

REVISTA



SOLUÇÕES PARA O DESENVOLVIMENTO DO PAÍS

Atendimento:
sodebras@sodebras.com.br
Acesso:
<http://www.sodebras.com.br>

ARTIGOS PUBLICADOS

PUBLICAÇÃO MENSAL
Nesta edição

A UTILIZAÇÃO DO DIAGNÓSTICO ORGANIZACIONAL PARTICIPATIVO EM UMA FINTECH	
THE APPLICATION OF PARTICIPATORY ORGANIZATIONAL DIAGNOSIS IN A FINTECH – Maraí de Freitas Maio Vendramine; Gabryela Martins Ghiretti; Rodrigo Ribeiro de Oliveira; Marise Miglioli Lorusso	08
AVALIAÇÃO DO PROCESSO FORMATIVO DOS ORIENTADORES DE ESTUDOS DO PACTO NACIONAL PELO FORTALECIMENTO DO ENSINO MÉDIO NO BICO DO PAPAGAIO/TO	
EVALUATION OF THE TRAINING PROCESS OF STUDY ADVISERS OF THE NATIONAL PACT FOR THE STRENGTHENING OF HIGH SCHOOL IN BICO DO PAPAGAIO/TO – Joedson Brito dos Santos; Jaqueline Dourado do Nascimento; Marilene Soares da Silva; Fernanda de Jesus Santos Brito	17
JOGOS AFRICANOS COMO PROPOSTA METODOLÓGICA NO ENSINO FUNDAMENTAL I: PERSPECTIVA INCLUSIVA E EMANCIPATÓRIA A PARTIR DA ETNOMATEMÁTICA	
AFRICAN GAMES AS A METHODOLOGICAL PROPOSAL IN THE ELEMENTARY SCHOOL I: AN INCLUSIVE AND EMANCIPATORY PERSPECTIVE FROM ETHNOMATHEMATICS – Edeson dos Anjos Silva; Rogério Drago; Paulo Jonas dos Santos Júnior; Yasmim Rocha dos Santos	27
IMPACTOS AMBIENTAIS CAUSADOS PELO USO DE AGROTÓXICOS	
ENVIRONMENTAL IMPACTS CAUSED BY THE USE OF PESTICIDES – Rodolfo Martins Lapone; Caroline Olias; Aline Vanessa Sauer; Camila Ferreira Miyashiro	39
ANTENAS PLANARES COM METAMATERIAL PARA SISTEMAS DE COMUNICAÇÃO DE REDE LOCAL SEM FIO	
METAMATERIAL PLANAR ANTENNAS FOR WIRELESS LOCAL AREA NETWORK COMMUNICATION SYSTEMS – Antonio Evangelista de Freitas; Humberto Xavier de Araújo; Ricardo Queiroz Martins; Marcos Vinícius Lopes Pereira	48
SOLUÇÃO DA CINEMÁTICA INVERSA DE UM BRAÇO MANIPULADOR ROBÓTICO EM TRÊS DIMENSÕES POR MEIO DE REDES NEURAIAS ARTIFICIAIS	
INVERSE KINEMATICS SOLUTION OF A ROBOTIC MANIPULATOR ARM IN THREE DIMENSIONS THROUGH ARTIFICIAL NEURAL NETWORKS – Márcio Mendonça; Marta Rúbia Pereira dos Santos; Emanuel Ignacio Garcia; Carlos Renato Alves de Oliveira; Lucas Botoni De Souza	56



Edição 195 de março de 2022

<http://www.sodebras.com.br/>

ISSN - 1809-3957

DOI: <https://doi.org/10.29367/issn.1809-3957>

CONSELHO EDITORIAL

Prof. Dr. Teófilo Miguel de Souza, UNESP-FEG (Editor Geral).
Prof. Dr. Paulo Jonas dos Santos Júnior, UNESP-FEG (Editor Adjunto).
Prof. Dr. Osiris Canciglieri Júnior, Lough. Univ-UK, PUC-PR.
Prof. Dr. Maria Cláudia Botan, UNIVESP.
Prof. Dr. Thais Santos Castro, UNESP.
Prof. Dr. Agustín Valverde Granja, Universidad de Ibagué- Colômbia.
Prof. Dr. Joacy de Lima Freitas Junior, Agência Nacional de Aviação Civil.
Prof. Dr. José Leandro Casa Nova Almeida, Instituto Federal-RJ.
Prof. Dr. Marcio Zamboti Fortes, UFF.
Prof. Dr. Jair Urbanetz Junior, UTFPR.
Prof. Dr. José Rui Camargo, UNITAU.
Prof. Dr. José Renato de Oliveira Lima, Universidade Federal do Maranhão.

COMITÊ CIENTÍFICO

Valdir Agostinho de Melo, COPPE/UFRJ	Paulo Bassani, UEL
Juliana Corrêa Crepalde, CTIT/ UFMG	Marlene Marchiori, UEL
Lila Teixeira de Araújo Janahú, ESAMAZ	Carlos Humberto Martins, UEM
Volmer Avelino Silvio Paula da Silveira, Estácio	Paulo Fernando Soares, UEM
Durval Corrêa Meirelles, Estácio	Deisy Cristina Corrêa Igarashi, UEM
Ana D'Arc Martins de Azevedo, FAAM/UEPA	Moisés Meza Pariona, UEPG
Maria Lígia Carrijo Monteiro, FACEG	Jarem Raul Garcia, UEPG
Marcus Antonius Costa Nunes, Fac. Vale do Cricaré - PE	Elizabete Campos de Lima, UFABC
Zélia Maria De Melo De Lima Santos, FALUB.	Carlos Suetoshi Miyazawa, UFABC
Sérgio Roberto Montoro, FATEC - Pindamonhangaba	Marcio Zamboti Fortes, UFF
Claudio Antonio Frederico, IEAV / CTA	Pablo Silva Machado Bispo dos Santos, UFF
Maria Manuela Camino Feltes, IFC	Paulo Henrique Furtado de Araujo, UFF
Felipe José da Silva, IFRJ	Paulo Sérgio Scalize, UFG
Givanildo Alves dos Santos, IFSP	Juliana da Cunha, UFG
Paulo Marcos de Aguiar, IFSP	Hilton Pereira da Silva, UFPA
Airton Viriato de Freitas, INSTITUTO DE	Anderson Gonçalves da Silva, UFRA
INFECTOLOGIA EMÍLIO RIBAS	Antonio Carlos Baptista Antunes, UFRJ
Claudio Edilberto Höfler, Instituto Federal Farroupilha	Claudinei de Souza Guimarães, UFRJ
Leila Ribeiro dos Santos, ITA / CTA	Antônio Assis Vieira, UFRRJ
Letícia Peret Antunes Hardt, PUC –PARANÁ	Joel Dias da Silva, UFSC
Eduardo Concepción Batiz, SOCIESC	Leandro Belinaso Guimarães, UFSC
Marcelo Macedo, SOCIESC	Silvio Serafim da Luz Filho, UFSC
Ariovaldo de Oliveira Santos, UEL	Antonio Pedro Novaes de Oliveira, UFSC
André Luiz Martinez de Oliveira, UEL	Rozângela Curi Pedrosa, UFSC
Leonardo Sturion, UEL	Débora de Oliveira, UFSC
Jean-Marc Stephane Lafay, UEL	Fabiano Rodrigues de Souza, UFT -TO
Emília Kiyomi Kuroda, UEL	Cláudio Homero Ferreira da Silva, UFU
Henrique de Santana, UEL	Márcia Susana Nunes Silva, ULBRA
Marli Terezinha Oliveira Vannuch, UEL	Maria Eloisa Farias, ULBRA

Maria Lúcia Castagna Wortmann, ULBRA
 Hélio Raymundo Ferreira Filho, UNAMA/UEPA
 Maria Claudia Botan, UNESP
 Ana Maria Pires Soubhia, UNESP - Araçatuba
 Eduardo Maffud Cilli, UNESP - Araraquara
 Helena Carvalho de Lorenzo, UNESP - Araraquara
 Heitor Miranda Bottura, UNESP - Bauru
 Helio Grassifilho, UNESP - BOTUCATU
 Leonice Domingos dos Santos Cintra Lima, UNESP.
 Augusto Eduardo Baptista Antunes, UNESP.
 Durval Luiz Silva Ricciulli, UNESP - Guaratinguetá
 Francisco Antônio Lotufo, UNESP - Guaratinguetá
 Inácio Bianchi, UNESP - Guaratinguetá
 João Zangrandi Filho, UNESP - Guaratinguetá
 José Feliciano Adami, UNESP - Guaratinguetá
 Leonardo Mesquita, UNESP - Guaratinguetá
 Marcio Abud Marcelino, UNESP - Guaratinguetá
 Messias Borges Silva, UNESP - Guaratinguetá
 Rubens Alves Dias, UNESP - Guaratinguetá
 Sílvia Maria A. Lima Costa, UNESP - Ilha Solteira
 Gláucia Aparecida Prates, UNESP - Itapeva
 Áureo Evangelista Santana, UNESP - Jaboticabal
 Teresa Cristina Tarlé Pissarra, UNESP - Jaboticabal
 Gilda Carneiro Ferreira, UNESP - Rio Claro
 Fernando Luis Fertoni, UNESP - São José do Rio Preto
 Azor Lopes da Silva Júnior, UNESP - São José do Rio Preto
 Andréa Rossi Scalco, UNESP - Tupã
 José Renato Oliveira de Lima, UNESP-IQ, Araraquara
 Luiz Antonio Rossi, UNICAMP
 Nelson Nunes Tenório Júnior, UNICESUMAR
 Luis Henrique de Carvalho Ferreira, UNIFEI - Itajubá
 Paulo Cesar Crepaldi, UNIFEI - Itajubá
 Robson Luiz Moreno, UNIFEI - Itajubá
 Tales Cleber Pimenta, UNIFEI - Itajubá
 Fernando das Graças Braga da Silva, UNIFEI - Itajubá
 Leonardo Breseghello Zoccal, UNIFEI-Itajubá
 Larissa Morimoto Doi, UNIFESP
 Fernando Kenji Nampo, UNIFIL
 Adriano Vargas Freitas, UNIGRANRIO
 Angelo Santos Siqueira, UNIGRANRIO
 Eline das Flores Victor, UNIGRANRIO
 Luiz Eduardo Silva Souza, UNIGRANRIO
 Michel Jean Marie Thiollent, UNIGRANRIO
 Abel Rodolfo Garcia Lozano, UNIGRANRIO / UERJ
 Lileane Praia Portela de Aguiar, UNINORTE.
 Eliane Cardoso Brenneisen, UNIOESTE
 Luiz Ernani Henkes, UNIPAMPA
 Maria Conceição de Oliveira, UNIPLAC
 Wilson Engelmann, UNISINOS
 Giorgio Eugenio Oscare Giacaglia, UNITAU
 Pedro Paulo Leite do Prado, UNITAU
 Luiz Eduardo Nicolini do Patrocínio Nunes, UNITAU
 Adriana Araujo Diniz, UNIV. ESTADUAL DO
 MARANHÃO
 Danilo Émmerson Nascimento Silva, UNIV. FEDERAL DE
 PERNAMBUCO
 Adelar João Pizetta, UNIV. FEDERAL DO ESPÍRITO
 SANTO
 Adriana Fiorotti Campos, UNIV. FEDERAL DO ESPÍRITO
 SANTO
 Adriana Demite Stephani Carvalho, UNIV. FEDERAL DO
 TOCANTINS
 Ademir Gomes Ferraz, UNIV. FEDERAL RURAL DE
 PERNAMBUCO
 Rudimar Luís Scaranto Dazzi, UNIVALI
 Carlos Nabil Ghobril, Universidade de São Paulo - USP
 Filomena Maria Cordeiro Moita, Universidade Estadual da
 Paraíba
 Márcia Maria Melo Araújo, Universidade Estadual de Goiás
 Élsio José Corá, Universidade Federal da Fronteira do Sul -
 UFFS
 Edemar Rotta, Universidade Federal da Fronteira do Sul -
 UFFS
 Walter Roberto Hernández Vergara, Universidade Federal de
 Grande Dourados - FAEN-UFGD
 Édison Martinho da Silva Difante, Universidade Federal de
 Passo Fundo - RS
 Antonio Amaral Barbosa, Universidade Federal de Pelotas
 João Carlos Gomes, Universidade Federal de Rondônia
 ANA EUCARES VON LAER, Universidade Federal de
 Santa Maria - UFSM
 André Riani Costa Perinotto, Universidade Federal Do Piauí,
 Campus De Parnaíba
 Diogo da Silva Cardoso, UFRJ.
 Cláudia Moura de Melo, Universidade Tiradentes.
 Osvaldo Yoshimi Tanaka, USP
 Ana Cristina D'andretta Tanaka, USP
 Heloiza Helena Gomes de Matos, USP
 Rodrigo Pinto de Siqueira, USP - Lorena
 José Leandro Casa Nova Almeida, USS
 Adalberto Matoski, UTFPR
 Guataçara dos Santos Junior, UTFPR
 Rita de Cassia da Luz Stadler, UTFPR
 Juarez da Silva Thiesen, UTFPR
 Maria de Lourdes Bernartt, UTFPR
 Alessandro Jaquil Waclawovsky, UTFPR
 Pedro Ramos da Costa Neto, UTFPR
 Frieda Saicla Barros, UTFPR
 Rogério Marcos da Silva, UTFPR
 Gerson Máximo Tiepolo, UTFPR
 Jair Urbanetz Junior, UTFPR
 Ariel Orlei Michaloski, UTFPR
 Fabiana de Fátima Giacomini, UTFPR
 Ieda Viana, UTP
 Camila Nunes de Moraes Ribeiro, UTP
 Angela Ribas, UTP
 Sandro Germano, UTP
 Maria Rose Jane Ribeiro Albuquerque, UVA- Acaraú
 Luciano Silva Figueiredo, UFRGS



