Usamos todos os nossos sentidos - a visão, o olfato, a audição, o tato e o paladar - constantemente no processo de identificação, seja ele com pessoas ou coisas.

Para realizar o procedimento de identificação é fundamental que haja um método capaz de estabelecer uma relação

unívoca entre os elementos em questão, criando um conjunto de caracteres próprios que possam diferenciar pessoas ou coisas entre si. Afinal, como afirmam Araújo e Pasquali(2012), mais do que apenas reconhecer uma pessoa, é preciso individualizá-la, estabelecendo uma identidade.

Hoje em dia, frente às necessidades impostas pela vida moderna, são muito frequentes situações nas quais as pessoas precisam confirmar, de forma rápida e segura, a autenticidade de sua identidade, tais como em eventos, compras *on-line*, transações bancárias, etc.

Cada ser humano tem características que os tornam únicos no mundo. A distância entre os olhos, os padrões das impressões digitais, as formas e cores na íris, os sulcos no cérebro, a formação dos dentes e a organização do sistema circulatório são algumas dessas características. Quando estas características são analisadas em conjunto permitem o reconhecimento e a distinção de cada pessoa.

Para possibilitar a identificação e o reconhecimento dessas características surgiu a biometria. Atualmente vários estudos vêm sendo realizados para permitir a sua aplicação em diferentes áreas, atendendo desde o usuário de um computador doméstico que precisa restringir o acesso aos seus arquivos até um sistema de segurança para identificação de criminosos entre multidões (DE SA PEREIRAL, 2009; apud RUSSEL; NOVIRG, 2004).

As técnicas de biometria começam a ser desenvolvidas no início do século XX. Desde então vem sendo criados uma diversidade de métodos e instrumentos para auxiliar no processo de identificação - desde aqueles baseados em identificação 'mecânica', como as impressões digitais, até modelos computacionais de identificação, como o reconhecimento de pupila a partir de imagens digitais.

Em Santos (2011) verifica-se que vários pesquisadores discutiram este modelo de reconhecimento de uma imagem que contenha uma face humana e sua associação a outra que esteja em um banco de dados previamente treinado (CHELLAPPA et al., 1995; LAKSHMANAN et al., 2001; ZHAO et al., 2003; CHICHIZOLA et al., 2005; TAN et al., 2006). Tal constatação parte da premissa de que a face humana tem características únicas e mensuráveis e que é possível identificar pessoas de modo não invasivo, por meio da face, de forma eletrônica com certo grau de confiabilidade (PARENTE, 1993).

Para este trabalho, a escolha dos dentes caninos superiores na estrutura facial baseia-se na premissa de que a morfologia dentária é única para cada pessoa, quase como uma impressão digital, não sendo repetida na natureza. Tendo como base essa constatação, esse trabalho propôs verificar a individualidade da característica distância mesiodistal nos dentes caninos superiores em imagem digital para auxiliar no processo de identificação.

O trabalho está organizado em cinco seções. Além desta introdução, a seção dois apresenta uma revisão da literatura; a seção três descreve os materiais e métodos; a seção quatro aborda os resultados e os discute; e na seção cinco é apresentada a conclusão.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 IDENTIDADE E IDENTIFICAÇÃO: CONCEITOS E MÉTODOS

Segundo os estudos no campo da etimologia, a palavra “identidade” deriva do latim *idem* que significa “o mesmo”.

Assim, o conceito de identidade pode ser definido como a qualidade do que é idêntico, ou seja, a qualidade que determina cada um entre dois ou mais iguais entre si. Para Ferreira (2001), identidade vem a ser a qualidade do que é idêntico; a condição de um indivíduo ser aquele que diz ser ou aquele que outro indivíduo presume que ele seja. Trata-se, portanto, de um conjunto de características próprias e exclusivas de um indivíduo por meio das quais este é definitivamente conhecido ou reconhecível.

Nesse contexto, Garcia (2009) pontua que podem ser vislumbrados dois aspectos do conceito de identidade: o primeiro aponta que a identidade é derivada de um conjunto de características próprias e exclusivas de algo ou alguém; o segundo determina que esse conjunto de características permite que o seu reconhecimento seja seguro e definitivo. No que concerne à identificação, Garcia (2009) afirma ainda que esta se caracteriza pelo uso de técnicas e meios apropriados para se chegar à identidade de um indivíduo.

Nesse sentido, a identificação se baseia em um conjunto de procedimentos com o intuito de individualizar uma pessoa ou objeto. Assim, se a identidade pode ser entendida como um conceito, a identificação, por sua vez, é um processo por meio do qual se determina a identidade de algo ou de alguma coisa (GARCIA, 2009).

2.2 ANATOMIA HUMANA

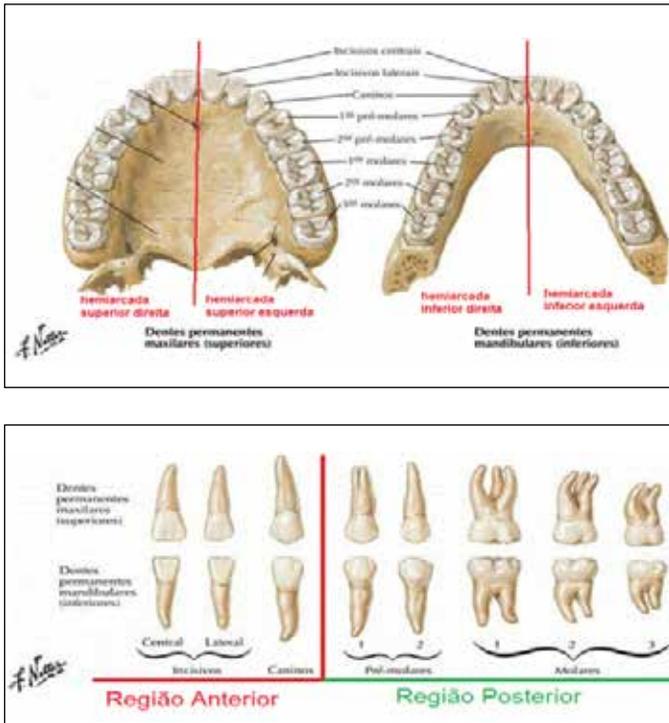
A anatomia humana é um ramo da Biologia que estuda os sistemas do corpo humano e seu funcionamento (FILHO; PEREIRA, 2015). Anatomia vem do grego *anatome* e significa “cortar em partes”, “cortar separado”. Em português, a palavra significa “dissecação”. Juntamente com ela, estuda-se também a fisiologia, ou seja, o funcionamento dos sistemas.

A fisiologia é uma ciência que pesquisa as funções dos seres vivos (FILHO; PEREIRA, 2015).

Cada ser humano é único, pois apresenta evidentes diferenças morfológicas, denominadas variações anatômicas. Essas variações o individualiza, o difere dos demais e aparecem em qualquer um dos sistemas do organismo, sem prejuízo funcional. Além das variações anatômicas morfológicas temos as variações anatômicas individuais que decorrem de fatores como: idade, sexo, raça, tipo constitucional e evolução.

A arcada dentária é subdividida em duas regiões (anterior e posterior) e em dois lados (direito e esquerdo). Esses lados são denominados hemiarcadas, ou seja, hemiarcada direita e hemiarcada esquerda. Cada região da arcada dentária possui seu grupo de dentes específicos. A região anterior, da dentição permanente, é composta por seis dentes, sendo três dentes para cada hemiarcada, obedecendo à seguinte ordem: incisivo central (IC), incisivo lateral (IL) e canino (C). A região posterior, da dentição permanente, é composta por 10 dentes, sendo que cada hemiarcada contém cinco dentes obedecendo à seguinte ordem: 1° pré-molar (1PM), 2° pré-molar (2PM), 1° molar (1M), 2° molar (2M) e 3° molar (3M), conforme são visualizados na Figura 01.

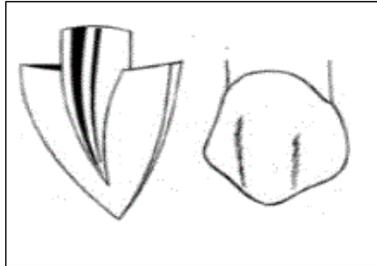
Figura 1: Divisão das arcadas dentárias superior e inferior em hemiarcada e região.



Fonte: Arquivo dos autores, 2019.

Os dentes caninos superiores foram escolhidos porque possuem forma aguçada e são de volume maior que os incisivos, conforme podemos ver na Figura 2. Outra característica que contribuiu para a seleção desse dente é a sua forte ancoragem no osso e sua posição nas arcadas. Os caninos contribuem para dar estabilidade a todo o arco (CALLOCONDO; MASSIEL, 2017). Essa característica favorece a esse dente ser menos acometido por doenças dentárias, como cárie, doença periodontal e a perda por trauma.

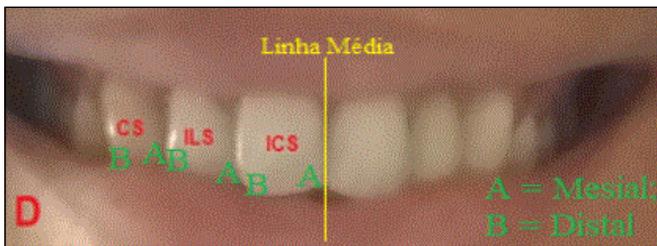
Figura 2: Representação esquemática da função do canino.



Fonte: Picosse, 1987.

A distância mesiodistal é a distância entre os pontos de contato mesial (ponto de contato mais próximo da linha média) e o distal (ponto de contato mais distante da linha média), conforme é possível ser observado na Figura 3.

Figura 3: Imagem da arcada dentária superior anterior com sua referência mesio-distal.



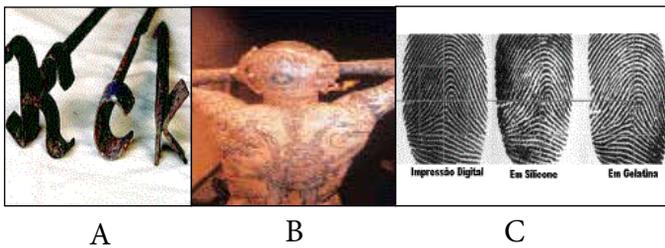
Fonte: Arquivo dos autores, 2019.

2.3 PRINCIPAIS MÉTODOS DE IDENTIFICAÇÃO

Historicamente vários processos de identificação foram utilizados na tentativa de individualizar as pessoas. Dentre estes é possível citar: nome, ferrete, mutilação, tatuagem, fotografia, partes do corpo, arcada dentária, cromotografia do odor, antropometria e a papiloscopia, conforme a Figura 4.

Figura 4: Exemplos de métodos de identificação

(A) Ferrete (B) Tatuagem (C) Papiloscopia.



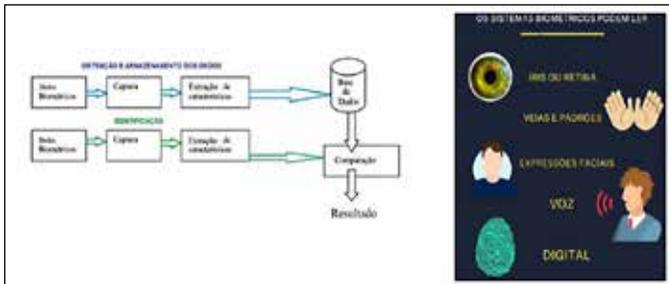
Fonte: Araújo e Pasquali, 2012.

2.4 RECONHECIMENTO BIOMÉTRICO

Etimologicamente a expressão “biometria” advém da derivação de palavras ditas “primitivas” de origem grega: *bios* (vida) e *metros* (contagem ou medida). Biometria define-se como sendo a parte da ciência que estuda as características físicas, fisiológicas ou comportamentais dos seres vivos de forma estatística, analisando os padrões e definindo-os em atributos quantitativos (DA FONSECA LOURENÇO, 2009). A Figura 05 demonstra o funcionamento de um

sistema biométrico e o que os sistemas biométricos podem analisar.

Figura 5: Funcionamento do sistema biométrico e o que a biometria analisa.



Fonte: Arquivo dos autores, 2019.

Características faciais são um conjunto de informações que caracterizam uma face humana. É possível definir inúmeras características faciais, dentre as quais a largura da boca, espaço entre os olhos ou tamanho do nariz. As posições relativas de pontos de controle (também conhecidos como *landmarks* ou pontos fiduciais) sobre regiões que definem estas características são informações muito úteis em diversos tipos de sistemas, tais como os sistemas de segurança, de reconhecimento de expressões, de rastreamento e de modelagem 3D, dentre outros (ARAÚJO, 2010).

3 MATERIAIS E MÉTODOS

Essa seção descreve os materiais e métodos que foram utilizados a fim de corroborar o que a literatura afirma a respeito da individualidade da arcada dentária como método de identificação biométrica. Utilizamos a distância mesiodistal dos dentes caninos superiores como parâmetro do nosso trabalho. Essa distância foi obtida em imagem digital pós processada pelo MATLAB.

Para desenvolver esse trabalho alguns critérios de exclusão foram predeterminados a fim de atender os parâmetros a serem trabalhados, tais como: critério 01 – imagens frontais; critério 02 – imagens sorrindo; critério 03 – dentes superiores anteriores visíveis. O trabalho foi desenvolvido seguindo as etapas descritas a seguir.

Foram selecionadas imagens em posição frontal e sorrindo na base gratuita *Label Face in the Wild* (LFW) da Universidade de Massachusetts, todas com dimensão 290 x 450. Para realizar a detecção da face e suas partes olho, nariz e boca o *software* utilizado foi o MATLAB (MATrixLABoratory). A principal razão que motivou tal escolha foi pelo fato do *software* em questão oferecer uma vasta biblioteca de funções matemáticas, algoritmos numéricos e detector de face e suas partes, além de um *toolbox* próprio para visão computacional e processamento de imagens. Outro ponto forte deste *software* é a simplicidade da linguagem, que faz com que seja possível desenvolver programas complexos em um curto espaço de tempo e de forma intuitiva. Além disso, oferece boa portabilidade, sendo compatível com *Windows*, *Linux*, *Mac OS X*, e também com sistemas móveis como *Android* e *iOS*.

Na biblioteca do MATLAB foi selecionado o código de Sarvani Videla (*version* 1.9.0.0) que realiza o tratamento da imagem, transformando-a em arquivo preto e branco

(PeB), como também detecta automaticamente olhos, nariz e boca, fazendo marcações em uma imagem usando funções MATLAB embutidas de visão computacional e imagens tiradas dos dados de teste do AFW. O teste da viabilidade do parâmetro do trabalho pode ser observado na Figura 6 a seguir.