SOLUÇÕES PARA O DESENVOLVIMENTO DO PAÍS

ISSN: 1809-3957 / Prefixo DOI: <https://doi.org/10.29367/issn.1809-3957>

Vol. 17 – N° 195 – MARÇO/ 2022

EDITORIAL

Março de 2022 deixou uma herança que deve ser investigada por pesquisadores no futuro próximo e longínquo. Um mês marcado por conflitos entre potências mundiais, desastres ecológicos, notícias de desequilíbrio ambiental, desajustes na geopolítica, dentre outros fatores, contribuíram para que março de 2022 se tornasse um mês singular.

Dentre os mais diversos acontecimentos as enchentes que assolaram o estado do Rio de Janeiro foram destaque na TV, no rádio, nos jornais e na internet; para a análise aponto, em especial, o caso de dois municípios fluminense castigados pelas cheias repentinas: Miracema e Petrópolis. A Cidade Imperial contabilizava, em março, um número de mortos superior aos 230; enquanto Miracema, a Princesinha do Norte do Rio de Janeiro, estimava média de 15 mil atingidos e incalculáveis perdas.

Nessa esteira, cabe ressaltar que o questionamento não deve ser pautado no “**se é possível** evitar que isso ocorra?”, antes, porém, o mesmo deve ser: “**como** evitar que isso ocorra?”. Nesse caso, é necessário lembrar que quando as portas para a ciência são abertas por Tales de Mileto, lá no século VII a. C., o seu objetivo já era esse: oferecer à humanidade respostas para os problemas cotidianos. Esse é o papel da ciência, buscar melhorar a qualidade de vida das pessoas. Nesse caso, é importante que até mesmo a política esteja de mãos dadas com a ciência, uma vez que uma atenção para com o planejamento urbano, a sustentabilidade, a engenharia das cidades, a metodologia aplicada à educação, a meteorologia, dentre outras áreas, podem auxiliar para que as cidades sejam mais seguras, e capazes de oferecer saúde e conforto para os moradores.

Nesta edição, na busca de contribuir para o desenvolvimento tecnológico e científico, a SODEBRAS trouxe seis artigos acadêmicos, oriundos das mais diversificadas áreas do conhecimento humano.

A UTILIZAÇÃO DO DIAGNÓSTICO ORGANIZACIONAL PARTICIPATIVO EM UMA FINTECH é de autoria da Doutora Maraí de Freitas Maio Vendramine, Gabryela Martins Ghirotti, Doutor Rodrigo Ribeiro de Oliveira e Doutora Marise Miglioli Lorusso.

AVALIAÇÃO DO PROCESSO FORMATIVO DOS ORIENTADORES DE ESTUDOS DO PACTO NACIONAL PELO FORTALECIMENTO DO ENSINO MÉDIO NO BICO DO PAPAGAIO/TO dos pesquisadores Doutor Joedson Brito dos Santos, Doutora Jaqueline Dourado do Nascimento, Doutoranda Marilene Soares da Silva e Mestre Fernanda de Jesus Santos Brito.

JOGOS AFRICANOS COMO PROPOSTA METODOLÓGICA NO ENSINO FUNDAMENTAL I: PERSPECTIVA INCLUSIVA E EMANCIPATÓRIA A PARTIR DA ETNOMATEMÁTICA é um resultado dos estudos do Doutorando Edeson dos Anjos Silva, Doutor Rogério Drago, Doutor Paulo Jonas dos Santos Júnior e Doutoranda Yasmim Rocha dos Santos.



SOLUÇÕES PARA O DESENVOLVIMENTO DO PAÍS

ISSN: 1809-3957 / Prefixo DOI: <https://doi.org/10.29367/issn.1809-3957>

Vol. 17 – N° 195 – MARÇO/ 2022

IMPACTOS AMBIENTAIS CAUSADOS PELO USO DE AGROTÓXICOS é uma pesquisa de Rodolfo Martins Lapone, Caroline Olias, Doutora Aline Vanessa Sauer e Doutora Camila Ferreira Miyashiro.

ANTENAS PLANARES COM METAMATERIAL PARA SISTEMAS DE COMUNICAÇÃO DE REDE LOCAL SEM FIO é um estudo do Doutor Antonio Evangelista de Freitas, Doutor Humberto Xavier de Araújo, Ricardo Queiroz Martins e Doutor Marcos Vinícius Lopes Pereira.

SOLUÇÃO DA CINEMÁTICA INVERSA DE UM BRAÇO MANIPULADOR ROBÓTICO EM TRÊS DIMENSÕES POR MEIO DE REDES NEURAIAS ARTIFICIAIS do Doutor Márcio Mendonça, Especialista Marta Rúbia Pereira dos Santos, Emanuel Ignacio Garcia, Carlos Renato Alves de Oliveira e Mestre Lucas Botoni de Souza.

Boa leitura

Prof. Dr. Paulo Jonas dos Santos Júnior
Editor Adjunto – Revista SODEBRAS

Área: Ciências Humanas e Sociais

6-2	<p>A UTILIZAÇÃO DO DIAGNÓSTICO ORGANIZACIONAL PARTICIPATIVO EM UMA FINTECH</p> <p>THE APPLICATION OF PARTICIPATORY ORGANIZATIONAL DIAGNOSIS IN A FINTECH</p> <p>Maraf de Freitas Maio Vendramine; Gabryela Martins Ghirotti; Rodrigo Ribeiro de Oliveira; Marise Miglioli Lorusso</p>
7-8	<p>AVALIAÇÃO DO PROCESSO FORMATIVO DOS ORIENTADORES DE ESTUDOS DO PACTO NACIONAL PELO FORTALECIMENTO DO ENSINO MÉDIO NO BICO DO PAPAGAIO/TO</p> <p>EVALUATION OF THE TRAINING PROCESS OF STUDY ADVISERS OF THE NATIONAL PACT FOR THE STRENGTHENING OF HIGH SCHOOL IN BICO DO PAPAGAIO/TO</p> <p>Joedson Brito dos Santos; Jaqueline Dourado do Nascimento; Marilene Soares da Silva; Fernanda de Jesus Santos Brito</p>
7-8	<p>JOGOS AFRICANOS COMO PROPOSTA METODOLÓGICA NO ENSINO FUNDAMENTAL I: PERSPECTIVA INCLUSIVA E EMANCIPATÓRIA A PARTIR DA ETNOMATEMÁTICA</p> <p>AFRICAN GAMES AS A METHODOLOGICAL PROPOSAL IN THE ELEMENTARY SCHOOL I: AN INCLUSIVE AND EMANCIPATORY PERSPECTIVE FROM ETHNOMATHEMATICS</p> <p>Edeson dos Anjos Silva; Rogério Drago; Paulo Jonas dos Santos Júnior; Yasmim Rocha dos Santos</p>

A UTILIZAÇÃO DO DIAGNÓSTICO ORGANIZACIONAL PARTICIPATIVO EM UMA FINTECH

THE APPLICATION OF PARTICIPATORY ORGANIZATIONAL DIAGNOSIS IN A FINTECH

Maraí de Freitas Maio Vendramine¹
Gabryela Martins Ghirotti²
Rodrigo Ribeiro de Oliveira³
Marise Miglioli Lorusso⁴

Resumo – *O presente artigo tem como objetivo compreender e descrever os fatores de satisfação e de insatisfação com o ambiente interno de trabalho de uma equipe de atendimento ao cliente em uma empresa FinTech, localizada na cidade de São Paulo. A abordagem da pesquisa é qualitativa, com a metodologia do grupo focal, triangulado pela técnica do diagnóstico participativo e entrevista semiestruturada, como meio de coleta de dados. Os principais fatores de satisfação percebidos pela entrevista semiestruturada foram a união, receptividade à novas ideias, horário definido de trabalho e benefícios. Os fatores de insatisfação no ambiente de trabalho representaram o reconhecimento e o treinamento de funcionários. Foi possível identificar barreiras organizacionais quanto à comunicação na empresa, abertura de chamados fora do expediente de trabalho, clareza nas expectativas da empresa e competência inadequada.*

Palavras-chave: *Gestão. Grupo e Equipe de Trabalho. Startup.*

Abstract - *This paper aims to understand and describe the factors of satisfaction and dissatisfaction with the internal work environment of a customer service team in a FinTech company, located in the city of São Paulo. The research approach is qualitative, with the focus group methodology, triangulated by the technique of participatory diagnosis and semi-structured interview, as a means of data collection. The main satisfaction factors perceived by the semi-structured interview were union, receptivity to new ideas, defined working hours and benefits. Factors of dissatisfaction in the work environment represented employee recognition and training. It was possible to identify organizational barriers regarding communication in*

¹Doutora em Administração pela Universidade Metodista de Piracicaba - UNIMEP. Mestre em Administração de Empresas e graduada em Psicologia pela Universidade Metodista de São Paulo - UMESP. Contato: marai.vendramine@uol.com.br.

²Estudante do Curso Superior de Tecnologia em Gestão de Turismo (IFSP). Contato: gabryela.ghirotti@aluno.ifsp.edu.br.

³Doutor em Engenharia de Produção (UNIMEP); Professor no IFSP. Contato: rodrigo.oliveira@ifsp.edu.br.

⁴Pós-Doutoranda em Ciência da Informação pela UNESP, Doutora em Administração pela UNIMEP - Gestão de Pessoas e Estudos organizacionais. Contato: mariseml@gmail.com.

the company, opening calls outside working hours, clarity in the company's expectations and inadequate competence.

Keywords: *Management. Working Group and Team. Startup.*

I. INTRODUÇÃO

Diante de um mercado em constante evolução, a tecnologia provoca alterações nas organizações convencionais e abre oportunidades para o surgimento de novos modelos de negócios, como as *startups*, que são empresas projetadas para desenvolver novos produtos e serviços sob condições de riscos e incertezas, tanto no que se refere ao retorno financeiro do negócio, como na abrangência de *know-how* e nos recursos produtivos (RIES, 2011).

À medida que as *startups* e as *FinTechs* crescem, faz-se necessária a gestão de pessoas e a elaboração de trabalhos sobre desenvolvimento de grupos ou equipes, visto que a tendência é a de cumprir metas de forma colaborativa para o crescimento da organização (TAPSCOTT; WILLIAMS, 2011). De acordo com Knight e Wójcik (2020), uma *FinTech* é entendida como uma *startup* que detém a tecnologia digital na identidade da organização e utiliza para simplificar e diminuir custos nos serviços ou produtos inovadores, que são disponibilizados via internet aos clientes, sendo o seu crescimento dependente, exclusivamente, de recursos financeiros provenientes do mercado investidor.

Considerando aprimorar a gestão de pessoas em uma *FinTech*, o diagnóstico organizacional apresenta-se como uma metodologia prática e rápida para levantar e avaliar informações com base em dados e investigações (NAVES *et al.*, 2000; KINGESKI, 2005). O originário da palavra diagnóstico provém do grego *diagnōstikós* em que o prefixo tem o significado de 'através' e o sufixo 'gnosis' o sentido de conhecimento ou apto para conhecer (IDÁÑEZ; ANDER-EGG, 2007). De modo geral, o diagnóstico tem como objetivo o levantamento da situação atual para a apresentação de soluções plausíveis.