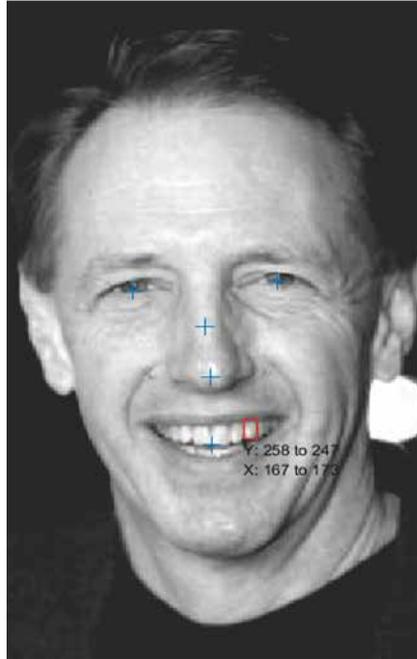
Figura 6: Detecção automática do olho, nariz e boca em imagem digital usando funções do MATLAB.



Fonte: Biblioteca de base de dados pública *Label Face in the Wild* (LFW) (<http://tamaraberg.com/faceDataset/originalPics.tar.gz>).

Esse mesmo código permite analisar as medidas mesiodistal por meio da sua posição em relação ao eixo X na imagem digital, conforme observamos na Figura 7.

Figura 7: Valor da medida mesiodistal



Fonte: Arquivo dos autores, 2019.

Após analisar as dez imagens confeccionou-se uma tabela com os valores individualizados. Vejamos a seguir a Tabela 01.

Tabela 1: Relação das medidas encontradas.

IMAGEM	EIXO X	EIXO Y
01	167 to 173 / 128 to 133	258 to 247 / 260 / 250
02	589 to 602 / 502 to 514	530 to 507 / 536 to 514
03	260 to 269 / 202 to 209	311 to 297 / 311 to 300
04	211 to 219 / 154 to 162	191 to 175 / 193 to 180
05	165 to 173 / 113 to 119	301 to 290 / 304 to 291
06	162 to 171 / 119 to 126	246 to 236 / 250 to 238
07	166 to 173 / 119 to 125	297 to 290 / 296 to 288
08	180 to 186 / 139 to 144	293 to 285 / 295 to 285
09	159 to 165 / 121 to 116	260 to 249 / 255 to 246
10	198 to 205 / 151 to 142	266 to 251 / 266 to 253

Fonte: Elaboração dos autores, 2019.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O reconhecimento de faces humanas é usado por todos nós na nossa rotina diária, ora para identificar pessoas com quem temos contato, ora para saber qual o seu estado de espírito do momento em que nos encontramos. O reconhecimento é fundamental. De fato, se o ser humano não tivesse a capacidade de reconhecer expressões faciais tais como alegria, ira ou surpresa, o relacionamento social seria bem mais difícil (ASCENSO; VALENTIM; PEREIRA, 2004).

Os sistemas de reconhecimento facial se constituem numa área da biometria de grande interesse para a ciência da computação. Diversas áreas desta ciência se dedicam a pesquisar o assunto e desenvolver tecnologias, tornando o procedimento cada vez mais robusto e eficaz (BRAGA, 2013).

A detecção de faces em imagens é alvo de estudos há vários anos. Contudo, recentemente, a detecção de pontos

fiduciais em faces passou a ser também investigada sobretudo por ser possível de serem utilizados em diversos outros sistemas, tais como sistemas de segurança, de reconhecimento de expressões, de rastreamento e de modelagem 3D, dentre outros (ARAÚJO, 2010).

Em suma, o presente trabalho confirmou o já descrito na literaturaa respeito da individualidade anatômica de cada pessoa. Após analisar as imagens digitais de cada indivíduo, constatamos a existência de um valor para a distância mesiodistaldistinto para cada pessoa. Também identificamos que este valor, inclusive, pode variar no mesmo indivíduo quando comparado em diferentes hemiarçadas.

5 CONCLUSÃO

Por meio destes dados podemos inferir acerca do fato verificado através da revisão da literatura de que a distância mesiodistal dos dentes caninos superiores é uma característica única para cada indivíduo, podendo ser utilizada como método de identificação biométrica.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, G. M. Algoritmo para reconhecimento de características faciais baseado em filtros de correlação. **Master's thesis**. PPEE-UFRJ, 2010.

ARAÚJO, M. E. C. de; PASQUALI, L. **Histórico dos Processos de Identificação**. Brasília: Instituto Nacional de Identificação, 2012.

ASCENSO, J.; VALENTIM, J.; PEREIRA, F. **Reconhecimento Automático de Faces Usando**

Informação de Textura e de Geometria 3D. Instituto Superior Técnico das Telecomunicações. Lisboa, 2004.

BRAGA, L. F. Z. et al. **Sistemas de Reconhecimento Facial.** p.84. 2013. Tese (Doutorado em Engenharia elétrica com ênfase em eletrônica). UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO, São Carlos.

CALLOCONDO, P.; MASSIEL, S. **Relación del segmento dentarioanterior superior com la distancia intercondilea, em estudiantes de odontología.** p.62. 2015. 2017. Tese (Bacharel em Cirurgiã dentista). UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO – UNA, Puno - Perú.

DA FONSECA LOURENÇO, G. F. **Reforço da Segurança das Biométricas utilizando Codificação de Fonte Distribuída.** p.105. 2009. Dissertação (Mestrado em Engenharia Electrotécnica e Computadores). Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa - Portugal.

DE SA PEREIRAL, D. et al. Identificação de Faces em Imagens Bidimensionais. **Revista Eletrônica TECCEN**, v. 2, n. 1, p. 27-36, 2009.

FERREIRA, A. B. de H. et al. **Miniaurélio século XXI:** o minidicionário da língua portuguesa. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, v. 4, 2001.

FILHO, E. P. de A.; PEREIRA, F. C. F. **Anatomia Geral.** 1. ed. Sobral: INTA - Instituto Superior de Teologia Aplicada, 2015.

GARCIA, I. A. **A segurança na identificação:** a biometria da íris e da retina. p.129. 2009. Dissertação (Mestrado em Medicina Forense e Criminologia). UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO, São Paulo.

LABEL Face in the Wild (LFW) da Universidade de Massachusetts. Disponível em: <<http://tamaraberg.com/faceDataset/originalPics.tar.gz>> Acesso em 14 ago. 2019.

PICOSSE, M. **Anatomia dentária.** ed. Sarvier, 1987.

SANTOS FILHO, E. F. dos; PEREIRA, H. B. de B.
O envelhecimento facial humano e sua mensuração
- o passo inicial da prosoporrecognografia. **Revista SODEBRAS,**
v. 11, n. 124, p. 67-71, 2016.

SANTOS, T. L. **Detecção de faces através do algoritmo de Viola-Jones.** COPPE-UFRJ, 2011.

VIDELA, S. **Version 1.9.0.0.** Disponível em <<https://www.mathworks.com/matlabcentral/fileexchange/47933-automatic-detection-of-eyes-nose-and-mouth-in-an-image-using-inbuilt-matlab-function>>. Acesso em 13 nov. 2019.



PARTE III

TECNOLOGIAS E INFORMAÇÃO

ATIVOS ESTRATÉGICOS PARA A INOVAÇÃO E A COOPERAÇÃO ENTRE CORPORAÇÕES E *STARTUPS* EM PROGRAMAS DE INOVAÇÃO ABERTA

Flavio de Souza Marinho

Renelson Ribeiro Sampaio

A primordialidade na inovação para intensificar a competitividade tem exigido crescentemente a adoção de novas estratégias e ferramentas. As práticas da inovação aberta entre *startups* e corporações são oportunidades para que sejam potencializadas as capacidades intrínsecas dos envolvidos. Por meio de uma revisão sistemática da literatura, apresenta-se uma taxonomia das principais ferramentas adotadas por corporações para promover a cooperação com *startups* em programas de inovação aberta. De maneira prospectiva, estas práticas são analisadas à luz dos ativos estratégicos para inovação, ou seja, a partir do conjunto de recursos tangíveis e intangíveis que estão à disposição para a formulação de estratégias visando a construção de vantagens competitivas.

1 INTRODUÇÃO

Diante da revolução digital em curso, organizações de diversos setores têm se defrontado com períodos de intensas transformações marcadas por rupturas tecnológicas (BENNET; BENNET, 2004), crescimento da competição global e mudanças estruturais na economia (TEECE, 1998). Diante disso, observa-se o surgimento de novos espaços de trocas para muitos tipos de produtos ‘intermediários’ que até então não existiam (TEECE, 1998). As empresas atuantes em setores tradicionais, também denominadas de corporações, têm observado um contexto cada vez mais complexo e imprevisível. Dessa maneira reforça-se o papel da inovação como um tópico fundamental no debate do crescimento econômico, da competitividade e da sustentabilidade (TIDD, 2006).

Para adaptar-se ao novo contexto, corporações têm percebido a necessidade de estabelecer novas estratégias e processos de inovação como forma de acelerarem o desenvolvimento de novos produtos e processos, ou ainda identificar oportunidades de migração para novos setores, tecnologias e modelos de negócios. A cooperação com *startups* tornou-se uma parte importante das estratégias de inovação corporativa, ocupando uma parcela significativa dos esforços de inovação aberta (KOHLENER, 2016; MOCKER; BIELLI; HALEY, 2015; SCHÄTTGEN; MUR, 2013; WEIBLEN; CHESBROUGH, 2015) inclusive em setores como da saúde e da educação. *Startups* não são mais vistas pelas corporações apenas como uma ameaça, mas também como potenciais parceiros e motores de inovação em um momento de ruptura acelerada (KOHLENER, 2016; MOCKER; BIELLI; HALEY, 2015).

Para as corporações, o engajamento com *startups* progride à medida em que estas se tornam mais numerosas, com resultados impactantes observados no mercado e na alta capacidade de atuação em rede. Adicionalmente, para as corporações, o interesse cresce na razão direta da urgência em superar suas barreiras para inovar e alcançar maior agilidade no desenvolvimento de novas ofertas de valor para o mercado, com menor custo e maior dinamismo (WEIBLEN; CHESBROUGH, 2015).

Para somar as condições necessárias a fim de potencializar as oportunidades em cada uma das etapas do processo inovador, os programas de inovação aberta têm estabelecido diferentes estratégias e instrumentos de colaboração e cooperação entre *startups* e corporações que promovem a soma de ativos que cada um dispõe e que são complementares ao processo da inovação (SPENDER et al., 2017; THIEME, 2017; WEIBLEN; CHESBROUGH, 2015).

Apesar do crescente interesse sobre o tema, trata-se de um campo recente de pesquisa acadêmica, com literatura escassa e concentrada, principalmente, em publicações com caráter descritivo a respeito das práticas adotadas pelo mercado nos últimos anos (PETER; WERRO, 2019; SPENDER et al., 2017). Dentre as lacunas identificadas, apontam-se raros estudos que tratem sobre os ativos estratégicos envolvidos no processo de inovação trazidos pelas partes envolvidas, bem como sobre sua complementariedade.

Neste sentido, o campo teórico da competitividade baseada em recursos – ‘*Resource-Based Theory of Competitive Advantage*’ – é uma perspectiva que cresceu muito nos últimos anos como reflexo do entendimento sobre equilíbrio entre as dimensões internas e externas às empresas na formulação das estratégias competitivas (GRANT, 1991). Compreende-se a empresa como um amplo conjunto de recursos (tangíveis

e intangíveis), ou seja, ativos, que estão à disposição para a formulação de estratégias que façam frente ao mercado em busca de vantagens competitivas e que lhes permita alcançar lucros (DAS; TENG, 2000). Entende-se, portanto, que um recurso é valioso na medida em que ajuda a empresa a criar estratégias que capitalizam as oportunidades e afastam as ameaças.

Teece (2004), um dos principais pesquisadores neste campo, sintetiza a compreensão de que empresas são repositórios de conhecimentos, que estão embutidos em processos e rotinas e que sustentam seus ativos e suas competências específicas. Seus estudos propõem uma taxonomia em relação aos ativos que estão envolvidos nos processos de inovação e, portanto, podem servir como fonte inspiradora para a investigação sobre a cooperação entre *startups* e corporações em programas de inovação aberta.

Esta publicação, portanto, tem o objetivo de organizar uma taxonomia das principais ferramentas adotadas por corporações para promover a cooperação com *startups* em programas de inovação aberta e analisá-las à luz dos Ativos Estratégicos para a Inovação (TEECE, 1998). Sendo assim, o trabalho tem uma abordagem prospectiva e visa contribuir para investigações futuras neste campo.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 ATIVOS ESTRATÉGICOS PARA INOVAÇÃO

O recurso econômico básico na nova economia é o conhecimento, mas falta compreensão sobre como gerenciar os processos de conhecimento e obtenção da vantagem competitiva que se realiza a partir deste (CARLSSON,

2004). Conforme Teece (1998), empresas são repositórios de conhecimentos que estão embutidos em processos e rotinas, as quais sustentam seus ativos e suas competências específicas. Para ele, a vantagem competitiva pode ser atribuída não apenas à propriedade de (1) *Ativos do Conhecimento*, mas também à combinação destes com outros: (2) *Ativos Complementares*, necessários para criar e capturar o valor do Conhecimento; e (3) *Capacidades Dinâmicas*, caracterizadas por viabilizar tanto a identificação de oportunidades de obtenção de vantagens competitivas quanto por organizar os recursos para a exploração do seu potencial frente a estas oportunidades.

2.2 ATIVOS DO CONHECIMENTO

A base de conhecimentos das empresas envolve tanto suas competências tecnológicas quanto seus conhecimentos relacionados às necessidades e desejos dos clientes e às capacidades dos fornecedores. A essência da empresa é sua capacidade de criar, transferir, organizar, integrar e explorar ativos de conhecimento e são estes que sustentam as suas competências. As competências, por sua vez, sustentam a oferta de produtos e serviços ao mercado. No entanto, somente a tecnologia superior raramente é suficiente para competir nos dias atuais (TEECE, 1998).

Os ativos do conhecimento podem ser observados sob diferentes perspectivas. Alguns aspectos, no entanto, podem determinar a capacidade das empresas em transformá-las em vantagens competitivas, dentre as quais destacam-se a *replicabilidade*, a *imitabilidade* e a *apropriabilidade* (TEECE, 1998). A replicabilidade compreende a possibilidade da transferência de competências de um cenário concreto para outro. Fazem parte das condições para isto acontecer

a codificação e compreensão do conhecimento e as diferenças de contexto para a sua aplicação, o que torna mais difícil de acontecer.

A imitabilidade, ou seja, a condição de imitação, por sua vez, pode ser entendida como a possibilidade da réplica ser realizada por um concorrente. Segundo Teece (1998), se a réplica feita pelo próprio autor é difícil, a imitação (feita por outro concorrente) provavelmente será ainda mais difícil. Somam-se a estes fatores os direitos de propriedade intelectual que podem estabelecer barreiras legais à imitação.

Quanto ao regime de apropriabilidade, para Teece (1998), este descreve a facilidade em acontecer a imitação. Esta condição será forte quando a tecnologia for difícil de replicar e se o sistema de propriedade intelectual estabelecer barreiras ao plágio. Dessa forma, entende-se que os ativos do conhecimento podem se transformar em uma fonte de vantagem competitiva apenas se for sustentado em um forte regime de apropriabilidade.

2.3 ATIVOS COMPLEMENTARES

A estrutura de ativos complementares da empresa pode ser considerada como o aspecto mais relevante de seu posicionamento quando a comercialização de conhecimento em produtos e processos tangíveis está em questão. Sua importância se deve porque os ativos de conhecimento geralmente são um bem intermediário e precisam ser empacotados em produtos ou serviços para chegar adequadamente ao mercado e capturar o seu valor (TEECE, 1998).

O acesso aos ativos complementares pode ser caracterizado como um mercado repleto de imperfeições, o que pode acarretar a perda ou obtenção de vantagem competitiva por uma empresa em virtude do acesso a estes recursos, ou não

(TEECE, 1998). Como exemplo, se uma *startup* domina uma inovação baseada em um conhecimento específico - que pode ser patenteado ou não - e esta para produzi-lo ou distribuir ao mercado depende de um recurso especializado, quanto mais raro for este recurso, maior será a vantagem competitiva de quem o domine. Se for a própria *startup*, esta terá uma capacidade diferenciada de competição e pode representar uma segunda linha de defesa contra os imitadores e uma importante fonte de vantagem competitiva. Por outro lado, se a posse deste recurso pertencer a outro ator, tal como uma grande corporação, a barganha será mais complexa e pode gerar custos superiores.

2.4 CAPACIDADES DINÂMICAS

Segundo estudo de Teece (1998), as capacidades dinâmicas se referem à habilidade de perceber e aproveitar novas oportunidades e reconfigurar e proteger os ativos de conhecimento, as competências e os ativos e tecnologias complementares, visando alcançar uma vantagem competitiva sustentável. Dentre as principais capacidades dinâmicas destacam-se dois grandes aspectos, a saber: (1) o *External Sensing* - ou capacidade interpretativa, habilidade de perceber a oportunidade e a necessidade de mudança, calibrar adequadamente as ações e os investimentos responsivos e avançar para implementar um novo regime com habilidade e eficiência; (2) a *Ação Organizacional* - ou como definido por Schumpeter (1942), *Effectuating New Combinations* - que se refere à resposta a uma oportunidade percebida e, portanto, à agilidade em mobilizar rapidamente os recursos externos necessários, direcionando os recursos internos relevantes para uma determinada ação. É mais provável que as capacidades dinâmicas sejam residentes em empresas altamente

empreendedoras, com hierarquias planas, uma visão clara, incentivos de alta potência e alta autonomia que garanta a capacidade de resposta (TEECE, 1998, 2004).

A vantagem competitiva das empresas, portanto, também advém de capacidades dinâmicas enraizadas em rotinas de alto desempenho que operam dentro da empresa, incorporadas nos seus processos e condicionadas por sua história. Uma vez que aspectos como valores, cultura e experiência organizacional não são comercializáveis, essas capacidades devem ser construídas, o que pode ser perdurável (TEECE; PISANO, 2003).

2.5 COMPLEMENTARIEDADE DE ATIVOS

Os estudos propostos por Teece (1998) sugerem que somente a tecnologia superior raramente é suficiente para construir vantagem competitiva. O aproveitamento de oportunidades frequentemente envolve identificar e combinar os *Ativos do Conhecimento* aos *Ativos Complementares* necessários para apoiar o negócio e suas *Capacidades Dinâmicas*, que são imprescindíveis tanto para perceber as oportunidades quanto para organizar o que for indispensável para explorar seu potencial.

Por outro lado, para Pisano (2019), a crença de que as corporações podem comprar boas ideias ou mesmo empresas por preços abaixo do valor real é um equívoco. Segundo ele, se a corporação puder comprar algo, o mesmo acontecerá com seus concorrentes. Se uma empresa empreendedora tiver uma grande tecnologia ou capacidade de inovar, provavelmente atrairá a atenção de muitos pretendentes. E isso será especialmente verdadeiro se todos estiverem seguindo a estratégia “compre ideias de inovação do lado de fora”. A intensa licitação entre os pretendentes pode elevar o preço das

aquisições ou dos acordos de licenciamento. Em resumo, as licitações competitivas podem elevar os preços além do ponto em que o negócio em questão é financeiramente atrativo. Em economia, isso é chamado de “maldição do vencedor” - o vencedor do leilão, por definição, era aquele que pagava acima do que todo mundo achava que o ativo valia. Vários estudos apoiam a ideia de que as empresas frequentemente são vítimas da maldição do vencedor. As aquisições tendem a não criar valor para os acionistas das empresas adquirentes enquanto compensam bem os acionistas das empresas adquiridas.

O segundo equívoco, segundo Pisano (2019), reside na crença de que a empresa adquirente tem a capacidade de criar e capturar valor a partir da inovação ou do inovador que obtém, independentemente da sua preparação para tal. Para o autor, numa corporação que não tem uma estratégia de inovação clara seus sistemas não são voltados para identificar e nutrir oportunidades transformacionais e sua cultura organizacional sufoca o tipo de comportamento (como assumir riscos, experimentar e tomar decisões rápidas) necessário para as ideias de inovação, não sendo capaz de explorar os frutos de sua aquisição.

Em geral, o histórico de aquisições de pequenas empresas empreendedoras por grandes corporações que não possuem capacidade própria de inovação é bastante fraco. Como é de se esperar, essas empresas geralmente esmagam o espírito inovador das empresas que adquirem, impondo sua burocracia e cultura. Frustradas, as pessoas realmente talentosas e empreendedoras saem. Isso não significa que as aquisições não possam fazer parte de uma estratégia de inovação eficaz. As empresas que têm utilizado estas aquisições como um instrumento de inovação combinam tais iniciativas com políticas de inovação amplas, além de focar no aprendizado que estas alianças podem gerar (PISANO, 2019). Portanto,

aquisições e parcerias tecnológicas são compreendidas como peças complementares de profundas capacidades internas e como parte de programas de inovação mais amplos, associados ao desenvolvimento de sistemas internos, cultura e estratégias.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

Para a realização do levantamento da literatura existente a respeito das práticas de inovação aberta que envolvem corporações e *startups*, a metodologia utilizada foi a revisão sistemática. Trata-se de “um método para identificar, avaliar e resumir o estado da arte de um tema específico na literatura (...) e que permite uma análise metodológica rigorosa com viés menor do que as revisões tradicionais” (MARIANO et al., 2017, p. 2). Nestas revisões o objetivo é construir uma visão geral de uma questão específica e fornecer um resumo justo da literatura.

O objetivo da aplicação desta revisão foi realizar o levantamento de artigos que propusessem ou explicassem em sua abordagem o engajamento entre *startups* e corporações em processos de inovação aberta. As bases científicas consideradas pela pesquisa foram as seguintes: a *Derwent Innovation* e a *Science Direct*, sendo estas as plataformas utilizadas para o levantamento dos dados. Os levantamentos consideram o intervalo de 2000 a 2018. O período selecionado foi definido de acordo com o surgimento de periódicos que tratam dos objetos da pesquisa e, automaticamente, de acordo com a base de periódicos, sendo definido o período mais amplo que se pudesse ser alcançado. Foram realizados os procedimentos em sequência para a identificação, qualificação e seleção das publicações relacionadas ao tema. Os resultados

obtidos contribuíram para a construção do quadro teórico apresentado no capítulo seguinte.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As razões que explicam as oportunidades de cooperação entre corporações e *startups* estão relacionadas às suas características inerentes. A literatura descreve uma grande diversidade de aspectos que retardam ou dificultam a inovação em corporações. Em linhas gerais, as corporações precisam se engajar com *startups* porque suas organizações tendem a se concentrar no avanço de seus negócios atuais ao invés de explorar novas áreas de negócios. Esse foco faz com que a cognição corporativa, a estratégia, as estruturas e as capacidades sejam orientadas para a exploração dos negócios em curso. O resultado é a inércia e uma incapacidade geral de inovar radicalmente (FREEMAN; ENGEL, 2007; LEONARD-BARTON, 1998; SPENDER et al., 2017; THIEME, 2017; WEIBLEN; CHESBROUGH, 2015), muitas vezes decorrentes da sua própria trajetória e, paradoxalmente, decorrente de fatores que foram origens de suas vantagens competitivas no passado (LEONARD-BARTON, 1998). Pisano (2019) resume a sabedoria popular ao afirmar que, ao tempo em que a empresa se torna maior e mais complexa, a “arteriosclerose corporativa” se instala.

Em contraste com as limitações enfrentadas pelas corporações para inovar, as *startups* são organizações criadas para conceber e desenvolver novos modelos de negócio em um típico processo de destruição criativa, como foi descrito por Schumpeter (1942). Tratam-se de organizações com capacidades dinâmicas relacionadas à agilidade no desenvolvimento de novas ofertas de valor para o mercado, com menor custo, atuação em rede e maior dinamismo. As capacidades

intrínsecas das *startups* lhes permitem desempenhar um papel importante nos processos de inovação.

As *startups* possuem uma enorme vantagem competitiva sobre as grandes corporações quando se trata de agilidade, capacidade de identificar problemas não resolvidos e gerar novas soluções para estes, com baixo custo e atuando em rede. Por outro lado, as grandes corporações dispõem de recursos com os quais as *startups* não têm acesso. A combinação da atividade empreendedora com a capacidade corporativa parece ser uma combinação perfeita, mas que pode ser difícil de alcançar. Corporações e *startups* são organizações decididamente diferentes. Cada lado tem o que o outro não tem. A corporação possui recursos, escala, poder e as rotinas necessárias para executar um modelo de negócios comprovado com eficiência. A *startup* não tem nenhum desses, mas normalmente tem ideias promissoras, agilidade organizacional, disposição para arriscar e aspirações de crescimento rápido (WEIBLEN; CHESBROUGH, 2015).

Sob outra perspectiva, se para as corporações a disponibilidade de recursos talvez seja sua maior virtude, para as *startups* a escassez de elementos tangíveis e intangíveis é o maior obstáculo ao desenvolvimento dos processos de inovação (FREEMAN; ENGEL, 2007; TEECE, 2004; WEIBLEN; CHESBROUGH, 2015). Por outro lado, a existência de relacionamentos com parceiros externos pode ser um importante elemento para o sucesso de *startups*, tanto no seu processo de concepção e desenvolvimento quanto na captura de valor dos seus inventos, no seu lançamento e no ganho de escala no mercado. A cooperação com corporações, portanto, é uma possibilidade para superar tanto a responsabilidade da novidade quanto as limitações do seu porte (SPENDER et al., 2017).

Ao longo deste incerto e dinâmico processo da inovação que se inicia na concepção de novos conhecimentos, ideias, produtos, modelos de negócio, e termina com a sua introdução no mercado, as complementariedades se apresentam e podem gerar ganhos mútuos. Para somar as condições necessárias para potencializar as oportunidades em cada uma das etapas do processo inovador, têm sido adotadas diferentes estratégias e instrumentos de colaboração e cooperação entre *startups* e corporações para promover a soma de ativos que cada um dispõe, complementares ao processo da inovação (SPENDER et al., 2017; THIEME, 2017; WEIBLEN; CHESBROUGH, 2015).

Em um dos primeiros estudos que se propuseram a compreender a dinâmica e as formas como corporações e *startups* estão se relacionando, Weiblen e Chesbrought (2015) caracterizam os quatro principais modelos de engajamento corporativo com *startups* a partir de uma matriz de dois por dois. No entanto, as práticas têm se diversificado como forma de atender aos objetivos estratégicos das corporações e aos diferentes papéis que têm sido pretendidos para as *startups*. O Quadro 1 sintetiza com base em Thieme (2017), Mocker, Bielli e Halley (2015), Brigl et al (2014), Weiblen e Chesbrought (2015) e Arthur D Little (2016) as principais ferramentas adotadas por corporações para buscar o engajamento com *startups* em processos de inovação aberta e as caracterizam de acordo com o grau de envolvimento e alocação de recursos pelas *startups* e pelas corporações. Assim também, analisa quais são, segundo os autores pesquisados, as expectativas das corporações em relação aos resultados a serem obtidos com a adoção destas ferramentas em programas de inovação aberta, observando a proximidade do seu *core business*, o tempo de impacto esperado para a inovações geradas e os riscos assumidos.

Quadro 1 - Ferramentas corporativas de engajamento com *startups* e suas características gerais.

FERRAMENTA	DESCRIÇÃO	GRAU DE ENVOLVIMENTO E ALOCAÇÃO DE RECURSOS (1 A 5)		PROXIM. DO CORE BUSINESS DA CORPOR. CORPOR.	TEMPO DE IMPACTO ESPERADO PELA CORPOR.	RISCO PARA A CORPOR. (1 A 7)
		STARTUP	CORPOR.			
Eventos, competições e desafios	Organizar ou patrocinar compromissos com uma duração curta, como, conferências, <i>hackathons</i> , prêmios de desafio etc.	2	1	Core e Adjacentes	4 a 10 anos	1
Espaços compartilhados/ <i>Coworking</i>	Espaços de trabalho conjunto, instalações de pesquisa e/ou oferta de programas de orientação para apoiar <i>startups</i> com acesso a recursos.	2	4	Core e Adjacentes	4 a 10 anos	3

FERRAMENTA	DESCRIÇÃO	GRAU DE ENVOLVIMENTO E ALOCAÇÃO DE RECURSOS (1 A 5)		PROXIM. DO CORE BUSINESS DA CORPOR.	TEMPO DE IMPACTO ESPERADO PELA CORPOR.	RISCO PARA A CORPOR. (1 A 7)
		STARTUP	CORPOR.			
Programas baseados em plataforma (Dentro para Fora)	Programas leves de relacionamento com <i>startups</i> para buscar externamente soluções complementares a fim de impulsionar uma inovação corporativa existente (a plataforma).	1	1	Core e Adjacentes	1 a 7 anos	3
Inovação de Fora para Dentro/ Parcerias Estratégicas	Suporte semiestruturados com oferta limitada de financiamento, voltado para interagir com grandes quantidades de <i>startups</i> em busca de inovações desenvolvidas por elas.	5	3	Adjacentes e Novos Mercados ou Tecnologias	1 a 7 anos	4

FERRAMENTA	DESCRIÇÃO	GRAU DE ENVOLVIMENTO E ALOCAÇÃO DE RECURSOS (1 A 5)		PROXIM. DO CORE BUSINESS DA CORPOR.	TEMPO DE IMPACTO ESPERADO PELA CORPOR.	RISCO PARA A CORPOR. (1 A 7)
		STARTUP	CORPOR.			
<i>Procurement</i> ou <i>Client Venture</i>	Desenvolvimento de <i>startups</i> como fornecedores, com o intuito de ter acesso a tecnologias de ponta e a novos modelos de negócios e encontrar rapidamente novas abordagens para problemas não resolvidos.	4	2	Core	1 a 3 anos	3

FERRAMENTA	DESCRIÇÃO	GRAU DE ENVOLVIMENTO E ALOCAÇÃO DE RECURSOS (1 A 5)		PROXIM. DO CORE BUSINESS DA CORPOR.	TEMPO DE IMPACTO ESPERADO PELA CORPOR.	RISCO PARA A CORPOR. (1 A 7)
		STARTUP	CORPOR.			
Incubação e aceleração	Apoios estruturados que nutrem e promovem um número limitado de <i>startups</i> na validação e desenvolvimento de uma ideia para uma proposta de negócio em troca de participação acionária.	3	3	Adjacentes e Novos Mercados ou Tecnologias	4 a 10 anos	5
Capital de Risco Corporativo	Investimentos diretos ou indiretos de recursos financeiros corporativos em <i>startups</i> em troca de participação acionária por motivos estratégicos ou financeiros.	4	4	Adjacentes e Novos Mercados ou Tecnologias	1 a 7 anos	6

FERRAMENTA	DESCRIÇÃO	GRAU DE ENVOLVIMENTO E ALOCAÇÃO DE RECURSOS (1 A 5)		PROXIM. DO CORE BUSINESS DA CORPOR.	TEMPO DE IMPACTO ESPERADO PELA CORPOR.	RISCO PARA A CORPOR. (1 A 7)
		STARTUP	CORPOR.			
Fusões e aquisições	Aquisições de tecnologia e ou capacidades das <i>startups</i> , incluindo os recursos humanos.	5	5	Diversificada (core, adjacentes e novo)	Até 3 anos	7

Fonte: Elaborado pelos autores com base em Thieme (2017), Mocker, Bielli e Halley (2015), Brigl et al. (2014), Weiblen e Chesbrough (2015) e Arthur D Little (2016).