A formulação do diagnóstico organizacional inicia-se considerando a diferença entre o cenário percebido e a situação almejada (LOPES; PENAFIERI, 2016). De acordo com Navarro (2017), o diagnóstico é composto por três fases: *input*, desenvolvimento e *output*. A fase inicial, ou *input*, contempla o levantamento de informações e pode ocorrer a partir de dados primários e secundários; a segunda etapa, ou desenvolvimento, pode ocorrer com a aplicação de questionário e da realização de entrevistas com grupos focais diante da análise das relações sociais da identidade organizacional; e o *output*, pode ser considerado como a etapa da checagem dos dados coletados, (KINGESKI, 2005; NAVARRO, 2017; BLOCK, 2001).

Especificamente, para as pequenas empresas com ambiente mais informal, a aplicação do diagnóstico organizacional participativo (NAVES *et al.*, 2000) é a metodologia que pode ser receptiva, pois sua aplicabilidade nos grupos de trabalho ocorre a partir de diálogos, tendo como estímulo a utilização de técnicas ou jogos adaptados à realidade. Nesse diagnóstico, a conduta do consultor é a de observar, interessar-se pelos estímulos apresentados e perguntar para recolher o máximo de informações precisas.

É natural da existência humana a busca por relações interpessoais e sociais de forma gradual à medida do desenvolvimento de papéis nos ciclos ou fases da vida (ZANELLI; BORGES-ANDRADE; BORGES, 2004). A socialização se estende ao exercício do trabalho independentemente do estilo, magnitude ou meios em que pessoas se associam em grupos específicos interligadas pelo tempo e espaço e, vinculadas por mútua representação interna ou construções mentais e expectativas externas.

De acordo com Rodrigues (2008), o grupo se caracteriza a partir de: compartilhamento de valores para apoio à realização da atividade; acúmulo de competências;

definição de papéis a serem desempenhados para manter a coesão grupal e a existência de objetivos a serem alcançados tendo à disposição recursos e a necessária liderança para o atingimento das metas. A transformação do grupo em equipe de trabalho requer critérios que envolvem o compartilhamento de responsabilidade e a prática de objetivos que atentam os anseios dos integrantes, priorizando decisões consensuais para o atingimento de metas (AKMALIA; SIAHAAN; MESIONO, 2020; ROBBINS; JUDGE; SOBRAL, 2010).

Devido à necessidade de operar em um ambiente dinâmico, empresas de tecnologia da informação optam pela utilização de equipes autogerenciadas, em que os membros possuem responsabilidades compartilhadas, gerenciando e monitorando os seus próprios processos com autonomia para tomar decisões sem supervisão direta (RIBEIRO *et al.*, 2013).

Com o crescimento de investidores, o avanço da tecnologia e a busca incessante em solucionar problemas, surgem as *startups* que são empresas em processo de abertura ou inicial de crescimento (NASCIMENTO, 2017). A era das *startups* tem modificado, favoravelmente, o mercado de finanças. As organizações que estão em fase de abertura oferecem ao mercado um grande risco de perdas financeiras, uma vez que existem os impactos da falta de experiência com situações do dia a dia, *networking* ainda não tão bem consolidado, restrição de patrimônio financeiro e baixa visibilidade frente ao mercado e possíveis concorrentes (RIBEIRO *et al.*, 2016).

Em contrapartida, quando existe sucesso nas estratégias aplicadas, a *startup* pode atingir a denominação “Unicórnio”, que é quando o valor de mercado é igual ou superior a US\$ 1 bilhão (BROWN; WILES, 2015). De acordo com Carrilo (2020), de 2015 a 2019 houve um aumento de 207% no número de *startups* no Brasil e, atualmente, o mercado de finanças representa 6,14% das 13.800 *startups* do Brasil, cadastrados na *Startupbase* (2022) – plataforma virtual que mapeia e fornece informações do ecossistema brasileiro de *startups*.

No ano de 2021, o setor que mais recebeu investimentos foi o de *startups* da área financeira – que captou US\$ 3,7 bilhões, com 176 rodadas de investimentos, além de ter tido o maior número de novos Unicórnios, totalizando 21 Unicórnios no Brasil (MALAR, 2022). Nesse contexto, as *startups* chamadas *FinTechs* são empresas que buscam inovar no setor financeiro por meio de soluções digitais altamente tecnológicas e integradas, permitindo a rápida propagação de informações a respeito de seus serviços e, dessa maneira, aumentando a base de clientes (RUBINI, 2017).

Um dos maiores desafios encontrados nas *startups* e *FinTechs* é a gestão de pessoas (TOZETTO, 2015), pois o ambiente é propício à inovação e criatividade e, normalmente, muitos projetos estão em andamento ao mesmo tempo (NASCIMENTO, 2017). Nesse ínterim, o presente artigo tem como objetivo compreender e descrever os fatores de satisfação e de insatisfação com o ambiente interno de trabalho de uma equipe de atendimento ao cliente em uma *FinTech*. A abordagem da pesquisa é qualitativa, com estudo de caso único, triangulado pela técnica do diagnóstico participativo como meio de coleta de dados e entrevista semiestruturada.

II. METODOLOGIA

Para essa pesquisa, optou-se pelo diagnóstico organizacional participativo (NAVES *et al.*, 2000), por ser adequado à empresa de pequeno porte, contendo as fases de elaboração conforme determina Navarro (2017). Esse artigo traz a abordagem da pesquisa qualitativa (CARDANO, 2017), a metodologia do grupo focal (CARDANO, 2017), bem como, a entrevista semiestruturada (ROSENTHAL, 2014) como meio de coleta de dados.

A empresa objeto deste estudo é uma *FinTech* denominada Alfa (nome fictício), especializada na concessão de cartões de crédito que é o nicho que mais cresce em meios de pagamentos digitais, desde 2010 (CAPGEMINI CONSULTING TECHNOLOGY OUTSOURCING, 2016). A Alfa localiza-se na cidade de São Paulo e conta com cerca

de 100 funcionários, sendo que destes, aproximadamente 30% são da equipe de atendimento ao cliente.

O passo inicial do diagnóstico – fase de *Input* – foi a reunião com uma das gestoras, em março de 2020, com a duração de duas horas, para captar grandes temas que representassem a satisfação e a insatisfação da equipe no ambiente de trabalho. Posteriormente, foi realizada uma coleta de dados do tipo grupo focal, o qual teve duração de três horas e a participação de seis funcionários – sendo um analista pleno e os demais analistas juniores. O critério de escolha dos sujeitos da pesquisa foi intencional e definido a partir do requisito de: perfis de pessoas com maior facilidade em expressar suas necessidades e sentimentos sobre a rotina do trabalho e das relações com os colegas, um processo denominado “tipificação” (CARDANO, 2017, p. 248).

Essa fase do desenvolvimento do diagnóstico (NAVARRO, 2017) contou com a participação de dois consultores externos, com papéis distintos de observador e condutor do grupo e roteiro predefinido. A forma da condução do grupo focal foi autogerida (CARDANO, 2017), o que representou ao grupo expressar suas percepções livremente e, ao consultor, o papel de introduzir e apresentar o tema, as regras e permitir que o grupo prosseguisse com autonomia nas discussões, facilitando o trabalho do diagnóstico.

III. RESULTADOS

Os resultados de um diagnóstico podem ser demonstrados a partir da compilação das informações emitidas pelos participantes. A forma de miniaturização ou individualização de dados específicos e vinculados, dispostos em uma tabela, demonstram de modo compacto os temas e as percepções relacionais discutidas pelos participantes (CARDANO, 2017; BLOCK, 2001). Os dados obtidos sobre os fatores positivos da empresa estão demonstrados na Tabela 1.

Tabela 1 - Fatores de Satisfação.

Relações		Processos		Recursos	
União entre as pessoas	100%	Horário de trabalho definido	33,4	Empresa fornece alimentação	50%
Receptividade a novas ideias	50%	Conhecimento	16,7%	Possibilidade de fazer hora extra	16,7%
Vontade de aprender	33,4%	Gestão testa ideias e sugestões	16,7%	Imagem pública da empresa	16,7%
Proatividade	33,4%			Ginástica laboral	16,7%
Amizade	16,7%			Benefícios (bolsa de estudos)	16,7%
Cooperação	16,7%			Premiação mensal	16,7%
Entrosamento	16,7%				
Senso de dono	16,7%				
Vontade da equipe em crescer	16,7%				
Tratamento interpessoal	16,7%				
Moderna	16,7%				
Descontraída	16,7%				

Fonte: Autores, 2020.

Para interpretar as percepções do grupo focal, foi utilizado o percentual em cada resposta obtido pela divisão de 100% em seis participantes, resultando em 16,7%. Desse valor, multiplicou-se pelo número de respostas emitidas em cada aspecto. O grupo focal teve como percepção a união entre as pessoas, fator considerado unânime e tido como na convivência entre as equipes de trabalho. Outros fatores positivos foram a caracterização da equipe como: receptiva à novas ideias, com vontade de aprender e proativa. A Tabela 2 apresenta dados os quais, na percepção dos participantes, a empresa precisa adotar para garantir um melhor ambiente de trabalho aos funcionários.

Tabela 2 - Fatores de Insatisfação.

Relações		Processos		Recursos	
Comunicação inter e entre áreas	83,4%	Reconhecimento	50%	Premiação por resultados	33,4%
Restrição na contratação de familiares	16,7%	Treinamento	50%		
Socialização entre áreas	16,7%	Avaliação coerente	33,4%		
		Padronização dos fluxos	33,4%		
		Cobrança de produtividade x qualidade	16,7%		
		Autonomia para a equipe	16,7%		
		Análise das sugestões	16,7%		
		Processos	16,7%		
		Material de apoio	16,7%		
		Divulgação de relatórios gerenciais	16,7%		

Fonte: Autores, 2020.

Os participantes foram enfáticos ao demonstrarem seus sentimentos, especialmente com relação à comunicação na própria área e entre as áreas da empresa. Tratando-se de pontos relevantes de necessidade, encontram-se: o reconhecimento, o treinamento e a premiação por resultados. Os processos adotados pela empresa tiveram destaque pelo grupo focal comparado aos fatores de relações e recursos, sendo pronunciados com variedade de temas de procedimentos, tais como: contratação restrita de familiares, socialização entre áreas, produtividade e autonomia, material de apoio e divulgação de relatórios gerenciais.

Evidencia-se na Tabela 3, que o grupo focal almeja prover melhorias na comunicação entre áreas e na carga horária mais flexível. A carência da existência de treinamento impacta na produtividade e na consulta no sistema de metas em tempo real. A falta de reconhecimento incide no processo de *feedback* e, conseqüente, bonificação. A falta de clareza do que a empresa espera dos funcionários e o *capacity* inadequado impactam no procedimento de atendimento ao cliente fora do horário comercial da operação, o que gera acúmulo de trabalho e dificuldade em deixar a caixa de entrada vazia de novos chamados de clientes para atender.

Tabela 3 - Fatores para Melhoria.

Relações		Processos		Recursos	
Comunicação entre as áreas	66,8%	Restringir abertura de novos chamados fora do horário de atendimento	50%	Carga horária mais flexível semanal	66,8%
Melhorar ambiente de trabalho	16,7%	Clareza nas expectativas da empresa	50%	Capacity inadequado	50%
		Reconhecimento	33,4%	Bonificação do <i>feedback</i>	33,4%
		Treinamento	33,4%	Analista de operações para apoiar novos funcionários	16,7%
		Cobrança por produtividade	33,4%	Localização da empresa	16,7%
		Matriz de <i>feedback</i>	16,7%		
		Sugestões	16,7%		
		Sistema para consulta de metas em tempo real	16,7%		
Relatórios gerenciais expostos na reunião mensal	16,7%				

Fonte: Autores, 2020.

Essas percepções catalogadas foram apresentadas aos gestores da área do grupo focal, juntamente com uma proposta de plano de ação. O compromisso em propiciar *feedbacks* aos funcionários da área do atendimento foi estipulado em um prazo de até quinze dias após a realização desse diagnóstico - essa é a fase denominada de *output* (NAVARRO, 2017). Outro dado percebido foi a consideração do grupo focal como sendo uma equipe de solução de problemas no trabalho (ROBBINS; JUDGE; SOBRAL, 2010).

IV. CONCLUSÃO

A satisfação no ambiente de trabalho apresentou como fatores positivos a união entre os funcionários e a caracterização da equipe como receptiva à novas ideias, disposição para aprender e a proatividade, entretanto, há necessidade de buscar maior autonomia e carência de mais ferramentas de trabalho. O grupo focal tem a percepção positiva sobre os benefícios de alimentação e bolsa de estudos que a empresa disponibiliza aos funcionários, da liderança caracterizada como apoiadora diante de novas ideias e ginástica laboral entendida como preocupação com a qualidade de vida dos funcionários por parte da empresa.