Para definir as melhores ferramentas de engajamento há um consenso de que a principal questão que uma empresa precisa responder é quais objetivos ela deseja alcançar. Para Mocker, Bielli e Haley (2015), cada um dos mecanismos atende a diferentes objetivos corporativos. No mesmo sentido, Weiblen e Chesbrough (2015) defendem que corporações estão tentando colaborar com *startups* para transformá-las em motores de inovação corporativa. Para tanto, os autores preconizam que, primeiro, as corporações devem ser capazes de selecionar, identificar, trabalhar e monitorar um número maior de *startups* do que antes, uma vez que o ecossistema de *startups* está crescendo e se dispersando globalmente. Em segundo lugar, elas devem estar cientes de sua proposta de valor na relação com uma *startup*, ou seja, como elas podem agregar valor a *startups* que já têm acesso a investidores de risco, incubadoras e outras instituições de suporte independentes. Por fim, eles devem ter clareza sobre o que desejam obter de seu engajamento com *startups*, ou seja, como os objetivos estratégicos da corporação devem determinar os modelos certos de engajamento que empregam ao trabalhar com *startups*.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Compreender uma empresa como um amplo conjunto de recursos estratégicos disponíveis para a formulação das estratégias competitivas é um caminho para o entendimento dos processos de criação e captura de valor de inovações. A conjugação de ativos de diferentes atores representa um potencial de complementariedade e abre oportunidades para a superação de barreiras inerentes às naturezas de cada organização.

A partir dos achados na literatura, observa-se que a adoção de diferentes ferramentas corporativas de engajamento

com *startups* em processos de inovação aberta pode atender a objetivos corporativos específicos. No mesmo sentido, vislumbra-se que diferentes ferramentas podem permitir a compreensão, a análise e o desenvolvimento de diferentes ativos estratégicos para a inovação nas cooperações entre *startups* e corporações. Nesta medida, o aprofundamento destes campos aponta a oportunidade do aprimoramento das práticas e o desenho de abordagens que contribuam para melhores condições competitivas.

REFERÊNCIAS

BENNET, D.; BENNET, A. The Rise of the Knowledge Organization. In: **Handbook on Knowledge Management 1**. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2004. p. 5–20.

CARLSSON, S. A. Strategic Knowledge Managing within the Context of Networks. In: **Handbook on Knowledge Management 1**. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2004. p. 623–650.

DAS, T. K.; TENG, B. S. A resource-based theory of strategic alliances. **Journal of Management**, v. 26, n. 1, p. 31–61, 2000.

FREEMAN, J.; ENGEL, J. S. Models of innovation: Startups and mature corporations. **California Management Review**. v. 50. 94-119, 2007.

GRANT, R. M. The Resource-Based Theory of Competitive Advantage: Implications for Strategy Formulation. **California Management Review**, v. 33, n. 3, p. 114–135, Abr. 1991.

- KOHLER, T. Corporate accelerators: Building bridges between corporations and startups. **Business Horizons**, v. 59, n. 3, p. 347–357, 2016.
- LEONARD-BARTON, D. D. Core Capabilities and Core Rigidities: A Paradox in Managing New Product Development. **Strategic Management Journal**, v. 13, p. 111–125, 1998.
- MARIANO, D. C. B. et al. A guide to performing systematic literature reviews in bioinformatics. 2017.
- MOCKER, V.; BIELLI, S.; HALEY, C. Winning Together: A guide to successful corporate-startup collaborations. **Nesta**, p. 25, 2015.
- PETER, L.; WERRO, T. A Taxonomic Framework on Prevalent Collaborative Innovation Options between Corporations and Startups. **International Journal of Digital Technology & Economy**, v. 3, n. 2, p. 63–94, 2019.
- PISANO, G. P. **Creative construction: the DNA of sustained innovation**. [s.l.: s.n.]. 2019.
- SCHÄTTGEN, N.; MUR, S. **The Age of Collaboration** Arthur D. Little' White Paper. Vienna: [s.n.]. Disponível em: <http://www.adlittle.de/uploads/tx_extthoughtleadership/ADL_MatchMaker_The_Age_of_Collaboration_01.pdf>. Acesso em: 20 jun 2019.
- SCHUMPETER, J. A. **Capitalism, Socialism, and Democracy**. [s.l.] Harper Perennial Modern Thought, 1942.
- SPENDER, J.-C. et al. Startups and open innovation: a review of the literature. **European Journal of Innovation Management**, v. 20, n. 1, p. 4–30, 2017.

TEECE, D. Capturing value from knowledge assets: the new economy. **Markets for Know-how, and Intangible Assets, california ...**, v. 40, n. 3, p. 55–80, 1998a.

TEECE, D. J. Capturing Value from Knowledge Assets: The New Economy, Markets for Know-How, and Intangible Assets. **California Management Review**, v. 40, n. 3, p. 55–79, 1 Abr. 1998b.

TEECE, D. J. Knowledge and Competence as Strategic Assets. In: **Handbook on Knowledge Management 1**. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2004. p. 129–152.

TEECE, D. J. D. J. Capturing Value from Knowledge Assets: The New Economy, Markets for Know-How, and Intangible Assets. **California Management Review**, v. 40, n. 3, p. 55–79, 1 Abr. 1998c.

TEECE, D.; PISANO, G. The Dynamic Capabilities of Firms. **Handbook on Knowledge Management**, 2003, p. 195–213.

THIEME, K. **The Strategic Use Of Corporate-Startup Engagement**. 123p 2017. Dissertação (Mestrado em Gestão da Tecnologia) - Faculdade de Tecnologias, Políticas e Gestão, Delft University of Technology. Holanda

TIDD, J. **A review of innovation models**. [s.l.: s.n.]. Disponível em: <<http://www3.imperial.ac.uk/portal/pls/portal/portal/docs/1/7290726.PDF>>. Acesso em: 20 jun 2019.

WEIBLEN, T.; CHESBROUGH, H. W. Engaging with Startups to Enhance Corporate Innovation. **California Management Review**, v. 57, n. 2, 2015.

UTILIZAÇÃO DA LÓGICA DIFUSA NA DETERMINAÇÃO DA DISTÂNCIA DE FRENAGEM DE UM VEÍCULO AUTOMOTOR

Rafael Miranda de Oliveira Silva

Luísa Miranda dos Santos Brito

Roberto Luís Souza Monteiro

Este trabalho busca efetuar a modelagem da distância de frenagem de um veículo automotor, com objetivo de auxiliar a construção de um veículo autônomo, tendo como variáveis de entrada a velocidade do veículo e o tempo de reação do motorista, utilizando, para tanto, a lógica difusa para determinação das funções de pertinência por meio do pacote *fuzzy* do MATLAB em um sistema com 25 regras de inferência.

1 INTRODUÇÃO

Estima-se que 77% das vítimas fatais de acidentes de trânsito no mundo são jovens do sexo masculino, sendo a principal causa de morte para os jovens de 15 a 29 anos. No Brasil, entre os anos de 1980 e 2011, quase um milhão de pessoas morreram em decorrência de acidentes de trânsito. Projeta-se que até 2030 as mortes no trânsito podem se

tornar a quinta principal causa de morte no mundo (ABREU, 2018).

Nos EUA, 94% de todos os acidentes de trânsito foram associados a erros humanos. No Reino Unido este número é de cerca de 75%. Apesar de não se poder garantir que os acidentes serão eliminados, o uso de veículos autônomos tende a retirar o controle das mãos humanas, reduzindo, teoricamente, o número de acidentes. Não se pode assumir que os veículos autônomos serão livres de falhas, mas a tendência de redução dos acidentes de trânsito é notória (LIU, 2018).

Os veículos autônomos se baseiam em diversas técnicas para atingir o seu objetivo, sejam elas de visão computacional, conforme destaca Janai (2017), ou por geolocalização, conforme o trabalho de Capelle (2010). A lógica difusa, ou *fuzzy*, também se faz presente para a modelagem ou controle de alguns aspectos dos veículos autônomos.

Mas, o que exatamente é a lógica difusa? A lógica difusa, ou nebulosa, é uma subárea da inteligência artificial e, diferentemente da álgebra determinística de Aristóteles, foi introduzida por Lotfali Askar-Zadeh e veio para explicar situações das quais a lógica clássica, formal, encontrava limitações, agregando “graus de pertencimento” de dada qualificação de um objeto analisado. Por exemplo, a lógica clássica é capaz de dizer se há ou não água em um copo (0 ou 1). Já a lógica difusa consegue mensurar qualitativamente se o copo está quase cheio, se está quase vazio, se está com muita água ou com pouca água, conseguindo associar aos conceitos de “pouco”, “muito” e “quase” um número que se refere a quanto este qualificador está ligado à realidade daquele copo (CAVALCANTI; MELO, 2012).

A navegação de um veículo autônomo, por se tratar de um sistema complexo, não pode ser tratada simplesmente por

uma lógica binária, pois sistemas de aceleração e freio, por exemplo, só enxergariam dois valores binários de “nenhuma aceleração” ou “aceleração máxima” ou “nenhum freio” e “freio máximo”, o que interferiria negativamente não só na segurança, mas também no conforto do usuário.

A lógica difusa, no entanto, pode ser utilizada nesta modelagem devido aos seus modificadores qualitativos, que, ao serem associados às variáveis mencionadas anteriormente, conseguem quantificar valores intermediários entre a ação “nenhum” e “máximo” (0 ou 1). Isso garante que a resposta do sistema não seja tão abrupta no que tange à manutenção de uma distância segura no trânsito, por exemplo.

A *Distância de Frenagem* (DF) pode ser definida como a distância pela qual um veículo percorre desde que um obstáculo tenha sido detectado, passando pelo acionamento do freio até que a velocidade do carro seja nula (WOOLLEY, 2018). Esta medida é uma importante variável que deve ser monitorada e controlada para que um condutor consiga evitar a colisão frontal com um objeto imóvel e depende tanto da sua velocidade de reação quanto da velocidade em que o veículo se movimenta. O tempo de reação de um condutor é minimizado em um veículo autônomo, uma vez que o seu tempo de processamento e tomada de decisão é inferior à reação humana.

Este artigo busca, portanto, modelar empiricamente a distância de frenagem de um dado veículo com variáveis de entrada, tempo de reação do condutor e velocidade do veículo. Sendo esta uma importante medida na segurança da navegação de um veículo autônomo, a modelagem proposta neste trabalho tem relevância para o cenário descrito a fim de buscar a redução dos acidentes de trânsito.

2 REVISÃO DA LITERATURA

A primeira menção à lógica difusa ou lógica *fuzzy* foi feita por Lotfali Askar-Zadeh em seu artigo “*Fuzzy sets*” no ano de 1965 (ZADEH, 1965). Neste artigo o autor define alguns conceitos sobre os conjuntos *fuzzy*, funções de pertinência e algumas operações relacionadas a estes conjuntos. Desde a sua proposta, a lógica *fuzzy* conseguiu abranger as mais diversas áreas de pesquisa.

Hudson (1994), em seu artigo “*Fuzzy Logic in Medical Expert System*”, define algumas situações das quais a lógica *fuzzy* está presente na área de medicina, como na classificação do nível de dor no peito. Segundo o autor, quando um paciente chega em uma sala de emergência com dores no peito, o médico deve decidir de maneira rápida o destino deste paciente a partir de um quadro que apresenta variáveis que são por si só *fuzzy*, envolvendo fatores como a pressão sanguínea diastólica e a duração da dor no peito, por exemplo.

Shepherd (1998) também utiliza a lógica *fuzzy* ao ilustrar como ela pode ser aplicada para estimar relações lineares e não lineares nas relações no âmbito da economia, como na relação entre salários reais e o desemprego nos Estados Unidos, por exemplo.

No campo da agropecuária, o estudo feito por Ferreira (2007) mostra como o uso da lógica *fuzzy* pode ser promissor na determinação do cio de vacas leiteiras utilizando como variáveis o comportamento dos animais, a tentativa de “montar” em outras vacas e o tempo desde o último cio.

No campo da engenharia são diversas as aplicações. Emami (2010) define alguns processos no âmbito da

engenharia química em que a lógica *fuzzy* pode ser aplicada, tais como na avaliação de riscos de uma tubulação, análises de segurança, controle de fornalhas e na modelagem do craqueamento catalítico fluidizado de derivados do petróleo, por exemplo. Juang (1986), por sua vez, propõe o uso da lógica difusa para estimar a intensidade de terremotos baseado nos danos causados às estruturas.

Assim como nas áreas citadas anteriormente, a lógica difusa também se faz presente no estudo dos veículos autônomos. Rizianiza et al. (2017) apresenta o desenvolvimento de um sistema automático de freio veicular utilizando como variáveis de entrada a velocidade e a posição do veículo (distância até o obstáculo), sendo que a saída é a força necessária a ser aplicada nos freios até a parada total do veículo.

De maneira similar, Mamat et al. (2009) também modela um freio veicular automático, mas compara um controlador baseado na lógica difusa com um PI (Proporcional Integral) *fuzzy* e um PD (Proporcional Derivativo) *fuzzy*, comparando os três tipos. Quanto a Rehman et al. (2015), este utiliza em sua modelagem um total de três variáveis de entrada (distância entre os veículos, velocidade do veículo e coeficiente de atrito estático), uma a mais que Rizianiza et al. (2017), e como variável de saída a pressão necessária nos freios para evitar a colisão.

Verghese et al. (2009), diferentemente dos demais, propõe um sistema de freio antitravamento (ABS) e utiliza uma rede CAN (*Controller Area Network*) em um protótipo real para a observação do controlador *fuzzy* pró-projetado. Assim como Mamat et al. (2009), Hirulkar et al. (2014) também compara mais de um tipo de controlador, mas diferentemente do primeiro, utiliza um PID (Proporcional

Integral Derivativo) convencional para comparar com um controlador *fuzzy*.

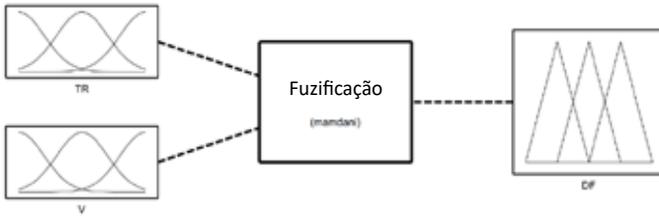
Além da modelagem e controle da frenagem, Mirzaei (2017) faz o controle também da direção do veículo. Hao et al. (2018) aplica o sistema de evasão de colisão ativo em um carro que segue um carro guia sem atingi-lo, utilizando além de um controlador baseado na lógica *fuzzy*, um controlador PI em cascata em um veículo elétrico com motor nas quatro rodas.

Com o exposto anteriormente, fica clara a relevância da lógica *fuzzy* para as mais diversas áreas de conhecimento e especialmente para os veículos autônomos, sendo parte fundamental da sua modelagem e controle a utilização desta técnica para simular o comportamento humano na direção de um veículo.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

O trabalho proposto busca modelar a *Distância de Frenagem* (DF) tomando como base dados de *Velocidade* (V) do veículo e o *Tempo de Reação* (TR) do condutor por meio da lógica difusa, conforme modelo apresentado na Figura 1.

Figura 1 – Diagrama de Blocos do Problema Proposto
(2 Entradas e 1 Saída)



Fonte: Elaboração dos autores, 2019.

3.1 METODOLOGIA

O primeiro passo para a modelagem do sistema foi a definição dos conjuntos *fuzzy* utilizando o pacote *fuzzy* do MATLAB. Para V, fixada entre 0 e 120km/h e estabelecida pelos autores, foram definidos cinco (05) conjuntos: Muito Lento (ML), Lento (L), Normal (N), Rápido (R) e Muito Rápido (MR). Já para TR, fixado entre 0,2s e 3s – valor adaptado de Gazis (1959) e corrigido para supor o uso de *smartphones* durante a condução do veículo – foram também definidos cinco (05) conjuntos: Excelente (E), Bom (B), Normal (N), Ruim (R) e Péssimo (P). A variável de saída, DF, fixada entre 3 e 180m e adaptado de Layton (2012), por sua vez, também contou com cinco (05) diferentes graduações: Muito Curta (MC), Curta (C), Normal (N), Longa (L) e Muito Longa (ML), conforme Tabela 1.

Tabela 1 – Definições dos Conjuntos *Fuzzy* das Variáveis de Entrada e Saída

Entradas				Saída	
V	Conjuntos de V	TR	Conjuntos de TR	DF	Conjuntos de DF
ML	[-1 0 5 20]	E	[-1 0,2 0,5 0,7]	MC	[-4 3 9 20]
L	[10 20 35]	B	[0,5 0,9 1,1]	C	[15 25 40]
N	[30 40 60 70]	N	[0,8 1,3 1,7]	N	[30 45 60 70]
R	[60 80 100]	R	[1,3 1,8 2,3]	L	[55 80 110]
MR	[90 100 120 130]	P	[2,1 2,5 3 4]	ML	[90 120 180 224,9]

Fonte: Elaboração dos autores, 2019.

A sobreposição de cada um desses conjuntos dentro do escopo de cada variável gera a sua função de pertinência no processo conhecido como “fuzificação” (SIMÕES; SHAW, 2007) utilizando o método de *Mamdani*. A partir disso, foram instituídas 25 regras que correlacionam as entradas à saída utilizando o conectivo “E” de maneira textual, conforme as definições da Tabela 1. O sistema, então, baseado nas regras definidas, fornece um resultado numérico da variável de saída, utilizando o centroide como método de “defuzificação” (SIMÕES; SHAW, 2007). As regras definidas são mostradas a seguir:

Tabela 2 - Regras de Inferência

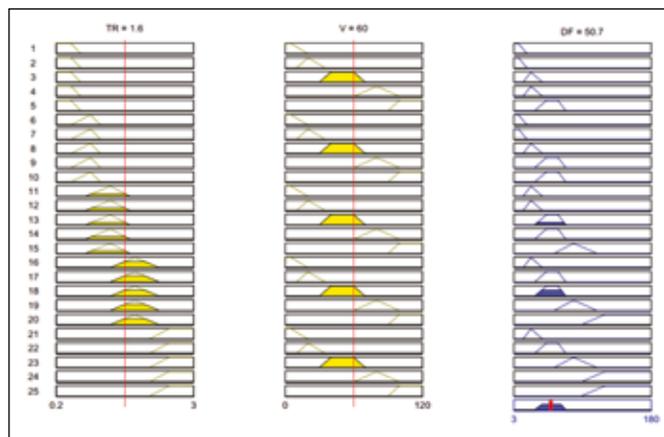
1. Se TR=E e V=ML então DF=MC	14. Se TR=N e V=R então DF=N
2. Se TR=E e V=L então DF=MC	15. Se TR=N e V=MR então DF=L
3. Se TR=E e V=N então DF=C	16. Se TR=R e V=ML então DF=C
4. Se TR=E e V=R então DF=C	17. Se TR=R e V=L então DF=N
5. Se TR=E e V=MR então DF=N	18. Se TR=R e V=N então DF=N
6. Se TR=B e V=ML então DF=MC	19. Se TR=R e V=R então DF=L
7. Se TR=B e V=L então DF=MC	20. Se TR=R e V=MR então DF=ML
8. Se TR=B e V=N então DF=C	21. Se TR=P e V=ML então DF=C
9. Se TR=B e V=R então DF=N	22. Se TR=P e V=L então DF=N
10. Se TR=B e V=MR então DF=N	23. Se TR=P e V=N então DF=L
11. Se TR=N e V=ML então DF=C	24. Se TR=P e V=R então DF=ML
12. Se TR=N e V=L então DF=C	25. Se TR=P e V=MR então DF=ML
13. Se TR=N e V=N então DF=N	

Fonte: Elaboração dos autores, 2019.

3.2 SIMULAÇÃO

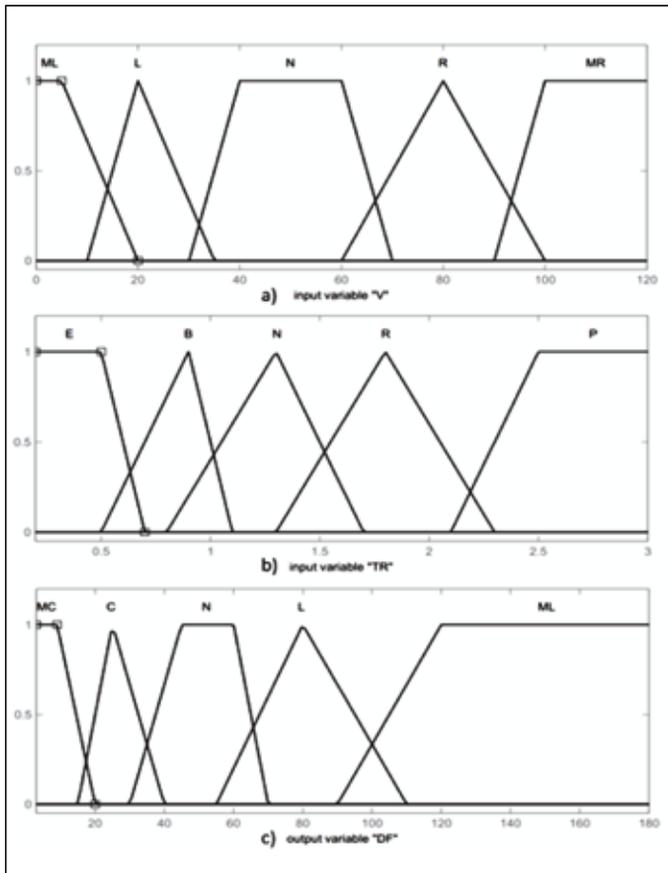
Com as definições feitas na seção anterior, as funções de pertinência e as regras simuladas são mostradas nas Figuras 2 e 3.

Figura 2 – Visualização das Regras definidas e Resultado Simulado para TR=1,6s e V=60 km/h (MATLAB)



Fonte: Elaboração dos autores, 2019.

Figura 3 – Funções de Pertinência relativa às Entradas e à Saída do Sistema (MATLAB)

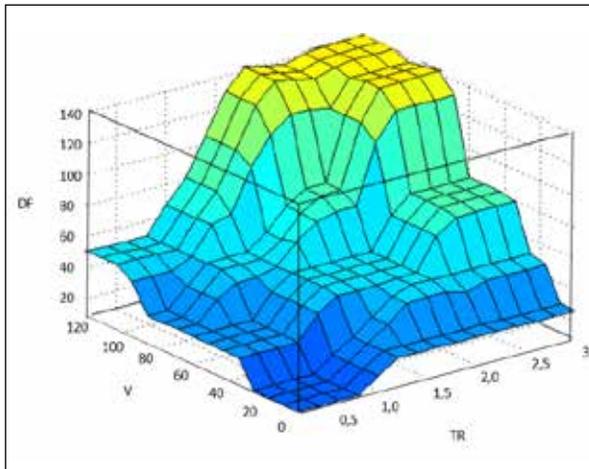


Fonte: Elaboração dos autores, 2019.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados, conforme o esperado, ratificam a tendência da relação diretamente proporcional entre TR e V em relação à DF, como mostrado na Figura 4. Quanto maiores os seus valores, maiores serão as distâncias até que o veículo pare por completo. A superfície vista na Figura 4, que representa a saída do sistema, com diversos valores de amplitude, comprova a vantagem deste tipo de lógica quando comparada a lógica aristotélica, determinística. É possível, ainda, se perceber o impacto do Tempo de Reação (TR), baseado nas regras determinadas na Distância de Frenagem (DF).

Figura 4 – Superfície de Saída (DF) em função das Entradas (V e TR)



Fonte: Elaboração dos autores, 2019.

5 CONCLUSÕES

Com a automatização da direção do veículo (premissa dos veículos autônomos) há a conseqüente redução do tempo de reação, podendo-se inferir a partir da Figura 4 que DF teria valores menores, contribuindo para a segurança dos seus integrantes e também reduzindo as chances de colisões frontais, sendo ainda mais eficiente quando complementada com outros tipos de sistema de controle.

Como sugestão de trabalhos complementares, pode ser realizada uma análise com mais variáveis de entrada e estudar o efeito que elas têm sobre DF, como a força aplicada no freio ou prosseguir com a modelagem e desenvolver um controlador *fuzzy*.

REFERÊNCIAS

ABREU, D. R. D. O. M.; SOUZA, E. M. D.; MATHIAS, T. A. D. F. (2018). Impacto do Código de Trânsito, volume 34, e00122117, p. 1-13..

CAPPELLE, C.; NAJJAR, M. E. B. E.; POMORSKI, D.; CHARPILLET, F. (2010). Intelligent geolocalization in urban areas using global positioning systems, three-dimensional geographic information systems, and vision. **Journal of Intelligent Transportation Systems**, 14(1), p. 3-12.

CAVALCANTI, J. H. F.; CAVALCANTI, M. T.; SOUTO, C. R.; MELO, H. (2012). **Lógica Fuzzy Aplicadas Engenharias**. Câmara do livro, João Pessoa.

EMAMI, M. S. (2010). **Fuzzy logic applications in chemical processes**. J. Math. Comput. Sci, 1(4), p. 339-348.

- FERREIRA, L.; YANAGI Jr, T.; NÄÄS, I. A.; AURÉLIO, M. (2007). Development of algorithm using fuzzy logic to predict estrus in dairy cows: Part I. **Agricultural Engineering International: CIGR Journal**.
- GAZIS, D.; HERMAN, R.; MARADUDIN, A. (1960). The problem of the amber signal light in traffic flow. **Operations Research**, 8(1), p. 112-132.
- HAO, K.; LIAN, Y.; LIU, K. (2018). Active collision avoidance fuzzy control for four-in-wheel-motor-driven electric vehicles. In: **2018 Chinese Control And Decision Conference (CCDC)**. p. 5450-5455. IEEE.
- HIRULKAR, S.; DAMLE, M.; RATHEE, V.; HARDAS, B. (2014). Design of automatic car breaking system using fuzzy logic and PID controller. In: **2014 International Conference on Electronic Systems, Signal Processing and Computing Technologies**. p. 413-418. IEEE.
- JANAI, J.; GÜNEY, F.; BEHL, A.; GEIGER, A. (2017). **Computer vision for autonomous vehicles: Problems, datasets and state-of-the-art**. arXiv preprint arXiv:1704.05519.
- JUANG, C. H.; ELTON, D. J. (1986). Fuzzy logic for estimation of earthquake intensity based on building damage records. **Civil Engineering Systems**, 3(4), 187-191.
- LAYTON, R.; DIXON, K. (2012). **Stopping sight distance**. Kiewit Center for Infrastructure and Transportation, Oregon Department of Transportation.
- LIU, P.; YANG, R.; XU, Z. (2019). How Safe Is Safe Enough for Self-Driving Vehicles?. **Risk analysis**, 39(2), p. 315-325.

- MAMAT, M.; GHANI, N. M. (2009). Fuzzy logic controller on automated car braking system. In: **2009 IEEE International Conference on Control and Automation**. p. 2371-2375. IEEE.
- MIRZAEI, M.; MIRZAEINEJAD, H. (2017). Fuzzy scheduled optimal control of integrated vehicle braking and steering systems. **IEEE/ASME Transactions on Mechatronics**, 22(5), p. 2369-2379.
- REHMAN, A. U.; MUSHTAQ, Z.; QAMAR, M. A. (2015). Fuzzy logic based automatic vehicle collision prevention system. In: **2015 IEEE Conference on Systems, Process and Control (ICSPC)**. p. 55-60. IEEE.
- RIZIANIZA, I.; DJAFAR, A. (2017). Design car braking system using Mamdani Fuzzy Logic Control. In: **2017 4th International Conference on Electric Vehicular Technology (ICEVT)**. p. 129-133. IEEE.
- SHEPHERD, D.; SHI, F. K. (1998). Economic modelling with fuzzy logic. **IFAC Proceedings Volumes**, 31(16), p. 435-440.
- SIMÕES, M. G.; SHAW, I. S. (2007). **Controle e modelagem fuzzy**. Editora Blucher.
- VERGHESE, L.; MAHAPATRA, K. K. (2009). Fuzzy logic based integrated control of anti-lock brake system and collision avoidance system using can for electric vehicles. In: **2009 IEEE International Conference on Industrial Technology**. p. 1-5. IEEE.
- WOOLLEY, J.; STOKES, C.; TURNER, B.; JUREWICZ, C. (2018). **Towards safe system infrastructure: a compendium of current knowledge** (No. AP-R560-18).

ZADEH, L. A. (1965). Fuzzy sets. **Information and control**, 8(3), p. 338-353.

HUDSON, D. L.; COHEN, M. E. (1994). Fuzzy logic in medical expert systems. **IEEE Engineering in Medicine andBiology Magazine**, 13(5), p. 693-698.