Na análise empírica ficou evidente a insatisfação com a comunicação na própria área de atendimento, assim como nas outras áreas da empresa, o que pode impactar no ambiente de trabalho e na socialização no decorrer do tempo. A necessidade de melhor comunicação está representada na melhor estruturação dos relatórios gerenciais e do sistema de consulta de metas em tempo real. A clareza nas expectativas da empresa é fator percebido como pouco efetivo diante da cobrança por maior produtividade e

qualidade, o que repercute na falta de reconhecimento na avaliação de desempenho, na bonificação e na premiação pelos resultados alcançados.

A demanda de trabalho superior ao número de funcionários faz com que a empresa estenda os chamados de clientes para além do horário comercial, o que compromete o cumprimento da meta diária dos funcionários do setor de atendimento ao cliente e a flexibilidade na carga horária de trabalho. A carência de treinamento recorrente nos fatores de insatisfação e de melhoria pode ser parcialmente sanado com o apoio dos analistas de operações aos novos funcionários.

O modelo apresentado não esgota as possibilidades de contribuição do diagnóstico organizacional, mas colabora para a compreensão do uso da ferramenta e as possibilidades de aplicação nas empresas adaptada às especificidades e a cultura organizacional. Para outras pesquisas sugerem-se pressupostos que podem ser estruturados, envolvendo a aplicação do diagnóstico às lideranças e em grupos maiores.

V. REFERÊNCIAS

AKMALIA, Rizki; SIAHAAN, Amiruddin; MESIONO, Mesiono. The effect of individual, group and team work behavior toward teacher performance in sman 3 medan. **Jurnal Tarbiyah**, v. 27, n. 1, 2020. Disponível em:

<http://jurnaltarbiyah.uinsu.ac.id/index.php/tarbiyah/article/view/681/553>. Acesso em: 13 jul. 2020.

BLOCK, Peter. **Consultoria: o desafio da liberdade**. 2. ed. São Paulo: Editora Pearson. 2001. 268p.

BROWN, Keith C.; WILES, Kenneth W. In search of unicorns: private IPOs and the changing markets for private equity investments and corporate control. **Journal of Applied Corporate Finance**, Texas, U.S.A, v. 23, n. 3, 2015. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/jacf.12127>. Acesso em: 22 jun. 2020.

CARDANO, Mario. **Manual de pesquisa qualitativa: a construção da teoria da argumentação**. Petrópolis, RJ: Vozes, 2017. 371p.

CAPGEMINI CONSULTING TECHNOLOGY OUTSOURCING. **Estudo da capgemini revela que meios de pagamento digitais devem crescer 10% no mundo**. São Paulo, 9 out. 2016. Disponível em: <https://www.capgemini.com/br-pt/news/estudo-da-capgemini-revela-que-meios-de-pagamento-digitais-devem-crescer-10-no-mundo/>. Acesso em: 06 jun. 2020.

CARRILO, Ana Flávia. **Crescimento das startups: veja o que mudou nos últimos cinco anos!** Abstartups, São Paulo, 11 fev. 2020. Disponível em: <https://abstartups.com.br/crescimento-das-startups/>. Acesso em: 08 jun. 2020.

IDÁÑEZ, Maria José Aguilar; ANDER-EGG, Ezequiel. **Diagnóstico social: conceptos y metodología**. 3. ed. Buenos Aires: Lumen, 2007. 93p.

KINGESKI, Adriana Aparecida Inglez. Diagnóstico organizacional: um estudo dos problemas organizacionais a partir das relações interpessoais. Bauru: **Anais XII SIMPEP**, 2005. Disponível em: https://simpep.feb.unesp.br/anais/anais_12/copiar.php?arquivo=KingeskiAdriana_Diagnostico.pdf. Acesso em: 09 jun. 2020.

KNIGHT, Eric; WÓJCIK, Dariusz. *FinTech*, economy and space: Introduction to the special issue. **Environment and planning A: economy and space**, v. 52, n. 8, p. 1490-1497, 2020. Disponível em:

<https://journals.sagepub.com/doi/full/10.1177/0308518X20946334>. Acesso em: 13 nov. 2020.

LOPES, Valéria de Siqueira Castro; PENAFIERI, Vânia. Diagnósticos organizacionais: a contribuição da pesquisa em relações públicas. **Organicom**, v. 13, n. 25, p. 101-115, 2016. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/organicom/article/view/139343>. Acesso em: 22 jul. 2020.

MALAR, João Pedro. **Investimento em startups do Brasil somou US\$ 9,4 bi em 2021**, aponta levantamento. CNN Brasil Business, São Paulo, jan. 2022. Disponível em: <https://www.cnnbrasil.com.br/business/investimento-em-startups-do-brasil-somou-u-94-bi-em-2021-aponta-levantamento/>. Acesso em: 15 fev. 2022.

NASCIMENTO, Nathália Rocha do. **Gestão nas startups**: um jeito diferente de lidar com pessoas. 2017. 20 f. Trabalho de Conclusão de Curso (MBA em Gestão de Talentos e Comportamento Humano) - Setor de Ciências Sociais Aplicadas, da Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2017. Disponível em: <https://acervodigital.ufpr.br/bitstream/handle/1884/55720/R%20-%20E%20-%20NATHALIA%20ROCHA%20DO%20NASCIMENTO.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 18 jul. 2020.

NAVARRO, Víctor Augusto García. Desarrollo de un modelo de diagnóstico de cultura organizacional. **Revista Perspectivas**, n. 39, p. 75-102, 2017. Disponível em: http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1994-37332017000100004. Acesso em: 05 mar. 2022.

NAVES, Flávia Luciana; MAFRA, Luiz Antonio Staub; GOMES, Marcos Affonso Ortiz; AMÂNCIO, Robson. Diagnóstico organizacional participativo: potenciais e limites na análise de organizações. **Organizações & Sociedade**, v. 7, n. 19, p. 53-66, 2000. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/osoc/v7n19/04.pdf>. Acesso em jul. 2020.

RIBEIRO, Danilo Monteiro JUNIOR, Marcos Cardoso; CARDOZO, Elisa Sattyam de Farias. Fatores que influenciam a eficiência de um time auto-gerenciável em uma empresa de Software. **ES Magazine**, 2013. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Danilo_Ribeiro2/publication/275350592_Fatores_que_Influenciam_a_eficiencia_de_uma_equipe_auto-gerenciada_de_software/links/553a3ab40cf2c415bb07123a/Fatores-que-Influenciam-a-eficiencia-de-uma-equipe-auto-gerenciada-de-software.pdf. Acesso em: jul. 2020.

RIBEIRO, Artur Tavares Vilas Boas; ROCHA, Renata Malagoli; KRAKAUER, Patricia Viveiros de Castro; PEDROSO, Marcelo. Formalização da Estratégia em Empresas Nascentes de Base Tecnológica: Recursos Alternativos na Fragilidade do Novo. **Revista Ibero-Americana de Estratégia - RIAE**, [s. l.], v. 15, n. 4, 2016. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/311825037_Formalizacao_da_Estrategia_em_Empresas_Nascentes_de_Base_Tecnologica_Recursos_Alternativos_na_Fragilidade_do_Novo. Acesso em: 24 jun. 2020.

RIES, Eric. **The lean startup: How Today's Entrepreneurs Use Continuous Innovation to Create Radically Successful Businesses**. e-Book Kindle. Random House: New York, 2011. 38-57p.

ROBBINS, Stephen; JUDGE, Tim; SOBRAL, Filipe. **Comportamento organizacional: teoria e prática no contexto brasileiro**. Pearson Prentice Hall, 2010. 211-265p.

RODRIGUES, Anabela Santos. **A definição do conceito de grupo e suas implicações no funcionamento do sistema**: o caso das equipas cirúrgicas. 2008. 476 f. Tese

(Doutorado em Psicologia) - Universidade do Porto – Porto, Lisboa, Portugal, 2008. Disponível em: <https://repositorio-berto.up.pt/bitstream/10216/22788/2/29879.pdf>. Acesso em: ago. 2020.

ROSENTHAL, Gabriele. **Pesquisa social interpretativa**: uma introdução. 5. ed. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2014. 311p.

RUBINI, Agustin. **A FinTech em um Flash**: eBook Kindle. Babelcube Inc., 2017. 125p.

STARTUPBASE. **Estatísticas**. Disponível em: <https://startupbase.com.br/home/stats>. Acesso em: 15 fev. 2022.

TAPSCOTT, Don; WILLIAMS, Anthony D. **Wikinomics**. Rio de Janeiro: Atlantic Books Ltd, 2011. p. 367. 323-350p.

TOZETTO, Cláudia. **7 Erros de RH das startups**. 2015. Disponível em: <https://vocerh.abril.com.br/voce-rh/7-erros-de-rh-das-startups/>. Acesso em: 20 jun. 2020.

ZANELLI, José Carlos; BORGES-ANDRADE, Jairo Eduardo; BASTOS, Antonio Virgílio Bittencourt. **Psicologia, Organizações e Trabalho no Brasil**. 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. 331-357p.

VI. COPYRIGHT

Direitos autorais: Os autores são os únicos responsáveis pelo material incluído no artigo.

AVALIAÇÃO DO PROCESSO FORMATIVO DOS ORIENTADORES DE ESTUDOS DO PACTO NACIONAL PELO FORTALECIMENTO DO ENSINO MÉDIO NO BICO DO PAPAGAIO/TO

EVALUATION OF THE TRAINING PROCESS OF STUDY ADVISERS OF THE NATIONAL PACT FOR THE STRENGTHENING OF HIGH SCHOOL IN BICO DO PAPAGAIO/TO

Joedson Brito dos Santos¹
Jaqueline Dourado do Nascimento²
Marilene Soares da Silva³
Fernanda de Jesus Santos Brito⁴

Resumo – *O texto trata sobre o Pacto Nacional pelo Fortalecimento do Ensino Médio, no estado do Tocantins e apresenta aspectos considerados importantes no que se refere ao processo avaliativo da primeira etapa do processo de formação continuada dos coordenadores, diretores e professores. Objetiva apresentar uma avaliação do processo formativo desenvolvido junto aos orientadores de estudos de uma regional de ensino do estado do Tocantins. Trata-se de uma abordagem qualitativa com entrevista aos orientadores de estudos vinculados ao referido Programa e que acompanhava as atividades formativas nas escolas envolvidas. Observou-se por meio da percepção orientadores um maior envolvimento de professores, gestores e estudantes com as questões relacionadas ao Ensino Médio, um movimento de reflexão e ação quanto às modificações necessárias nos projetos políticos pedagógicos. Evidenciou-se, como limites e desafios a ausência de uma carga horária reserva no planejamento que contemplasse o estudo por parte dos professores, que já possuem uma sobrecarga horária de trabalho decorrente da necessidade de sobrevivência e das características próprias do trabalho docente.*

Palavras-chave: *Ensino Médio. Orientadores de Estudos. Formação Continuada. Avaliação.*

¹Pós-Doutor em Educação pela Universidade de São Paulo (USP). Professor da Universidade Federal do Norte do Tocantins (UFNT). Contato: jbsantus@uft.edu.br.

²Doutora em Educação pela Universidade Federal da Bahia (UFBA). Professora da Universidade Federal do Cariri (UFCA). Contato: jaqueline.dourado@ufca.edu.br.

³Doutoranda em Ensino de Língua e Literatura na Universidade Federal do Norte do Tocantins (UNFT). Professora da UFNT. Contato: marileness@uft.edu.br.

⁴Mestra em educação pela Universidade Metodista de Piracicaba – UNIMEP. Pedagoga pela Universidade Federal do Tocantins (UFT). Contato: nanda.jbrito@uft.edu.br.

Abstract - The text deals with the National Pact for Strengthening Secondary Education, in the state of Tocantins, and presents aspects considered important with regard to the evaluation process of the first stage of the continuing education process for coordinators, principals and teachers. It aims to present an evaluation of the training process developed with the study supervisors of a regional education system in the state of Tocantins. It is a qualitative approach with interviews with study supervisors linked to the aforementioned Program and which accompanied the training activities in the schools involved. It was observed, through the guiding perception, greater involvement of teachers, managers and students with issues related to High School, a movement of reflection and action regarding the necessary changes in the pedagogical political projects. It was evident, as limits and challenges, the absence of a reserve workload in planning that contemplated the study by teachers, who already have a workload due to the need for survival and the characteristics of teaching work.