A TERMOGRAFIA COMO FERRAMENTA DE MANUTENÇÃO DE EQUIPAMENTOS DE ALTA TENSÃO ASSOCIADA A RNA E RA – UMA REVISÃO DA LITERATURA

Eduardo de Brito Silva

Alex Álisson Bandeira Santos

Ingrid Winkler

Bruna Aparecida Souza Machado

Roberto Luiz Souza Monteiro

A abertura do setor elétrico nacional trouxe uma nova realidade às empresas concessionárias de energia, especialmente às transmissoras. A receita deixou de ter origem exclusiva na tarifa e passou a ter remuneração vinculada à disponibilidade de seus ativos. Assim, as empresas passaram a ser multadas por falhas destes ativos, implicando ou não em queda no fornecimento de energia. Os descontos são analisados numa regra própria que gradua o tempo de indisponibilidade e a repercussão para a sociedade num total de 1,7 bilhão de reais apurado no período 2008 a 2018. Neste

cenário, as manutenções preditiva e preventiva tornaram-se ainda mais fundamentais e estratégicas para as empresas do setor elétrico, pois manter a disponibilidade plena dos ativos significa aumento de receita. Observando a relevância do tema que é de grande impacto social, uma vez que problemas no segmento de energia podem afetar o desenvolvimento e restringir o acesso à eletricidade por toda a sociedade, optamos por investigar elementos que auxiliem a minimização de defeitos que gerem indisponibilidade. Em se tratando dos defeitos com origem térmica, estes representam praticamente 1/3 dos problemas que levam à indisponibilidade dos ativos de transmissão. A termografia é conhecida como elemento central de diagnóstico de defeitos térmicos em equipamentos de subestação e, por esse motivo, constitui-se como nossa opção por aprofundar o seu entendimento e aplicação na indústria de energia. Este trabalho consiste numa revisão sistemática da literatura e visa contribuir para a inovação. Buscamos neste estudo associar a termografia à rede neural artificial (RNA) e à realidade aumentada (RA) utilizando-as de forma combinada como ferramentas de manutenção para maximizar a disponibilidade de equipamentos elétricos de subestações de energia. A pesquisa abrangeu artigos científicos e patentes buscando o melhor de informação disponível na atualidade, sendo observado, por exemplo, que o uso de realidade aumentada no segmento industrial de manutenção ainda está muito distante da potencialidade da ferramenta.

1 INTRODUÇÃO

A partir do marco regulatório do setor elétrico, iniciado no ano de 2002, todas as empresas de transmissão de energia passaram a ser remuneradas não mais pela tarifa e

sim pela disponibilidade dos equipamentos elétricos que fazem parte das subestações e linhas de transmissão. Nesta realidade, as empresas passaram a ser punidas (multadas) por falhas destes ativos, implicando ou não em queda no fornecimento de energia. Seus consequentes descontos são analisados numa regra que gradua o tempo de indisponibilidade e a sua repercussão para a sociedade. Este estudo tem por objetivo apresentar uma revisão da literatura abordando a termografia, a inteligência artificial do tipo rede neural e a realidade aumentada como possíveis ferramentas para o controle da vida útil e da disponibilidade dos ativos do setor elétrico.

Segundo definição de Komonem (2002, p. 18),

por manutenção entende-se todas as ações que visam restaurar qualquer funcionalidade de um produto em seu ciclo de vida, e, quando o produto é um equipamento de produção industrial, nos referimos como manutenção industrial. E, as ações que podem ser tomadas para restaurar a performance do equipamento podem ser de ordem técnica, administrativa ou gerencial, a definir pelo problema encontrado.

As informações disponíveis no site da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) (www.aneel.gov.org.br) evidenciam que, no intervalo 2008 – 2018, houve uma subtração de receita de 1,7 bilhão de reais somando-se o desconto por indisponibilidade de todas as empresas transmissoras.

O objetivo deste trabalho é a contribuição para o fortalecimento do setor elétrico nacional com a introdução ou aprimoramento de ferramentas que auxiliem no processo de tomada de decisão para manutenção dos equipamentos elétricos vinculadas a subestações de 230kV e a tensões

superiores e linhas de transmissão que as alimentam, buscando associar diferentes ferramentas computacionais para tornar mais eficiente o controle da disponibilidade dos equipamentos elétricos.

Sendo as ferramentas a termografia, a rede neural e a realidade aumentada, verificamos como resultado deste estudo que existe uma lacuna de conhecimento nesta área de conhecimento. Hoje é praticamente inexistente o uso combinado destes três elementos, em especial, vinculados à indústria de energia. Exatamente por este motivo, há grande relevância nesta pesquisa buscando entender o cenário e as dificuldades relacionadas ao desenvolvimento e aproveitamento do conjunto destas tecnologias.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 TERMOGRAFIA

Escolhemos a termografia por ser uma técnica do tipo não destrutiva (TAIB, 2013) e por sua simplicidade (LAHIRI, 2013) no uso do instrumento, alta confiabilidade nos resultados obtidos, facilidade na interpretação dos dados, variedade de problemas identificados a partir do ponto quente e, ainda, por permitir acompanhar a evolução de um defeito ao longo do tempo sem a redução da disponibilidade do ativo.

A partir da termografia, segundo os autores Ferreira (2015) e Shawal (2012), verifica-se a existência de não conformidades térmicas ou pontos quentes⁶ nos diversos equipa-

⁶ Ponto quente - Qualquer NCT (Não conformidade Térmica) em conexão ou parte de equipamento no qual os gradientes de temperatura comparativos e quantitativos medidos pela inspeção por termovisor ultrapassem valores pre-determinados em norma específica. (NM-MN-SE-S.001 – Chesf, 11ª Edição-2016) ([15]).

mentos do sistema elétrico e em suas conexões (ZOU, 2015). Esses devem ser devidamente corrigidos pelas equipes de manutenção de forma a impedir saídas intempestivas dos equipamentos por falha, tais como ruptura de conexões elétricas, explosão em equipamentos, sobreaquecimento em máquinas girantes e centelhamento em colunas de isoladores. Enfim, existe uma gama de eventos evitáveis ou minimizados em uma subestação com o uso da inspeção termográfica.

A Tabela 1 apresenta informações relevantes para um diagnóstico da origem e repercussão de falhas em equipamentos elétricos em subestações, que se distinguem por dois tipos de comportamentos frente à passagem de corrente elétrica em seus terminais. A separação nestes dois tipos de equipamentos é fundamental para a correta análise de urgência e avaliação de disponibilidade quando da correção do defeito. Neste artigo não serão exploradas as ações de manutenção propriamente dita. Interessa-nos apenas o diagnóstico e a padronização dos defeitos a partir do treinamento de uma RNA.

Tabela 1 - Características dos Ativos “com” corrente e “sem” corrente (fluxo desprezível de corrente)

Tipo de Ativo	Característica Elétrica	Exemplo de Ativos	Máxima Temperatura antes da emergência
Com corrente (quente)	Baixa impedância (mínimo, 0,0001 - Ohm, 10^{-4})	Chave Seccionadora, Disjuntores	< 90 graus
Sem corrente (frio) ou com fluxo de corrente desprezível	Elevada Impedância (Mínimo 1000000 Ohm - 10^6)	Pararraio, TP	< 08 graus

Fonte: Elaboração do Autor, 2020.

A revisão da literatura, considerando a termografia como ferramenta de manutenção, verifica três tipos de abordagens preferenciais como desdobramento desta técnica. O primeiro tipo aborda características da técnica de inspeção, melhor ângulo de visada, ajustes e influências externas à imagem, captação da imagem e tratamento da imagem. O segundo tipo explora a imagem térmica como defeito em equipamentos de baixa tensão ou até 15kV (quinze mil Volts) com destaque para painéis elétricos, chaves fusíveis, painéis fotovoltaicos (DENIO, 2018), motores elétricos e transformadores de distribuição de energia. O interesse deste artigo está na terceira parte que corresponde a menos de 10% de trabalhos publicados relacionados à temática desta investigação e ao diagnóstico em equipamentos submetidos

a tensões superiores a 230kV (GONG, 2018), que são, no caso do setor elétrico nacional, conhecidos como ativos pertencentes à Rede Básica e, portanto, sujeitos às regras de penalização por indisponibilidade.

2.2 REALIDADES AUMENTADA, MISTA, EXPANDIDA E VIRTUAL

A realidade aumentada e suas variantes (mista e estendida) são ferramentas computacionais que combinam dados digitais e dados sensoriais humanos em tempo real do mundo real, dando a impressão de que, por exemplo, um objeto que não está fisicamente num ambiente a partir do uso de um aparato especial (óculos, lente, smartphone) (KURZ, 2014) lá esteja interagindo com o cenário.

Enquanto a realidade aumentada mistura elementos “imaginários” no mundo real, a realidade virtual exige completa imersão em ambiente “imaginário”, transportando o usuário para dentro de um cenário totalmente construído via *software*. Neste caso, é imprescindível o uso de óculos que iniba completamente luz exterior, de sorte que o sentimento de mergulho seja completo.

Segundo Palmerini (2018), estudos de aplicação de RA em manutenção mostram resultados promissores na melhoria do desempenho humano na realização de operações de manutenção técnica e no suporte à manutenção, principalmente no tocante à melhor tomada de decisão. Esta tecnologia busca transformar as experiências humanas por potencializar sua capacidade de interpretação do mundo real a partir de tarefas dirigidas, treinamentos, processos dinâmicos de aprendizagem e comunicação, entretenimento, etc. Este novo método de transformação da realidade tem sido estudado há várias

décadas. Porém, em se tratando dos *hardwares* e *softwares* que se fazem necessários para uma experiência mais completa, somente nos últimos cinco anos estão melhor disponíveis e capazes de fornecer sensações de maior integração entre o real e o virtual.

Segundo Martinelli (2019), até 2025 a *Realidade Aumentada* estará sendo parte integrante e rotineira de processos de manutenção, principalmente na questão de treinamentos e capacitação de profissionais, pois atualmente o entrave tecnológico de *software* e *hardware* para tornar real a imagem que não existe fisicamente ainda limita a capacidade de imersão dos profissionais para aplicações mais gerais e independentes.

Os benefícios da adoção da RA e RV ao segmento industrial, notadamente a manutenção, são abordadas com grande propriedade no estudo de referência publicado por Jetter (2018) e Campbell (2019), que refletem acerca das vantagens e ganhos desta tecnologia aplicada aos profissionais que tem de tomar decisões a partir da própria experiência construída num ambiente em múltiplo movimento, como já acontece, por exemplo, no cenário dos profissionais que atuam em manutenção de quaisquer equipamentos, independentemente de sua complexidade.

Nosso interesse, neste trabalho, é apresentar a RA (e suas variantes) para uso industrial, notadamente para a indústria de energia elétrica no campo de manutenção de subestações de energia.

2.3 REDE NEURAL ARTIFICIAL

As RNA (Redes Neurais Artificiais) em ciência da computação e áreas relacionadas são definidas como modelos matemáticos que têm como inspiração o sistema nervoso

central de um animal (em particular o cérebro), sendo capazes de realizar o aprendizado de máquina. O reconhecimento de padrões deste tipo de “interpretação” de dados é excelente para o diagnóstico de fenômenos que tenham grau de repetibilidade e possam ser “aprendidos” por repetição e aproximação (HAYKIN, 2006).

A RNA como modelo matemático pode ser representada como um conjunto de pesos e funções de ativação que trafegam informação em ambiente controlado de modo a se obter como resultado informações com alto grau de certeza para dados nunca antes apresentados e reconhecidos por ele (HAYKIN, 2006).

Alguns trabalhos aprofundam o tratamento dos dados térmicos e abordam o reconhecimento de padrões nas imagens comparando diferentes ferramentas e *softwares* para simplificar e automatizar a caracterização de defeitos térmicos utilizando-se, inclusive, de inteligência artificial e obtendo reconhecimento superior a 90% de acerto na maior parte da literatura: Ullah (2017), Moussaoui (2018), Chou (2009), Taib (2013, 2014).

O uso da associação de identificação de defeitos térmicos através de alguma forma de inteligência artificial ao reconhecimento de padrões de aquecimento por RNA é bastante pesquisado e desenvolvido na literatura. Porém, existem algumas dificuldades, ou melhor ilustrando, lacunas verificadas a partir da revisão sistemática da literatura. Poucos são os trabalhos que analisam defeitos em ativos submetidos a *Extra Alta Tensão* (230kV e acima). Muito raras são as aplicações simultâneas de RNA associadas a *Termografia* e RA em subestações de energia com ênfase no nível de tensão desejado. Neste universo mais limitado se apresentam em destaque os trabalhos de Gong (2018), Huang (2015) e Jianbo (2018).

3 MATERIAIS E MÉTODOS

A investigação da literatura associada às ferramentas propostas neste artigo ocorreu em duas plataformas com maneiras distintas de abordagem, sendo elas: pesquisa de artigos científicos no site do IEEE (sigla em inglês para *Institute of Electrical and Eletronic Engineers* - <<https://ieeexplore.ieee.org/search/searchresul>>), site especializado de engenharia elétrica; e pesquisa de patentes no site especializado *Derwent* (<<https://www.derwentinnovation.com/>>). Em ambos os casos algumas palavras-chave foram utilizadas para retornar o mais abrangente e qualitativo conjunto de informações possível, mas não necessariamente iguais entre si, tendo em vista as peculiaridades de cada um dos sites. Entretanto, o retorno de busca em cada um desses sites guardou semelhanças de tal forma que possibilitou estabelecer comparação e análise unificada, conforme segue descrito neste material.

O IEEE é amplamente reconhecido como ambiente de busca de material tecnológico associado à engenharia elétrica e áreas afins, como é o caso da termografia aplicada a subestações de energia em conjunto a redes neurais e da realidade aumentada e suas variantes (mista, estendida ou ainda virtual) – temáticas de interesse desta pesquisa.

A pesquisa de artigos no IEEE teve como entrada o seguinte *string*: “AB = ((neural ADJ *network*) OR (artificial ADJ *Intelligence*) OR (*energy* ADJ *substation*) OR (*electrical* ADJ *equipment*) OR (*aumented* ADJ *reality*) OR (*mixed* ADJ *reality*) OR (*maintenance*) OR (*high* ADJ *voltage*) OR (*electricity*) AND (*termal* ADJ *image*) OR (*termal* ADJ *imaging*) OR (*thermography*))”.

O estudo prospectivo que apresentamos neste texto observa, em termos do universo de patentes cadastrado no

portal “*Derwent [17,18] Innovation Patent Export*”, o que tem sido concebido no mundo que associa a técnica de termografia às técnicas de realidade aumentada e suas variantes (estendida e mista), além de realidade virtual. Entendemos que este tipo de tecnologia tem potencial extraordinário ainda não integralizado à rotina de manutenção especialmente no âmbito nacional. Também inserimos *string* de busca relacionado a trabalhos que além das duas técnicas combinadas se utiliza de redes neurais de modo a refinar seu processo decisório para o aumento da vida útil de ativos de subestação.

A pesquisa de patentes no portal *Derwent* teve como entrada o *string*: “AB = ((neural ADJ *network*) OR (*energy* ADJ *substation*) OR (*thermal* ADJ *image*) OR (*thermal* ADJ *imaging*) OR (*thermography*)) AND AB = ((virtual ADJ *reality*) OR (*mixed* ADJ *reality*) OR (*extended* ADJ *reality*) OR (*augmented* ADJ *reality*))”.