Keywords: *High School. Study Advisors. Continuing Education. Assessment.*

I. INTRODUÇÃO

O presente texto trata do Pacto Nacional pelo Fortalecimento do Ensino Médio com foco no processo de formação continuada desenvolvido com coordenadores, orientadores de estudos, diretores e professores, durante a primeira etapa do mesmo. O objetivo é apresentar uma avaliação do processo formativo desenvolvido junto aos orientadores de estudos de uma regional de ensino do estado do Tocantins, na percepção dos referidos sujeitos. Intencionamos, também, contribuir com os estudos sobre a avaliação desse programa.

Nas últimas décadas o Brasil passou por um conjunto de transformações via reformas educacionais, com objetivo de ampliar a obrigatoriedade do tempo de escolaridade; de melhorar o quantitativo de professores com formação mínima; de aperfeiçoamento na política de financiamento da educação; na focalização de políticas de avaliação; ampliação da educação integral e da educação profissional, do acesso ao ensino superior e do técnico, dentre outras. Esse processo, resultado de múltiplas determinações, está inserido num contexto e movimento de crise e reestruturação do capital global. Mas não só isso, é fruto de lutas de movimentos sociais, profissionais da educação e diversas instâncias da sociedade civil organizada (SANTOS; NASCIMENTO; BRITO, 2020).

Essas significativas mudanças também impulsionadas pelos dispositivos postos na Constituição Federal (CF) de 1988, na Lei de Diretrizes e Base da Educação Básica (LDB) de 1996, nos Planos Nacionais de Educação (2001-2010 e 2014-2024), no Plano de Desenvolvimento da Educação (PDE) e na Emenda Constitucional (EC) nº 53 de 2007, que criou o Fundo de Manutenção e Desenvolvimento da Educação Básica (Fundeb) que tornou obrigatória e gratuita a educação dos 4 aos 17 anos. Defende proposições quanto à universalização do atendimento dos 15 aos 17 anos e a ampliação da jornada para Ensino Médio Integral, estimula o Ensino Médio diurno e aumento de vagas na educação profissional integrada e ao Ensino Médio, bem como a universalização do Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM). Todos esses dispositivos e processos incidiram diretamente na defesa da ampliação do direito à educação no Brasil, e por conseguinte, com uma maior atenção ao Ensino Médio.

Entre os dispositivos, mais, diretamente relacionadas com o Ensino Médio, estão o Decreto nº 2.208 de 1997 e a Portaria nº 646 do Ministério da Educação (MEC) de 1997, que promoveram a separação entre o Ensino Médio e da Educação Profissional e, consequentemente, resultou numa redução na oferta do Ensino Médio da parte do Governo Federal. Contudo, cabe lembrar que essas foram revogadas em 2003 e 2004, durante o governo do presidente Luís Inácio Lula da Silva.

A partir desse período podemos destacar a criação de programas como o “Mais Educação”, o “Ensino Médio Inovador” e o “Programa Nacional de Acesso ao Ensino Técnico e Emprego”, que vão apontar para um contexto de maior atenção ao Ensino Médio nas últimas décadas. É importante, também, evidenciar o crescimento do número de instituições privadas e o crescimento da oferta de vagas no Ensino Médio. A existência de programas desenvolvidos e financiados por instituições privadas como Itaú, Pão de Açúcar, Odebrecht dentre outras vinculadas ao programa Todos pela Educação (MOURA, 2014). É nesse contexto que insere-se a criação do PACTO pelo fortalecimento do Ensino Médio.

O Pacto Nacional pelo Fortalecimento do Ensino Médio foi instituído pela Portaria Ministerial nº 1.140, de 22 de novembro de 2013. Trata-se de uma ação do Governo Federal organizada e gerida pelo Ministério da Educação, que articula algumas instituições de ensino superior (IES), definidas pelo MEC, com as secretarias estaduais e distrital de educação, no sentido de desenvolver uma Formação Continuada de Professores e Coordenadores Pedagógicos que atuam no Ensino Médio público. Teve por objetivo geral contribuir para o aperfeiçoamento da formação dos professores e coordenadores pedagógicos, rediscutir e atualizar as práticas docentes do Ensino Médio, em conformidade com a LDB nº 9.394 de 1996, as Diretrizes Curriculares Nacionais do Ensino Médio (DCNEM) e na Resolução nº 2 de 2012 do Conselho Nacional de Educação.

Desse modo, objetivou, por meio da formação continuada de professores, coordenadores e gestores, possibilitar a compreensão das DCNEM, como também promover a reflexão, a discussão e orientar o (re)desenho do currículo do Ensino Médio, por meio da criação de condições e espaço para o debate, do favorecimento da construção e fortalecimento da participação de todos os sujeitos, como também a reescrita dos Projetos Políticos Pedagógicos das escolas de Ensino Médio.

O Programa de Formação foi proposto e desenvolvido em duas etapas. A primeira etapa de Formação teve como eixo central, “Os sujeitos do Ensino Médio e a Formação Humana e Integral” e foi composto por cinco Cadernos ou Campos temáticos: Sujeitos do Ensino Médio e formação humana integral; Ensino Médio e formação humana integral; O currículo do Ensino Médio, seus sujeitos e o desafio da formação humana integral; Organização e gestão do trabalho pedagógico; Avaliação no Ensino Médio; e Áreas de conhecimento e integração curricular. Já a segunda etapa teve como temas a Organização do Trabalho Pedagógico no Ensino Médio e Áreas de Conhecimentos do Ensino Médio em conformidade com as DCNEM, Matemática, Ciências Humanas, Ciências da Natureza e Linguagens (BRASIL, 2014).

O processo aconteceu via adesão e pactuação entre as secretarias estaduais e distrital de educação e com as Instituições de Educação Superior (IES) públicas, com apoio e orientação do MEC. Nesse sentido, a adesão envolveu os 27 Estados e Distrito Federal, 51 Universidades Federais, mais 19 universidades associadas. Segundo dados do Sismédio⁵, no final de 2014, o Programa possuía: 17.514 Orientadores de Estudo, 8.580 professores cursistas, 291.081 professores e 8.721 coordenadores pedagógicos. Possuía 52 Coordenador Geral da IES, 80, Coordenador Adjunto da IES, Formador da IES, 373, Supervisor da IES e da Seduc 270 e Formador Regional 963.

No estado do Tocantins não aconteceu de forma diferente, a Universidade Federal do Tocantins (UFT) estabeleceu parceria com a Secretaria de Educação Estadual (SEDUC) para o desenvolvimento do Programa Pacto pelo fortalecimento do Ensino Médio no estado. Desde o primeiro semestre de 2013 ocorreram diferentes ações, tais

⁵Ver no Simec: <http://simec.mec.gov.br/login.php>.

como: seminários, encontros de formação e debates sobre o Ensino Médio, no âmbito do referido programa, envolvendo profissionais da UFT, diretores, coordenadores e professores de todo o estado. As atividades foram desenvolvidas entre o início de 2014 e maio de 2015. Envolveram aproximadamente 5 mil profissionais da educação que atuam no Ensino Médio, divididos e organizados como Formadores Regionais, Orientadores de Estudo, Coordenadores pedagógicos e professores, docentes da Universidade Federal do Tocantins e outros profissionais da SEDUC.

Em sua estrutura o Programa envolveu uma Coordenação Geral e uma adjunta, Formadores das IES, Formadores Regionais vinculados a SEDUC, Orientadores de Estudos e os Professores. Sobre a estrutura e desenvolvimento do programa Santos e Almeida, (2017) escreveu que

[...] o Programa se organizou em quatro funções centrais [...]: o Formador da IES que deveria cuidar do processo de formação dos formadores regionais e do acompanhamento da formação dos orientadores de estudo, dos professores e dos coordenadores pedagógicos. [...]. O Formador Regional (profissionais da educação que atuam nas Diretorias ou Delegacias Regionais de Ensino). [...]. São responsáveis pela formação de orientadores de estudo. Já os orientadores de estudo (grupo de profissionais da educação da rede de ensino) sendo responsáveis pela formação, na escola, dos professores e coordenadores pedagógicos do Ensino Médio. Os orientadores também tinham um papel de mediar a formação na escola com os professores e planejar suas ações conjuntamente com o formador regional. [...]. (SANTOS; ALMEIDA, 2017. p.514).

O processo formativo aconteceu em dois momentos e objetivou promover uma compreensão, discussão e estudos sobre temáticas que envolvem o Ensino Médio, educação pública em geral, direcionar o estudo das Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio, da realidade do Ensino Médio. Permitiu o diálogo, a orientação dos profissionais e proporcionou o (re)desenho do currículo do Ensino Médio, por meio da análise das práticas, do estudo dos cadernos e sobre os sujeitos do Ensino Médio, bem como da reescrita de um novo Projeto Político Pedagógico (SANTOS; ALMEIDA, 2017).

II. METODOLOGIA

O estudo caracteriza-se por ser uma abordagem qualitativa com pesquisa bibliográfica e teve a entrevista como técnica de pesquisa e de levantamento das informações. Tivemos como sujeitos envolvidos na pesquisa os orientadores de estudos vinculados ao Pacto pelo Ensino Médio que acompanharam as atividades formativas nas escolas da regional de educação da Região do Bico do Papagaio/TO. A escolha desses sujeitos, deveu-se, dentre outras razões, porque dentro da estrutura e desenvolvimento do Programa eram os sujeitos que realizam a formação no chão da escola e tinham maior contato com os professores. Eles faziam um elo entre os formadores regionais e os professores, por isso, sujeitos que podem revelar como os conteúdos e os objetivos propostos do programa chegaram no “chão da escola”. Contudo, vale ressaltar que, a pesquisa refere-se ao processo avaliativo da primeira etapa do processo de formação continuada dos coordenadores, diretores e professores.

Desse modo, apresentamos neste texto o olhar do processo de formação PACTO do Ensino Médio no Tocantins, a partir da visão dos orientadores de estudos, de uma das regionais do referido Estado. Pois consideramos que a análise sobre a percepção e

compreensão avaliativa desses sujeitos poderá fornecer uma visão panorâmica do PACTO do Ensino Médio em todo um território.

Esta pesquisa foi desenvolvida ao mesmo tempo em que o processo formativo do programa estava acontecendo e objetivou-se desenvolver uma avaliação do processo formativo visto a partir da percepção dos orientadores de estudos. Os dados foram coletados pela Formadora Regional, uma das autoras deste trabalho, por meio de rodas de conversas e entrevistas semiestruturadas com nove (9) Orientadores de Estudos do PACTO do Ensino Médio da Regional Tocantinópolis, durante o ano de 2015. O Informamos que os orientadores assinaram o Termo de Livre Consentimento (TCL) para participarem do processo de Avaliação. Seus nomes não serão revelados a título de manter o anonimato e preservar suas identidades, para isso serão denominados de Or, seguidos de um número, ficando assim: Or. 01, Or. 02, e assim, sucessivamente, até o nono orientador de estudo.

O Programa realizava um processo de avaliação contínua durante as formações gerais, mas evidenciamos a necessidade de estabelecer uma avaliação de como a formação do Pacto do Ensino Médio estava acontecendo no chão da escola, seus avanços e limites, sobretudo, em saber como esse processo estava sendo operacionalizado no ambiente escolar.

Assim, observou-se a necessidade de um processo de avaliação feito a partir da compreensão dos orientadores de estudo. Para isso, foi criado um instrumento para monitorar a Formação na Escola, que versaram sobre os seguintes aspectos: (I) se os conteúdos estudados contribuíram para o exercício da função de professor do ensino médio; (II) quais possíveis contribuições da formação para a mudança de postura frente aos trabalhos com alunos do ensino médio; (III) sobre quais as principais dificuldades encontradas no processo; (IV) o que poderia ser acrescentado nas escolas de ensino médio ou na sua proposta curricular a própria formação do PACTO; (V) Como os professores orientadores avaliaram a formação. As entrevistas foram transcritas e analisadas de maneira a contribuir na compreensão da temática da avaliação do processo formativo.

III. RESULTADOS

Nesse estudo a avaliação em educação é compreendida como uma atividade que envolveu, três momentos distintos, mas que não podem ser pensados separadamente: o de levantamento e produção de dados e informações precisas; um momento de análise e julgamento dos dados produzidos; e, um momento de tomada de decisão, necessariamente, com vista a melhoria dos processos avaliados. A tomada de decisão tem caráter e função importante, seja como elo de operacionalização do processo avaliativo, seja na promoção do uso dos resultados da própria avaliação na melhoria dos processos (TENÓRIO; LOPES, 2010; FERREIRA; TENÓRIO, 2010).