A diferença na formulação das palavras-chave que foram utilizadas nos *strings* de busca dos sites utilizados se justifica porque não se obteve inicialmente sucesso abordando ambientes distintos sob a mesma perspectiva. Assim, ajustes foram necessários preservando a lógica da pesquisa.

No caso do site de patentes (*Derwent*), sendo a termografia (e suas variante imagem térmica) uma técnica amplamente consolidada na manutenção, quer seja no segmento de energia ou outro, não se observou nenhum ganho em se fazer a busca a partir dela. A mesma lógica se impôs à inteligência artificial, especificamente à rede neural, que já são estudadas e aplicadas em diferentes áreas há bastante tempo.

Deste modo, por ser uma tecnologia / ferramenta muito mais recente, a realidade aumentada e suas variantes (estendida e mista), além da realidade virtual, foi a opção para ser o centro da busca, no qual esperava-se, inclusive,

o retorno de material bastante atualizado que valorizaria todo o trabalho.

No caso da busca no IEEE, optamos por extrair as informações a partir da palavra-chave termografia (e sua variante imagem térmica) por ser a termografia a técnica de manutenção base para toda a proposta de análise do trabalho, considerando-se ainda que todo cenário de minimização de indisponibilidade dos ativos foi construído a partir da redução e diagnóstico de defeitos térmicos em ativos do setor elétrico.

Em contrapartida, as demais palavras (subestação de energia e suas variantes equipamentos elétricos, manutenção e alta tensão; rede neural e sua variante inteligência artificial; e realidade aumentada e suas variantes mista, estendida e virtual) foram vinculadas de forma unificada na tentativa de aumentar a quantidade de publicações associadas aos temas da forma mais interconectada quanto possível fosse.

3.1 BUSCA POR PATENTES

A prospecção de material foi realizada na base de dados *online* do portal *Derwent Innovation Patent Export* - o maior depositário de informações de patentes do mundo com mais de 50 anos de existência. Por meio dessa base de dados é possível acessar 40 escritórios de patentes ao redor do mundo, incluindo China, EUA, Japão, Alemanha, Inglaterra, Austrália, França e etc. Nesta plataforma, anualmente, mais de três milhões de patentes são depositadas por ano, com aceite de registro de 1,2 milhão destas. Observa-se ainda o alto grau de pedidos de patente com origem na Ásia (60% dos pedidos de registro de patentes), destacando-se a China com alto número de submissões.

A matriz de palavras-chave retornou 420 documentos. Alguns de seus itens foram exportados, em forma de dados, para uma planilha *Excel*, possibilitando a realização de uma primeira análise global, levando-se em consideração a data de publicação (depósito), país de origem, autores e a classificação do documento.

Esta análise da massa de dados trouxe algumas informações relevantes. Dentre estas destacamos que, dos 420 trabalhos extraídos pela combinação de palavras chave, encontramos o seguinte: 185 de 420 patentes são de 2019; 108 de 420 patentes são de 2018; 41 de 420 patentes são de 2017.

No universo de patentes verificamos que mais 70% tem (60%) origem asiática, o que aponta para dois diagnósticos iniciais: em primeiro lugar, o tema é extremamente atual e os países asiáticos têm o maior interesse no assunto, estando na vanguarda da inovação. O segundo filtro dos dados foi realizado de forma a se eliminar trabalhos repetidos ou cujas palavras-chave estivessem fora do contexto proposto. Fazendo uma análise dos títulos e resumos, ainda com base nos dados postulados na planilha *Excel* de referência, esta nova “filtragem” reduziu das iniciais 420 patentes encontradas para 257 documentos.

Considerando o item proporção em termos de ano, temos os seguintes achados: 135 de 257 patentes são do ano de 2019 e de 10 países diferentes, destacando-se a China com 52 publicações, Korea com 22 publicações e EUA, FR, ING somados com 36 trabalhos; 65 de 257 patentes são do ano de 2018 e de nove países diferentes, com destaque para a China com 31 patentes.

Tabela 4 - Comparativo de patentes submetidas por país e por ordem de quantidade

Pais de Origem	Patentes (257)
China	40,8%
USA	22,17%
Korea	7,78%

Fonte: Base de Dados *Derwent Innovation Patent Export*, 2020.

3.2 BUSCA NO IEEE

A prospecção de dados no site de pesquisa público e gratuito do IEEE, a partir do uso da matriz de palavras-chave, já apresentada anteriormente, retornou 448 documentos. Alguns destes itens foram exportados em forma de dados para uma planilha *Excel*, possibilitando a realização de uma primeira análise global, levando-se em consideração a data de publicação, títulos, resumos, autores e a relevância.

No primeiro filtro a partir da planilha eliminamos trabalhos repetidos publicados em diferentes locais (congressos e revistas, por exemplo), retiramos falsos cognatos e publicações anteriores ao ano de 2012 e adotamos *por livre opção* como data de corte, reduzindo os achados da busca para 144 artigos. A segunda filtragem, necessária para reduzir o universo de análise, foi do tipo qualitativa, em que avaliamos os títulos e resumos, reduzindo o universo de 144 para 46 publicações em sintonia com o tema.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 BUSCA POR PATENTES

O aprofundamento da análise da massa de informações extraídas e o tratamento dos dados permitiram compreender o cenário de patentes que associam RNA, RA e termografia e sua compatibilização com o segmento de manutenção de subestações. A Figura 1 ilustra o caminho percorrido neste trabalho de prospecção de dados de patentes.

Algumas perguntas-chave foram elaboradas para estruturar a análise do material em estudo, por exemplo:

1) O material relaciona, de forma simultânea, pelo menos duas das ferramentas RA, RNA e termografia?

Sim, apenas para 67 patentes.

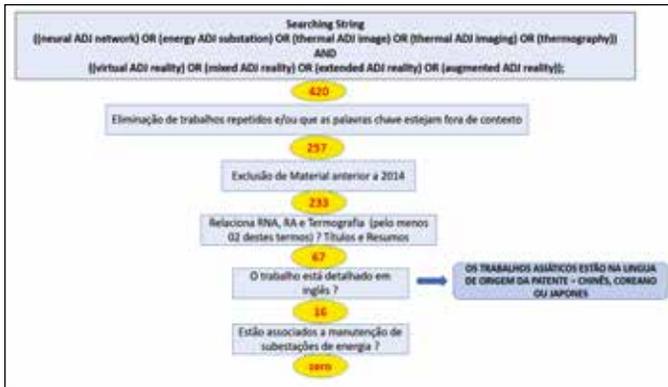
2) As patentes acessadas possuem informação detalhada em língua inglesa?

Sim, apenas para 16 dos trabalhos acessados.

3) As patentes fazem referência a alguma aplicação para subestação de energia com foco em sua manutenção?

Zero respostas. Nenhuma das patentes está associada ou tem aplicação direta em subestações, seja em manutenção ou operação, o que seria uma possibilidade não descartável.

Figura 1 - Representação da prospecção de dados de patentes



Fonte: *Derwent Innovation Patent Export*, 2020.

Observamos que, dos 16 trabalhos, 11 associam RNA e RA sem nenhuma relação com imagem térmica. Estes são trabalhos de investigação do corpo humano ou tratamento de imagens de vídeo. 03 destes trabalhos associam RNA e termografia também para análise do corpo humano e os 02 trabalhos que restaram tratam de aquecimento em motores de veículos.

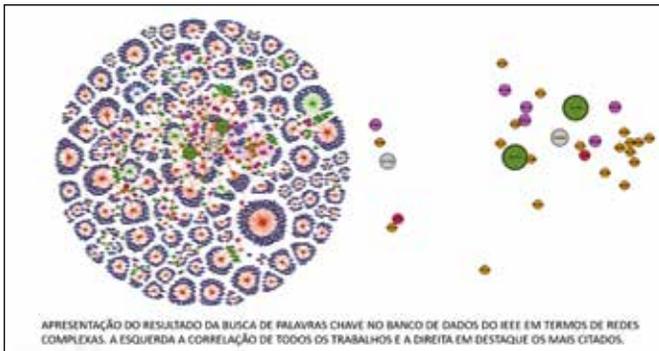
Este resultado indica uma lacuna a ser preenchida pela evolução tecnológica, ou, pelo menos, sugere uma ausência de trabalhos na língua inglesa para este tema o tema relacionado ao uso conjunto de Realidade Aumentada a Rede Neural auxiliando no diagnóstico de imagens térmicas.

4.2 BUSCA POR ARTIGOS

O retorno dos artigos e a planificação em *Excel* das informações encontradas no site IEEE, a partir das palavras-chave apresentadas na *string*, possibilitou a utilização de

redes complexas (OLIVEIRA, 2019) para auxiliar a compreensão da massa de dados e facilitar a análise do material com maior relevância (que, neste caso, se constituíram no número de citações e correlações com outras publicações).

Figura 2 – Apresentação do resultado da busca utilizando palavras-chave por meio de redes complexas



Fonte: Elaboração dos autores, 2020.

5 CONCLUSÕES

A ausência observada na literatura, bem como a lacuna na união destas três ferramentas aplicadas ou não ao setor elétrico, delimitam seu ineditismo e acrescentam o interesse de desenvolver trabalhos futuros buscando contornar esta situação, de modo que o ineditismo e a relevância de um futuro trabalho possam se ancorar na proposta inovadora de organizar, numa única ferramenta, vários dos elementos contemporâneos de diagnóstico e reconhecimento de padrões, a exemplo da termografia e da inteligência artificial (Rede Neural), além de acrescentar o olhar do homem da manutenção por meio da realidade virtual e/ou aumentada.

A prospecção realizada no universo de patentes não respondeu à questão sobre aplicação simultânea de inteligência artificial representada aqui por RNA, imagem térmica (conhecida por termografia) e realidade aumentada (e suas variantes, realidade expandida, mista e virtual). Em nenhum dos trabalhos publicados e/ou patenteados na língua inglesa, desde 2014, encontramos material que correlacione de forma direta ou indireta essas ferramentas.

A termografia como ferramenta de diagnóstico em manutenção é realidade consolidada há décadas especialmente no segmento de energia elétrica (subestação) - talvez por isso não exista material novo que a utilize. A RNA como ferramenta de reconhecimento de padrões também, há muitos anos, faz parte da rotina de detecção de defeitos que são passíveis de alguma previsibilidade a partir de parâmetros específicos, tal como a temperatura. Contudo, observa-se uma lacuna na análise de equipamentos associados à subestação, especialmente em tensões acima de 230kV.

Em relação à realidade aumentada, sendo a tecnologia de mais recente origem e aplicabilidade, era esperado ter, como foi o caso, dezenas de patentes a ela associadas. Contudo, inexistem patentes que se associem a aplicações em subestações de energia e que se aproximem, sobretudo, de eventos associados à imagem térmica. Os trabalhos patenteados em inglês que se relacionam com imagem térmica têm interesse em observação do corpo humano.

A busca por artigos no IEEE relacionou pouco mais de 3 dezenas de trabalhos correlatos à imagem térmica e rede neural. Contudo, em relação a aplicações em tensão acima de 230kV, foram encontrados apenas 08 trabalhos e não foi verificado nenhum caso de associação de RA ou RV ao diagnóstico e interpretação de defeitos ou falhas com origem térmica.

A falta de publicações e patentes que correlacionem RA à manutenção no nível que estamos interessados talvez reflita o próprio momento tecnológico que impede um uso contínuo, direto e a custo reduzido no segmento de manutenção, o que, segundo analistas, deve ocorrer nos próximos três a cinco anos, tendo em vista que os *hardwares* ainda não permitem a perfeita imersão em ambientes definidos como industriais.

Por fim, entendemos, inclusive pela ausência de patentes e artigos que associem todas estas ferramentas à aplicação no segmento da indústria de energia, que seja uma lacuna a ser preenchida nos próximos anos, pois verificamos grande complementariedade na associação delas especialmente para o segmento de manutenção e, em destaque, para o setor elétrico.

REFERÊNCIAS

KOMONEM, K. A cust model of industrial maintenance for profitability analysis and benchmarking, **Int. J. Prod. Econ.**, v. 79, 2002, p. 15-31.

NAZMUL HUDA, A. S.; TAIB, S. Application of infrared thermography for predictive/preventive maintenance of thermal defect in electrical equipment. **Applied Thermal Engineering**, v. 61, 2013, p. 220-227.

BAGAVATHIAPPAN, S.; LAHIRI, B. B.; SARAVANAN, T.; JOHN PHILIP; JAYAKUMAR, T. Infrared thermography for condition monitoring: a review. **Infrared Physics & Technology**, v. 60, 2013, p. 35-55.

FERREIRA, U. M.; Thermography as a Tool in Electric Panels Maintenance. **IEEE LATIN AMERICA TRANSACTIONS**, v. 13, n. 9, september, 2015.

JADIN, M. S.; TAIB, S. Recent progress in diagnosing the reliability of electrical equipment by using infrared thermography. **Infrared Physics & Technology**, v. 55, 2012, p. 236-245.

HUI ZOU; HUANG, F. A novel intelligent fault diagnosis method for electrical equipment using infrared thermography. **Infrared Physics & Technology**, v. 73, 2015, p. 29-35.

PALMARINI, R. J.; ERKOYUNCU, A.; ROY, R.; TORABMOSTAEDI, H. A systematic review of augmented reality applications in maintenance. **Robotics and computer-integrated Manufacturing**, v. 49, 2018, p. 215-228.

KURZ, D. Thermal touch: thermography-enabled everywhere touch interfaces for mobile augmented reality applications. **IEEE. INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON MIXED AND AUGMENTED REALITY (ISMAR)**, 2014, p. 42614.

ULLAH, I.; Predictive maintenance of power substation equipment by infrared thermography using a machine - learning approach. **Energies**. v. 10, 2017, p. 1987. DOI:10.3390/en10121987. Disponível em <www.mdpi.com/journal/energies>. Acesso em 19 set 2019.

LIMA, S. L.; SAAVEDRA, O. R.; SILVA, A. C.; SOUSA, A. N. de; ROSA FILHO, R. N. **RNB aplicada ao reconhecimento de padrões de falhas em imagens térmicas de equipamentos de subestações.**

Disponível em <<https://www.researchgate.net/publication/260629835>>. Acesso em 09 set 2019.

LEKSIR, L. D.; MANSOUR, M.; MOUSSAOUI Y, A. Localization of thermal anomalies in electrical equipment using Infrared, thermography and support vector machine. **Infrared Physics & Technology**, v. 89, 2018, p. 120-128.

CHOU, Y. C. ; YAO, L. **Automatic diagnosis system of electrical equipment using infrared thermography**. INTERNATIONAL CONFERENCE OF SOFT COMPUTING AND PATTERN RECOGNITION, 2009. Disponível em < web.of.science – <https://doi.org/10.1109/SoCPaR.2009.41> >. Acesso em 20/10/2019 xx xxx xxxx.

HUDA, A.S.N.; TAIB, S. Suitable features selection for monitoring thermal condition of electrical equipment using infrared thermography. **Infrared Physics & Technology**. v. 61, 2013, p. 184-191.