Desse modo, a avaliação do programa PACTO do Ensino Médio se fez necessário como atividade tanto de diagnóstico e julgamento dos processos, quanto de tomada de decisão, seja em relação ao próprio processo de formação, seja em relação aos seus objetivos e finalidades, sendo também, um espaço de (re) desenho do ensino médio local e conseqüentemente do país. Nos encontros de avaliação do programa PACTO no Tocantins foi evidenciado um conjunto de limitações, como por exemplo, a dificuldade de conciliar alta carga horária de trabalho dos professores e a necessidade de mais tempo para a formação continuada, bem como esclarecimentos sobre a operacionalização do processo de redesenho curricular. Todavia, apesar das referidas dificuldades observou-se, também, alguns considerados os positivos a partir das atividades desenvolvidas. O processo formativo propiciou aos professores maior incentivo e gosto pelos estudos, um despertar para a busca de inovação didática e pedagógica, como também um aumento da

compreensão sobre a importância de quem são os sujeitos do Ensino Médio, para que o trabalho educativo fosse mais proativo, produtivo e prazeroso.

A primeira questão solicitava que os orientadores destacassem se os conteúdos estudados contribuíram para o exercício da função de professor do ensino médio. Entre as respostas dos envolvidos destacamos que: As atividades de reflexão e ação, bem como os conteúdos estudados estão possibilitando aulas mais dinâmicas (Or. 01); que tem promovido “reflexões sobre a prática pedagógica” (Or. 02); com despertar do “maior interesse por mais conhecimento sobre a temática da educação nacional, seus dilemas” (Or. 03); tem provocado e produzido no ambiente de trabalho “[...] conversas críticas sobre o sistema educacional vigente, políticas públicas para o setor, surgindo na hora do intervalo uma maior interação sobre os problemas da escola e o papel docente” (Or. 03); O Orientador 04 relatou, ainda, que, eles “estão buscando incorporar às aulas atividades em que os alunos sejam protagonistas”. Também relataram exemplos de integração curricular nas disciplinas (Or. 04).

Outro aspecto presente nas respostas foi a discussão sobre a importância do tema da juventude e perfil dos jovens do Ensino Médio. Eles destacaram como estava sendo importante pensar e conhecer mais sobre o sujeito do ensino médio e como esse processo estava contribuindo, inclusive para “melhorar a relação professor e aluno, coordenador pedagógico e aluno, pois compreender um pouco sobre a juventude é o caminho para construção deste diálogo (Or. 08)”. Estava auxiliando no planejamento das atividades e no sentido de criar envolvimento dos alunos.

Tal aspecto pode ser verificado, também, na avaliação de alguns dos orientadores de estudos ao destacarem que o contato com “O caderno II foi significativo quando nos leva a pensar sobre a juventude, fase da vida que para nós é muito intensa e uma faixa etária que trabalhamos constantemente. [...] Trabalhamos com jovens que se renovam e se modificam a cada ano” (Or. 05). “Quando se conhece melhor o perfil dos alunos, fica mais fácil planejar e desenvolver as atividades com e para eles e, isso os conteúdos do caderno II vem nos fornecendo” (Or. 06). “Os professores relataram que estão buscando incorporar às aulas atividades em que os alunos protagonizam” (Or. 04).

Tais aspectos estão em consonância com os objetivos do PACTO do Ensino Médio que tem como um de seus eixos centrais a temática do ‘Sujeitos do Ensino Médio e formação Humana Integral’ e com o Parâmetros Curriculares do Ensino Médio (1999) que definiu para esse sujeito uma educação que fosse “comprometida com o desenvolvimento total da pessoa”. Que preparasse indivíduos capazes de produzirem pensamentos críticos e autônomos, de formular os seus próprios juízos de valor e de tomar suas decisões. Que fosse capaz de formar pessoas para o exercício da liberdade de pensamento, mas também do discernimento (BRASIL, 1999, p. 17).

Em geral percebeu-se que os orientadores identificaram nos trabalhos e na fala dos professores que os conteúdos trabalhados de algum modo estavam influenciando no trabalho do professor do Ensino Médio. Ampliando suas práticas. Ressaltaram “que os estudos dos cadernos abrem um leque para se poder mediar de forma atrativa, inovadora e produtiva o processo de ensino e de aprendizagem [...]” e citam, por exemplo, as contribuições do caderno II, “jovens em suas tecnologias digitais” (Or. 07).

Na segunda questão versou-se sobre as contribuições da formação para a mudança de postura frente aos trabalhos com alunos do ensino médio. Os orientadores destacaram que a “maior preocupação com o que se ensina e as relações com o mundo do trabalho, da ciência, da tecnologia e da cultura” (Or. 01). Que “os professores refletem mais em mudanças estruturais” e têm destacado “que é necessária uma transformação no ensino médio”. (Or. 03). Que muitos “estão tentando desconstruir a visão negativa em torno das questões que envolvem os jovens, principalmente na questão das tecnologias, “uso do

celular na sala de aula” (Or. 04). Que todo esse novo processo tem provocado a necessidade de “uma postura mais crítica, compreensiva e pensadora sobre os problemas que cercam o sujeito do ensino, os jovens”. (Or. 06), como também “vem solidificando mais as ideias e desejos de ações para os alunos do Ensino Médio” (Or. 07).

Outro elemento importante presente na fala e na escrita dos orientadores foi que as atividades de formação do PACTO do Ensino Médio têm “oportunizado a equipe: gestora, coordenadores e professores estudarem” [...] “apesar das dificuldades que estamos encontrando, mesmo assim, está sendo muito proveitoso”. (Or. 09) “Essas discussões, novos olhares têm se criado sobre como trabalhar com esses adolescentes e as possíveis intervenções para melhorar o processo de ensino e aprendizagem. (Or. 09)”. Além disso, tem feito uma quebra do “isolamento” da equipe pedagógica dentro da unidade escolar, conseguida esta, com as execuções das atividades propostas.

No contexto avaliativo foi indagado também sobre as dificuldades encontradas no processo. Os orientadores responderam que sentiram dificuldade “de operacionalização de algumas atividades, como as atividades de reflexão/ação em virtude do bimestre pequeno e a quantidade de conteúdos” (Or. 04; Or. 09). Disseram ainda, que sentiram certa dificuldade com a apropriação dos conteúdos do módulo IV “Avaliação do Ensino Médio” e que seria necessário um aprofundamento sobre esse tema (Or. 03; Or. 04; Or. 08).

A terceira questão foi como tem ocorrido a aplicação da formação em sala de aula e na escola como um todo. Os orientadores destacam que tem ocorrido adesão de todos os professores e a aplicação vem ocorrendo de forma gradativa, observa-se que estão realizando o aproveitamento dos materiais e as sugestões das formações. Nesse caso obtivemos as seguintes respostas: “já foram desenvolvidas atividades com os alunos e tem se aproveitado o material da formação em sala de aula”. (Or. 01); vem lhes “orientando frente ao trabalho docente, novas leituras e abordagens sobre a estrutura geral do ensino médio”. (Or. 03); “O simples fato de a formação acontecer e ter tido a participação dos alunos em dado momento refletiu na melhoria das relações professor/aluno” (Or. 04); “A formação está ocorrendo de forma gradativa e tranquila, mas às vezes ocorrem alguns atropelos. (Or. 07); “Normalmente, em tempo determinado, realizados estudos e atividades propostas. A participação ativa do corpo docente e discente quando solicitado” (Or. 08).

Mas apesar da atividade ter corrido de certa maneira tranquila, alguns destacaram entraves, desafios ou dificuldades como, por exemplo, em relação ao tempo para o planejamento e a necessidade de condições objetivas e subjetivas para melhor desenvolvimento das atividades. Disseram sobre o como “encontrar tempo dentro do planejamento já instituído e tempo corrido (Or. 04), e que as formações não ocorrem de forma desejada “porque deveria haver uma mudança estrutural desde a carga horária do professor e do coordenador. Da forma como vem acontecendo tem sido muito atropelado, faz-se o possível para acontecer, mas não é discutido como deveria ser os Cadernos na teoria e na prática” (Or. 09).

A quarta indagação foi sobre o que poderia ser acrescentado nas escolas de ensino médio ou na sua proposta curricular para viabilizar a aplicação desta formação. Os orientadores responderam (Or. 03; Or. 04; Or. 08), em consonância com as atividades dos professores, que seria importante “uma conciliação entre carga horária de trabalho e formação continuada, em função da complexidade da formação e a estafante carga horária, especialmente em certos períodos” (Or. 03). Destacou ainda, que existem um tanto de atividade e demandas que acabam sobrecarregando o trabalhador docente, com as atividades corriqueiras e atividades extras (Or. 03; Or. 04; Or. 08).

Alguns respondentes destacaram que faltou clareza na definição de como seria trabalhado alguns aspectos questões do currículo, componente curricular e disciplina, que precisam ser acrescentadas as condições estruturais, pedagógicas e profissionais que uma educação de qualidade exige. (Or. 04). É importante que “seja previsto na modulação, os encontros para estudo. Mudança de atitudes da equipe com relação ao planejamento de horários mais eficazes e consistentes, que contemple as horas de estudos adequadamente” (Or. 07).

Já a quinta e última pergunta que escolhemos faz referência ao como cada um dos professores orientadores avaliaram a formação. Houve quem relatasse que o processo de formação e de leitura dos módulos tem nutrido uma preocupação em tornar as aulas mais dinâmicas e de melhor relacioná-las com o mundo do trabalho (Or. 01; Or. 03; Or. 04; Or. 08). Tem proporcionado um despertar para a busca de novos conhecimentos e favorecido a criação de espaços de leitura entre os professores. “O programa tem proporcionado aos professores o repensar a prática: observa-se uma preocupação com o que se ensina, isto é, se está relacionado com o mundo do trabalho, da ciência, da tecnologia e da cultura” (Or. 01).

Outros orientadores de estudos consideram que mesmo com as dificuldades o programa “possibilita estudos históricos e ainda momentâneos sobre a realidade do ensino médio, e ainda nos garante a reflexão sobre a realidade do corpo discente atendido pela escola”. (Or. 02). Além disso, destacam que com os encontros e atividades conseguiram “manter uma boa frequência, sinal de que há interesse e consciência da importância da formação” (Or. 03), está sendo “uma boa oportunidade para suscitar o debate e aprofundar conhecimento” (Or. 04), e “fez a todos pensarem sobre suas práticas cotidianas” (Or. 06).

Em geral relataram que a formação e a leitura dos cadernos têm sido importantes no sentido de promover um melhoramento do comportamento e da relação aluno e professor, “pois diante dos estudos que a formação propõe faz-nos sentir protagonistas da reestruturação curricular. As atividades propostas fazem com que os alunos se sintam protagonistas desse processo de ensino e de aprendizagem”. (Or. 08). Também, proporcionou “reflexões sobre a prática docente no ensino médio, bem como favoreceu a discussão sobre um olhar diferente para o novo corpo discente que compõem o Ensino Médio atual” (Or. 02).

Essas inferências revelam compreensões, percepções síntese de sujeitos particulares, mas que pelo contato com os conteúdos e a própria proposta do PACTO do Ensino Médio, seja na formação que recebem, seja no exercício de seu papel de orientador e de quem acompanha os estudos e aplicação dos conteúdos pelos professores, nos permite compreender numa regional, os avanços e limites na implementação e desenvolvimento do Programa.

IV. CONCLUSÃO

Essa perspectiva e recorte avaliativo da primeira etapa de Formação do Programa PACTO do Ensino Médio evidenciou que muitos professores e orientadores passaram a sentir necessidade e vontade de estudar. Consideraram a formação oferecida com o Ensino Médio como proposta viável e importante, uma vez que este nível de ensino estava há muito tempo sem formação específica. Ainda, o formato das formações possibilitou a organização de tempos e espaços para discussões sobre temas pertinentes à atuação com o ensino médio. Sobretudo, tem colocado este sujeito em foco e movimentado a Escola no sentido de redesenhar o próprio ensino médio.

Por outro lado, evidenciam dificuldades e desafios que precisam ser pensados, principalmente, os limites quanto ao processo de planejamento e de garantia de condições objetivas e subjetivas para operacionalizar melhor o programa, em função de seus

objetivos. A dificuldade no processo de elaboração do horário de formação dos professores para realização dos estudos em grupo, isso porque a maioria das escolas funcionam em três turnos, e todos os professores, em sua maioria atuam, em todos os turnos, em dias e horários diferentes. Além disso, ainda há necessidade de melhor definição ou de compreensão da proposta de pensar com orientadores a construção de um novo currículo, que seja integrado, que possibilite a formação humana integral, que seja atrativo e atenda a demanda social e que esteja estruturado nas dimensões do trabalho, da ciência, da tecnologia e da cultura.

V. REFERÊNCIAS

BRASIL, **Constituição da República Federativa do Brasil**. Brasília: Senado Federal, 1988.

BRASIL. **Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional**. 1996.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio**. Brasília: MEC/SEMTEC, 1999.

BRASIL. Presidência da República. **Decreto n.º 2.208, de 17 de abril de 1997**. Regulamenta o §2.º do artigo 36 e os artigos 39 a 42 da Lei 9.394, de 20 de dezembro de 1996. Brasília, DF: Presidência da República, 1997a.

BRASIL. Ministério da Educação e do Desporto. **Portaria n.º 646, de 14 de maio de 1997**. Regulamenta a implantação do disposto nos artigos 39 a 42 da Lei Federal n.º 9.394/96 e no Decreto n.º 2.208/97 e dá outras providências. Brasília, DF: 1997b.

BRASIL. Ministério da Educação. Conselho Nacional de Educação/Câmara de Educação Básica. **Resolução CNE/CEB n.º 2, de 30 de janeiro de 2012**, que institui as Diretrizes Curriculares Nacionais do Ensino Médio. Brasília, 2012.

BRASIL. Ministério da Educação. **Portaria n.º 1.140, de 22 de novembro de 2013**. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 2013.

BRASIL. Ministério da Educação. **Pacto nacional pelo fortalecimento do ensino médio**: documento orientador das ações de formação continuada de professores e coordenadores do Ensino Médio. Brasília: MEC, 2014.

FERREIRA, Rosilda Arruda, TENÓRIO, Robinson (Orgs). **Avaliação e Decisão**: teorias, modelos e usos. Salvador BA: EDUFBA, 2010.

MOURA, Dante Henrique. Educação Básica e Profissional no PNE (2014-2024): avanços e contradições. *In*: PNE 2014-2024: desafios para a Educação Brasileira. **Revista Retratos da Escola**. Brasília. v.8, n,15, julho a dezembro. 2014.

SANTOS, J. B.; NASCIMENTO, J. Dourado; BRITO, F. J. S. A produção do conhecimento em políticas educacionais no Brasil e o papel das pesquisas e dos estudiosos: contribuições do ciclo de políticas. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, p. 90603-90620, 2020.

SANTOS, J. B.; ALMEIDA, A. O. Pacto Nacional pelo Fortalecimento do Ensino Médio no contexto das ações, políticas e programas para o jovem brasileiro. **Revista Espaço do Currículo**, v. 10, p. 509-526, 2017.

TENÓRIO, Robinson, LOPES, Uaçai de Magalhães (Orgs). **Avaliação e Gestão: teorias e práticas**. Salvador BA: EDUFBA, 2010.

VI. COPYRIGHT

Direitos autorais: Os autores são os únicos responsáveis pelo material incluído no artigo.

JOGOS AFRICANOS COMO PROPOSTA METODOLÓGICA NO ENSINO FUNDAMENTAL I: PERSPECTIVA INCLUSIVA E EMANCIPATÓRIA A PARTIR DA ETNOMATEMÁTICA

AFRICAN GAMES AS A METHODOLOGICAL PROPOSAL IN THE ELEMENTARY SCHOOL I: AN INCLUSIVE AND EMANCIPATORY PERSPECTIVE FROM ETHNOMATHEMATICS

Edeson dos Anjos Silva ¹
Rogério Drago ²
Paulo Jonas dos Santos Júnior ³
Yasmim Rocha dos Santos ⁴

Resumo – Este artigo tem como proposta central discutir a importância da utilização dos jogos da cultura afro a partir da ressignificação do processo de ensino e aprendizagem matemática de forma inclusiva/emancipatória permeada pela Etnomatemática. Desta forma, perceber quais potencialidades e habilidades matemáticas os alunos constroem a partir da utilização dos jogos da cultura afro como forma de potencializar a construção do conhecimento de forma inclusiva, com equidade, respeitando a ancestralidade/raízes em função das relações étnicas raciais, é uma das premissas do estudo. Como metodologia foi utilizada a pesquisa qualitativa pautada na revisão de literatura debruçada em teóricos de renome que sustentam toda proposta de trabalho, e que evidenciam a importância dos jogos no processo de construção do saber. O público-alvo será o ensino fundamental I, entretanto esta proposta pode ser estendida por toda educação básica. E, por fim, são propostos alguns jogos educacionais de origem afro, permitindo ao professor trabalhar o respeito face a pluralidade/diversidade das relações étnicas raciais, visto também, que os jogos potencializam a prática docente dos professores que atuam com a matemática, em especial no ensino fundamental I.

Palavras-chave: Etnomatemática. Jogos Africanos. Matemática Inclusiva.

¹ Doutorando em Educação (Universidade Federal do Espírito Santo – UFES). Contato: edeson.anjos@hotmail.com.

² Doutor em Educação pela PUC-Rio. Professor Associado do Programa de Pós-Graduação e do Centro de Educação da Universidade Federal do Espírito Santo. Contato: rogerio.drago@ufes.br.

³ Doutor em Planejamento Regional e Gestão da Cidade (Universidade Candido Mendes). Docente do Centro Universitário São José de Itaperuna-RJ (UNIFSJ). Contato: paulojsjunior@hotmail.com.

⁴ Doutoranda em Educação (Universidade Federal do Espírito Santo – UFES). Contato: yasmiin.rocha94@gmail.com.

Abstract - This article has as its central proposal to discuss the importance of using Afro culture games from the resignification of the process of teaching and learning mathematics in an inclusive/emancipatory way permeated by Ethnomathematics. In this way, realizing what potentialities and mathematical skills students build from the use of Afro culture games as a way to enhance the construction of knowledge in an inclusive, equitable way, respecting ancestry/roots in terms of ethnic-racial relations, is a of the study premises. As a methodology, qualitative research was used, based on a literature review focused on renowned theorists that support the entire work proposal, and that highlight the importance of games in the process of knowledge construction. The target audience will be elementary school I, however this proposal can be extended to all basic education. And, finally, some educational games of Afro origin are proposed, allowing the teacher to work on respect for the plurality/diversity of racial ethnic relations, since games also enhance the teaching practice of teachers who work with mathematics, especially in elementary school I.

Keywords: *Ethnomathematics. African Games. Inclusive Math.*

I. INTRODUÇÃO

O presente estudo tem como proposta central discutir a importância da utilização dos jogos da cultura afro a partir da resignificação do processo de ensino e aprendizagem matemática de forma inclusiva/emancipatória permeada pela Etnomatemática. A componente curricular matemática vem sendo ao longo dos anos o “desespero” de muitos alunos, que, por razões diversas, não conseguem assimilar seus conceitos, e ao mesmo tempo, fazer uma conexão com o cotidiano, absorvendo a mesma como estática e abstrata. Neste sentido, pertinente é adicionar que o professor que atua com matemática no fundamental I, muitas vezes, não possui uma formação específica na área, explicando o conteúdo de forma abstrata, sem conexão com a realidade do aluno, e em seguida atribui uma lista de exercícios que deve ser resolvida de forma mecânica e desconexa da vida real do aluno.

Neste sentido, o foco deste estudo visa entender/compreender de que forma Jogos africanos como proposta de ensino em matemática no ensino fundamental I podem resultar em uma proposta de ensino com viés de inclusão e emancipação.

Como os jogos requerem regras, ordem e respeito em face às potencialidades e habilidades de cada jogador/aluno, assim, também deve ser o processo de ensino e aprendizagem matemática, ou seja, cada aluno tem seu tempo, seu limite. Desta forma, os alunos, a partir dos jogos da cultura afro, devem construir relações de respeito, o que potencializará a construção do conhecimento de forma inclusiva, com equidade, respeitando a ancestralidade/raízes em função das relações étnicos raciais.

Perceber, fundamentado na Etnomatemática, quais potencialidades e habilidades os alunos constroem a partir da utilização dos jogos da cultura afro como forma de potencializadora do processo de ensino e aprendizagem de forma inclusiva, também move este estudo.

A construção dos jogos que podem ser chamados de produtos educacionais é extremamente relevante em face a busca por um aprimoramento nas práticas dos professores incidindo diretamente no processo de ensino e aprendizagem. Assim, entende-se que um produto educacional (jogos) é o resultado de um processo prático e teórico reflexivo que elenca frutos/saberes de experiências de professores, por exemplo. Neste caso, fazendo com que a matemática seja absorvida de forma prazerosa, lúdica e que os conceitos sejam verificados na prática, promovendo também o respeito às diferentes culturas, e que o diferente, já que o novo, sempre agrega, soma e nunca deve ser visto como segregação e discriminação, ou seja, o respeito é essencial em qualquer momento no processo de ensino e aprendizagem.

A metodologia utilizada foi uma revisão de literatura com viés qualitativo, visando analisar as possíveis abordagens e intervenções pedagógicas a partir dos jogos da cultura afro com a interface da Etnomatemática.

II. DESENVOLVIMENTO

Este estudo se apropriou de uma revisão de literatura com aportes teóricos de renomes que embasaram e sustentaram a proposta do mesmo. A partir de uma perspectiva qualitativa são analisadas obras que abordam intervenções pedagógicas a partir dos jogos, em especial dos africanos, lembrando que o protagonista deste enredo é o aluno, seu processo de ensino e aprendizagem e sua socialização, ou seja, sua inter-relação.

Assim, a utilização dos jogos no processo de ensino e aprendizagem matemática bem como no processo de socialização/inclusão são mencionados em obras de importantes teóricos da educação escolar. Pertinente lembrar que a teoria de aprendizagem significativa de Ausubel (1978) deve ser apropriada no processo de intervenção pedagógica, partindo sempre dos conhecimentos oriundos da cultura dos alunos.

Nesta trajetória, vale salientar que a Etnomatemática diretamente ou indiretamente configurou todo o contexto da pesquisa, pois a mesma é assimilada como uma técnica que permite conhecer e entender os diversos contextos históricos e culturais dos alunos e professores, incidindo nas inter-relação dos mesmos. Assim, vale frisar que o papel da escola e do professor é estimular a curiosidade e tomar iniciativas que propiciem uma aprendizagem real e significativa, neste contexto Sacristán (2007, p.184), afirma que:

“A aprendizagem de qualidade é uma meta que implica a necessidade de partir de um conteúdo relevante para incorporá-lo ao sujeito como um saber significativo em sua capacitação, pois somente passando a ser conteúdo de seu sistema de pensamento alcança seu valor e poder como ferramenta do mesmo. Para favorecer uma aprendizagem mais duradoura e construtora de competências mentais com os conteúdos que se aprendem, devem ser estimulados os processos de elaborações possíveis: sínteses, extrapolações, interpretações, aplicações, etc. O que poderíamos chamar de colocar os conhecimentos em ação.”

Neste sentido, uma prática docente consciente e coerente deve estar conectada com a realidade do aluno, pois segundo Schliemann *et al.* (2006, p.12), “A matemática não é apenas uma ciência: é também uma forma de atividade humana”.

A sociedade atual vive momentos de efervescências devido aos recursos tecnológicos que propiciam uma interação de forma imediata, e isso exige que os professores repensem suas práticas, pois o aluno não mais é um ser passivo, coisa que a nosso ver nunca foi, mas sim o protagonista do processo de ensino e aprendizagem. A prática docente deve ser repensada para inserir o lúdico, o dinâmico de forma que o aluno se sinta desafiado, tornando um questionador, mas para que isso ocorra segundo Rêgo e Rêgo (2009) o professor deve incluir em sua prática novas metodologias de ensino, onde o aluno, como fora dito, seja o sujeito do processo.

A matemática pode ser percebida em diversos contextos culturais, sociais ou da história ao longo dos tempos, e contribuindo significativamente na construção de saberes, neste sentido a Etnomatemática, mesmo que indiretamente, tem um papel indispensável no processo de ensino e aprendizagem e pode ser entendida na visão de Barton (2006, p.55) como,

“[...] uma tentativa de descrever e entender as formas pelas quais ideias, chamadas pelos etnomatemáticos de “matemáticas”, são compreendidas, articuladas e utilizadas por outras pessoas que não compartilham da mesma concepção de matemática. Ela tenta descrever o mundo matemático do etnomatemático na perspectiva do outro. [...] A Etnomatemática, de fato, cria uma ponte entre a matemática e as ideias (e conceitos e práticas) de outras culturas.”

Assim, é necessário dizer que o contexto educacional brasileiro é permeado por diferentes culturas, classes sociais e econômicas expondo o corpo negro, por exemplo, as mazelas do racismo estrutural, somando-se a este enredo um olhar eurocêntrico, desta forma faz-se necessário e urgente incluir práticas cotidianas na sala de aula que contemplem o componente curricular de matemática numa visão emancipatória envolvendo as relações étnico-raciais. A possibilidade de trabalhar jogos matemáticos africanos teve um reforço com a Lei 10.639 (BRASIL, 2003) que permite um diálogo com as práticas docentes inclusivas em consonância com a História da Cultura Afro-brasileira.