MOHD SHAWAL, J. SOIB, T; KAMARUL HAWARI, G. **Feature extraction and classification for detecting the thermal faults in electrical installations a measurement**. v. 57, 2014, p. 15-24.

Inspeção termográfica. - NM-MN-SE.001 – Versão 11, 2016. Normativos Específicos CHESF – SUBESTAÇÃO. Disponível em < <http://novaintranet.chesf.gov.br/normativos> xxxxx>. Acesso em 10/10/2019 xx xxx xxxx.

GONG. X.; YAO, Q. A Deep learning approach for oriented electrical equipment detection in thermal images. **IEEE**. 2018.

DENIO, H. Aerial solar thermography and condition monitoring of photovoltaic systems. **International Conference on Computing, Power and Communication**

Technologies (GUCON), 2018. 613 – 618 Disponível em <IEEE - <https://doi.org/10.1109/PVSC.2012.6317686>>. Acesso em 08/10/2019.

MARTINETTI, A.; MARQUES, H. C.; SINGH, S.; VAN DONGEN, L. Reflections on the limited pervasiveness of augmented reality in industrial sectors. *Applied Sciences*, 2019, 9 <https://doi.org/10.3390/app9163382> , acesso em 08/10/2019.

JETTER, J.; EIMECKE, J.; RESE, A. Augmented reality tools for industrial applications: what are potential key performance indicators and who benefits? **Computers and Human Behavior**, v. 87, 2018, 18 -33.

HAYKIN, S. *Redes Neurais princípios e prática. Bookman*. 3. rev., 2006.

JIANBO, X.; CHEN, K.; TIAN, C.; XIAOHUA, F.; LONGWU, Z. Study on the intelligent analysis method of the infrared detection of electrical equipment. 3RD International Conference on Communication and Electronics Systems (ICCES), 2018. 500 – 504 Disponível em <https://doi.org/10.1109/ICSCSE.2018.00107>. Acesso em 08/10/2019.

OLIVEIRA, J. B.; Modelo computacional para revisão sistemática baseado na teoria de rede complexa. **V SIINTEC**, Novembro 2019 vol. 6 num. 3 - V Simpósio Internacional de Inovação e Tecnologia Disponível em [doi/10.5151/siitec2019-86](https://doi.org/10.5151/siitec2019-86); Acesso em 19/11/2019.

AUTORES

Alile Fixina do Carmo

Possui graduação em Odontologia pela Universidade Estadual de Feira de Santana (2002). Tem experiência na área de Odontologia, com ênfase em Radiologia Odontológica, atuando principalmente nos seguintes temas: infecções viróticas, infância, odontologia forense, ângulos cranianos e radiologia forense.

Anderson da Silva Santos

Estudante de Engenharia Mecânica da Universidade Federal do Oeste da Bahia (UFOB). Bolsista de Iniciação Tecnológica CNPq. Projeto: Modelagem de Ambiente *Mobile* para aprendizagem de algoritmos e programação. Membro do grupo de pesquisa TICASE.

Bruna Aparecida Souza Machado

Possui graduação em Farmácia (2009), Especialização em Análises Clínicas e Saúde Pública (2010) e Mestrado em Ciências de Alimentos (2011) pela Universidade Federal da Bahia (UFBA). Doutorado em Biotecnologia (2015) pela Universidade Federal de Sergipe (UFS) e Pós-doutorado (2019) na área de adjuvantes e produção e purificação de proteínas para vacinas pelo *Infectious Disease Research Institute* (IDRI - Seattle, Estados Unidos). É bolsista do CNPQ na área de Produtividade, Desenvolvimento Tecnológico e Industrial e Extensão Inovadora 2. Atualmente é Pesquisadora/Professora Adjunta do Instituto SENAI de Inovação (ISI) em Sistemas Avançados de Saúde no

CIMATEC e do Instituto SENAI de Tecnologia (IST) em Alimentos e Bebidas. Participou/participa de todas as etapas de elaboração e implementação do ISI e do ITS CIMATEC, bem como do projeto, construção e implantação dos laboratórios e áreas limpas, sendo a responsável técnica do Laboratório de Produção de Formulações (LPF).

Bruno Carreiro da Silva

Doutor em Ciência da Computação pela UFBA (2015). Possui mestrado em Ciência da Computação pela UFRGS (2009). Bacharel em Ciência da Computação pela Faculdade Ruy Barbosa (2005). Atualmente é professor assistente da *California Polytechnic State University*.

Caroline Dias Paim de Souza Reis

Doutoranda do programa de Modelagem Computacional e Tecnologia Industrial do Centro Universitário SENAI CIMATEC, atuando como docente nas disciplinas de Engenharia de *Software* I e II e Lógica de Programação. Atua nas linhas de pesquisa de Tecnologia na Educação e Engenharia de *Software*.

Eduardo de Brito Silva

Doutorando pelo SENAI CIMATEC, MCTI. Mestre em Ciência dos Materiais pela UNIVASF. Graduação em Engenharia Elétrica pela UFBA. Engenheiro Eletricista que atua no segmento de transmissão de energia como gerente de manutenção de Subestação e Linhas de Transmissão do complexo de Camaçari pela Chesf. *E-mail*: ebritos@chesf.gov.br

Eneida Santana

Bibliotecária-Documentalista do Instituto Federal da Bahia. Doutoranda pelo Programa Multi-institucional e Multidisciplinar em Difusão do Conhecimento. Mestre em Ciência da Informação pela Universidade Federal da Bahia. Especialista em Educação a Distância pelo Instituto Federal do Paraná. Tem experiência na área de Ciência da Informação, atuando principalmente nos seguintes temas: formação inicial e continuada, gestão de projetos, extensão universitária, arquivos de família, sistemas de informação, tecnologias educacionais e educação à distância e Redes Complexas.

Flavio de Souza Marinho

Doutorando em Modelagem Computacional e Tecnologias Industriais pelo Centro Universitário SENAI CIMATEC. Mestre em Administração pela Universidade Salvador. Especialista em *Marketing* pela Escola Superior de Propaganda e Marketing/SP (2000) e Graduado em Comunicação Social pela Universidade Católica do Salvador (1997).

Ingrid Winkler

Professora e Pesquisadora dos PPGs *Stricto Sensu* em Gestão e Tecnologia Industrial (GETEC) e em Modelagem Computacional (MCTI) do Centro Universitário SENAI CIMATEC. É Graduada em Computação pela Universidade Mackenzie e Doutora em Administração pela Universidade Federal da Bahia, com estágio doutoral na *Ecole de Gestion* - HEC Montreal. É líder do Grupo de Pesquisa CNPQ Realidade Aumentada, Realidade Virtual e Interfaces Inovadoras para Interação Humano-Computador na

Indústria, Saúde e Educação, no qual investiga temas relacionados à Indústria 4.0, Manufatura Avançada, *eHealth*, Tecnologias Assistivas, Metodologias Ativas de Ensino, entre outros. Possui sólida experiência na captação de recursos e execução de projetos de pesquisa aplicada, contribuindo de forma direta para o aumento da competitividade da indústria brasileira ao coordenar mais de 20 projetos de inovação e desenvolvimento tecnológico financiados por *players* como EMBRAER, SHELL, VALE, FORD, TOTVS, Petrobras e startups, através de recursos da EMBRAPPII (Empresa Brasileira de Inovação Industrial), ANP (Agência Nacional de Petróleo) e SEBRAE, entre outros programas de fomento. É cofundadora e atual conselheira da organização não-governamental Instituto Fazer Acontecer que promove atividades socioeducativas para adolescentes de comunidades de baixa renda de Salvador.

Hernane Borges de Barros Pereira

Professor da Universidade do Estado da Bahia e do SENAI CIMATEC. Pós-doutorado pela Universidade Federal da Bahia. Doutor e Mestre em Engenharia Multimídia pela Universitat Politècnica de Catalunya. É consultor ad-hoc do Ministério da Educação. Tem experiência no âmbito da ciência e tecnologia da informação e inovação e trabalha com temas como: redes sociais e complexas, difusão do conhecimento, engenharia de *software*, interação homem-computador e uso de técnicas de modelagem computacional.

Leandro Brito Santos

Doutorado e Mestrado em Modelagem Computacional e Tecnologia Industrial pelo Centro Universitário SENAI CIMATEC. Tem especialização em Arquitetura de *Software*

e Convergência de Mídias. Graduado em Sistemas de Informação. Fundador do Coruja Lab H4ck3r Space (Laboratório Colaborativo de Tecnologias 4.0 e Inovação do CMBJL) e membro parceiro do Instituto PEPO. Atualmente é pesquisador nos grupos de pesquisa: Produção de Novos Materiais do CMBJL, Tecnologia da Informação e Comunicação Aplicadas à Educação e Saúde (TICASE), além de pesquisador colaborador do Núcleo de Pesquisa Aplicada e Inovação (NPAI) e Cultura, gêneros e sexualidades em espaços escolares, ambos na UNEB. Docente do nível superior com experiência nas seguintes graduações: Sistemas de Informação, Redes de Computadores e Ciências da Computação e nas Engenharias (Ambiental, Civil, Computação, Produção, Elétrica, Mecânica, Mecatrônica, Petróleo e Química), no CST Processos Gerenciais e na pós-graduação em Administração de Banco de Dados. Tem 14 anos de experiência de mercado nas áreas de Sistemas de Informação, atuando principalmente nos seguintes temas: processamento de dados, segurança da informação, redes de computadores (infraestrutura e servidores), engenharia e projeto de *software*, modelagem computacional, inteligência artificial, processo de produção e manufatura aditiva, sistemas embarcados, *internet* das coisas (IoT) e tecnologia assistiva (TA).

Luísa Miranda dos Santos Brito

Bolsista de pesquisa pela FAPESB. Mestranda em Modelagem Computacional e Tecnologia Industrial pelo Centro Universitário SENAI CIMATEC. Graduada em Engenharia Elétrica com ênfase em Controle e Automação pela Universidade Federal da Bahia.

Rafael Miranda de Oliveira Silva

Bolsista de pesquisa pela FAPESB. Mestrando em Modelagem Computacional e Tecnologia Industrial pelo Centro Universitário SENAI CIMATEC. Graduado em Engenharia Elétrica com ênfase em Controle e Automação pela Universidade Federal da Bahia

Renelson Ribeiro Sampaio

Professor Associado do Centro Universitário SENAI CIMATEC. Pós-doutorado no Departamento de Sociologia da Universidade de Wisconsin Madison (USA). Doutorado na área de Economia da Inovação Tecnológica no *Science Policy Research Unit - SPRU, University of Sussex*, Inglaterra. Mestrado em *History and Social Studies of Science - University of Sussex*, Inglaterra. Pós-graduação em Física-Matemática - UnB e Bacharelado em Física.

Roberto Luiz Souza Monteiro

Professor da Universidade do Estado da Bahia e do Centro Universitário SENAI CIMATEC. Possui Pós-doutorado em Modelagem Computacional e Tecnologia Industrial pelo Centro Universitário SENAI CIMATEC. Doutorado em Difusão do Conhecimento pela Universidade Federal da Bahia. Mestrado em Modelagem Computacional pela Fundação Visconde de Cairu. Tem experiência na área de informática e sociedade com ênfase em ciências sociais aplicadas, ciência da computação com ênfase em linguagens formais, autômatos e modelagem computacional com ênfase em sistemas complexos, atuando principalmente nos seguintes temas: projeto de compiladores, sistemas embarcados, análise de redes sociais e complexas e inteligência artificial.

Tereza Kelly Gomes Carneiro

Doutora em Difusão do Conhecimento pela Universidade Federal da Bahia (2014). Mestre em Desenvolvimento e Meio Ambiente pela Universidade Federal de Alagoas (2005). Graduada em Ciências Econômicas pela Universidade Federal de Alagoas (1997) e em Pedagogia pela Faculdade Batista Brasileira (2011). Professora do Instituto Federal da Bahia. Tem experiência na área de educação com ênfase em tecnologia educacional, atuando principalmente nos seguintes temas: educação, ensino, educação profissional e educação a distância.

ÍNDICE REMISSIVO

A

algoritmo 8, 17, 18, 37, 40, 41, 42, 45, 48, 58, 59, 85
análise de redes 22
ativos de conhecimento 99, 100, 101
ativos estratégicos 8, 95, 97, 98, 114

B

biometria 5, 75, 77, 83, 84, 88

C

capacidades dinâmicas 101, 102, 105
curso técnico em informática 56, 61, 62, 63, 64, 68

D

distância de frenagem 9, 117, 119, 122, 128
distância mesiodistal 8, 75, 76, 78, 82, 85, 89

E

educação básica 8, 15, 16, 17, 53, 58, 61

L

lógica difusa 8, 117, 118, 119, 120, 121, 122

M

matlab 8, 75, 85, 86, 117, 123, 126, 127
mobile learning 37, 39, 40, 41, 49

P

pensamento computacional 57, 58, 59
programação 8, 37, 38, 39, 40, 41, 43, 44, 49, 53, 56, 57, 58, 59,
60, 61, 62, 63, 64, 66, 68
programas de inovação aberta 8, 95, 97, 98, 107

R

realidade aumentada 9, 134, 135, 136, 138, 139, 142, 143, 144,
148, 150
realidade virtual 138, 142, 143, 149
rede neural artificial 9, 134, 140

S

smartphones 8, 37, 39, 42, 49, 123
startups 8, 95, 96, 97, 98, 104, 105, 106, 107, 108, 109, 110, 111,
112, 113

T

tecnologia da informação 38, 39, 54, 55
termografia 9, 133, 134, 135, 136, 138, 141, 142, 143, 146, 147,
148, 149, 150

U

unidades de ensino 16, 19, 21, 30, 32

V

veículo automotor 9, 117

Caroline Dias Paim de Souza Reis

Doutoranda do programa de Modelagem Computacional e Tecnologia Industrial do Centro Universitário SENAI CIMATEC, atuando como docente nas disciplinas de Engenharia de Software I e II e Lógica de Programação. Atua nas linhas de pesquisa de Tecnologia na Educação e Engenharia de Software.

Eneida Santana

Bibliotecária-Documentalista do Instituto Federal da Bahia. Doutoranda pelo Programa Multi-institucional e Multidisciplinar em Difusão do Conhecimento. Mestre em Ciência da Informação pela Universidade Federal da Bahia. Especialista em Educação a Distância pelo Instituto Federal do Paraná. Tem experiência na área de Ciência da Informação, atuando principalmente nos seguintes temas: formação inicial e continuada, gestão de projetos, extensão universitária, arquivos de família, sistemas de informação, tecnologias educacionais e educação à distância e Redes Complexas.

Tereza Kelly Gomes Carneiro

Doutora em Difusão do Conhecimento pela Universidade Federal da Bahia (2014). Mestre em Desenvolvimento e Meio Ambiente pela Universidade Federal de Alagoas (2005). Graduada em Ciências Econômicas pela Universidade Federal de Alagoas (1997) e em Pedagogia pela Faculdade Batista Brasileira (2011). Professora do Instituto Federal da Bahia. Tem experiência na área de educação com ênfase em tecnologia educacional, atuando principalmente nos seguintes temas: educação, ensino, educação profissional e educação a distância.



ISBN 978-65-88985-05-2



9 786588 985052