Ainda sobre a Lei 10.639/2003, aprovada em março de 2003, que efetiva a obrigatoriedade do Ensino de História e Cultura Africana e Afro-Brasileira nas escolas de Educação Básica, neste sentido vale adicionar que esta lei modifica a LDB (LEI DE Diretrizes e Bases) e tem como foco promover uma educação que visualiza a diversidade e a pluralidade com um olhar valorativo, tendo compromisso com a identidade da origem do povo brasileiro.

A lei citada permite (ou pelo menos julgamos que deveria permitir) que paradigmas preconceituosos e discriminatórios sejam dissolvidos, promovendo relações mais igualitárias e com equidade. Para enfatizar cabe citar Oliveira e Junior (2012, p.1) que relatam que

“A Lei reforça a luta em favor dos afro-brasileiros e é resultado de uma luta antirracista. Fazer vir à tona a discussão sobre o racismo é uma forma de não silenciar os mais diversos preconceitos e discriminações presentes na escola, além de promover relações mais igualitárias.”

Outrossim, os jogos africanos tomam o palco central neste enredo, pois de acordo com Groenwald e Timm (2000, p.21),

“Os jogos com regras são importantes para o desenvolvimento do pensamento lógico, pois a aplicação sistemática das mesmas encaminha a deduções. São mais adequados para o desenvolvimento de habilidades de pensamento do que para o trabalho com algum conteúdo específico. As regras e os procedimentos devem ser apresentados aos jogadores antes da partida e preestabelecer os limites e possibilidades de ação de cada jogador. A responsabilidade de cumprir normas e zelar pelo seu cumprimento encoraja o desenvolvimento da iniciativa, da mente alerta e da confiança em dizer honestamente o que pensa.”

Neste sentido, o professor deve introduzir situações a partir dos jogos de modo que o conhecimento matemático tenha sentido real e prático no contexto escolar e no cotidiano do aluno, permitindo que o discente desenvolva seu pensamento de forma lúdica e interativa em diferentes contextos e situações, apreciando/valorizando os aspectos socioculturais em função da Etnomatemática.

D`Ambrósio (2001, p. 42) relata que “reconhecer e respeitar as raízes de um indivíduo não significa ignorar e rejeitar as raízes do outro, mas, num processo de síntese, respeitar as próprias raízes”. Desta forma, Camilo (2014, p.29) salienta que “Ao estudar esses conteúdos, é possível conhecer a contribuição do negro para nossa cultura, desconstruir noções de hierarquia racial e estabelecer reações mais saudáveis, necessárias nas escolas”. Nesta mesma perspectiva podemos dizer que a escola é um lugar de fala, de (re) construção do saber, da identidade pautada no respeito.

O Ministério da Educação (BRASIL, 2005, p.11), salienta que,

“Na Educação brasileira, a ausência de reflexão sobre as relações raciais no planejamento escolar tem impedido a promoção das relações interpessoais respeitáveis igualitárias entre os agentes sociais que integram o cotidiano da escola. O silêncio sobre o racismo o preconceito e a discriminação raciais, nas diversas instituições educacionais, contribuem para que as diferenças de fenótipos entre negros e brancos sejam entendidas como desigualdades naturais. Mais do que isso, reproduzem ou constroem os negros como sinônimos de seres inferiores. O silêncio escolar sobre o racismo cotidiano não só impede o florescimento do potencial intelectual de milhares de mentes na escolas brasileiras, tantos alunos negros, como de alunos brancos, como também nos embrutece ao longo de nossas vidas, impedindo-nos de sermos livres “para ser o que for e ser tudo” – livres de preconceitos, dos estereótipos, dos estigmas, dentre outros males.”

Neste sentido, a proposta deste trabalho é de trabalhar o processo de ensino e aprendizagem a partir da Etnomatemática, e os jogos da cultura africana possibilitaram o desenvolvimento/aprimoramento do raciocínio lógico, respeito às regras, assimilação dos conceitos matemáticos propostos, além da concepção de valores éticos, morais e sociais. Os jogos favorecem de maneira dinâmica o desenvolvimento das habilidades e competências, como afirma Junior (2016, p.12), quando advoga que esta ação:

“[...] possibilita a diminuição de bloqueios de muitos alunos que temem esta disciplina curricular e sentem-se incapacitados para aprendê-la, pois na situação de jogo, onde a motivação é grande, os alunos ‘falam matemática’ e apresentam desempenho e atitudes positivas frente a seus processos de aprendizagem.”

É notório que os jogos, não somente os africanos, mas como de outras culturas são extremamente relevantes no processo de construção do conhecimento. Os jogos africanos como *Mancala*, *Tsoro Yematatu*, *Shisima* e *Yoté*, são tomados muitas vezes como diversão, mas quando se pesquisa, percebe-se historicamente que muitos deles remetem aos seus costumes, são utilizados como rituais sagrados para terem uma boa colheita e até mesmo afastam os maus espíritos.

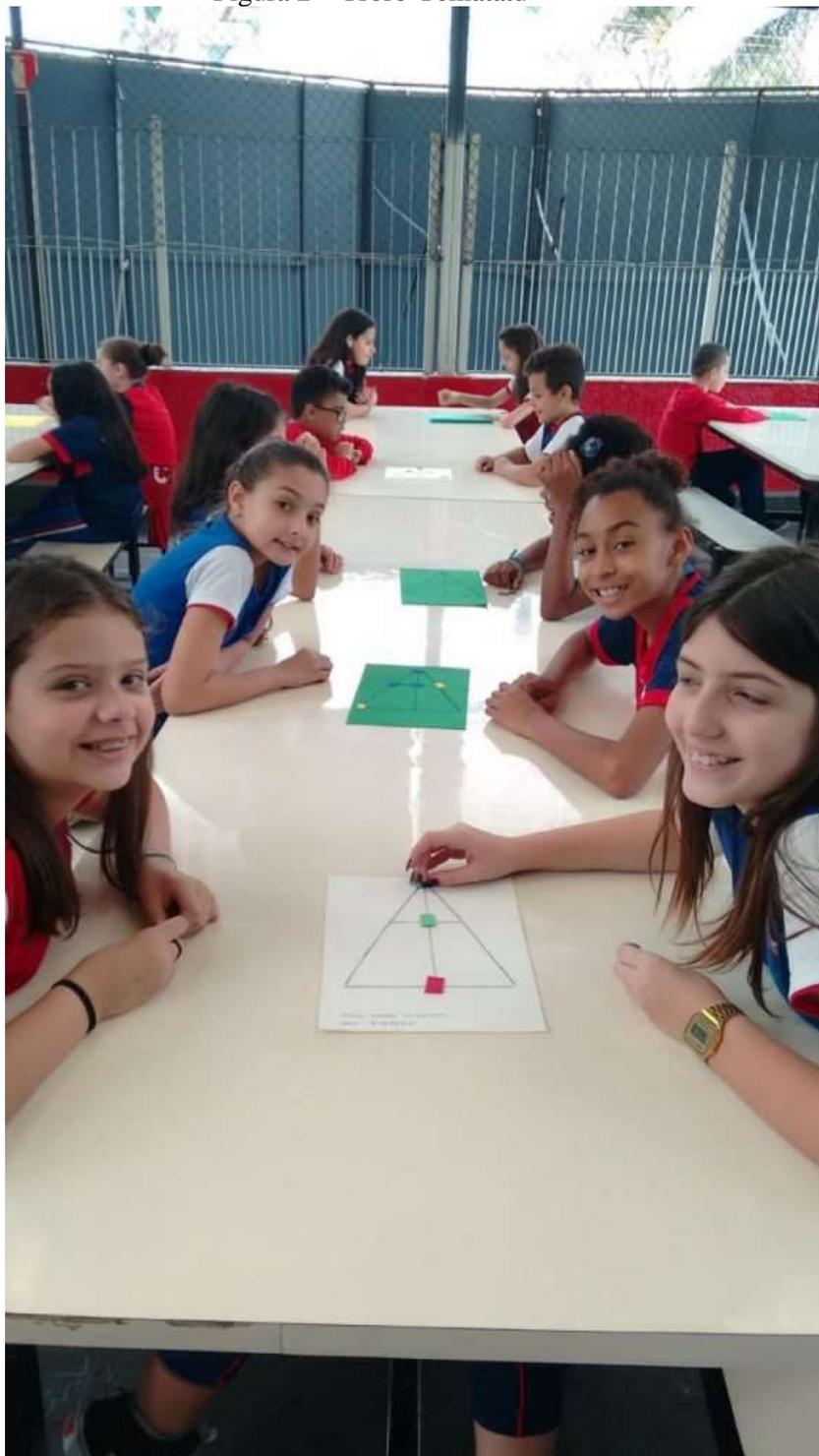
No contexto do nosso estudo, e em associação à proposta metodológica que deu origem ao mesmo, seguem algumas possibilidades de jogos africanos:

Figura 1 - Mancala



Fonte: encurtador.com.br/inFY1(imagem de domínio público).

Figura 2 – Tsoro Yematatu



Fonte: encurtador.com.br/diK78 (imagem de domínio público).

Figura 3 - Shisima



Fonte: encurtador.com.br/bgnt1 (imagem de domínio público).

Figura 4 – Yoté



Fonte: encurtador.com.br/iwFPX (imagem de domínio público).

Ao apresentar as figuras dos jogos e os endereços de onde encontrá-los e como utilizá-los na prática docente cotidiana, busca-se evidenciar que a matemática possui ancestralidade com raízes africanas se apropriando dos conceitos da Etnomatemática, procurando trabalhar de forma inclusiva para além dos conceitos matemáticos, propor situações em que os jogos sejam trabalhados com equidade, explorando e estimulando o raciocínio lógico e crítico dos alunos, fazendo com eles percebam que as diferenças são benéficas ao processo de construção do conhecimento, tonando o aluno como protagonista do próprio processo de ensino e aprendizagem e também um pesquisador.

Nesse processo, Solé e Coll (1999) dizem que o aluno é capaz de aprender quando o mesmo consegue construir uma representação do objeto ao qual está estudando, o jogo, neste caso possui valor inimaginável, pois desafia, faz com que o aluno resolva conflitos, gera dúvidas, mas permite que ele também estabeleça diversas conexões, muitas delas a partir de suas vivências e essa ligação com o cotidiano do aluno possibilita uma reflexão, ou seja, faz com que ele construa pontes entre os conteúdos matemáticos e a realidade, como afirma Ausubel *et al.* (1978).

III. SUGESTÕES E PROCEDIMENTOS

Ante o até aqui apresentado e discutido, devemos salientar que o(a) professor(a) deve fazer suas intervenções pedagógicas levando em consideração as seguintes competências gerais da Base Nacional Curricular Comum (BRASIL, 2017).

1. Valorizar e utilizar os conhecimentos historicamente construídos sobre o mundo físico, social, cultural e digital para entender e explicar a realidade, continuar aprendendo e colaborar para a construção de uma sociedade justa, democrática e inclusiva.
2. Exercitar a curiosidade intelectual e recorrer à abordagem própria das ciências, incluindo a investigação, a reflexão, a análise crítica, a imaginação e a criatividade, para investigar causas, elaborar e testar hipóteses, formular e resolver problemas e criar soluções (inclusive tecnológicas) com base nos conhecimentos das diferentes áreas.
3. Valorizar e fruir as diversas manifestações artísticas e culturais, das locais às mundiais, e também participar de práticas diversificadas da produção artístico-cultural.
4. Utilizar diferentes linguagens – verbal (oral ou visual-motora, como Libras, e escrita), corporal, visual, sonora e digital –, bem como conhecimentos das linguagens artística, matemática e científica, para se expressar e partilhar informações, experiências, ideias e sentimentos em diferentes contextos e produzir sentidos que levem ao entendimento mútuo.
5. Compreender, utilizar e criar tecnologias digitais de informação e comunicação de forma crítica, significativa, reflexiva e ética nas diversas práticas sociais (incluindo as escolares) para se comunicar, acessar e disseminar informações, produzir conhecimentos, resolver problemas e exercer protagonismo e autoria na vida pessoal e coletiva.
6. Valorizar a diversidade de saberes e vivências culturais e apropriar-se de conhecimentos e experiências que lhe possibilitem entender as relações próprias do mundo do trabalho e fazer escolhas alinhadas ao exercício da cidadania e ao seu projeto de vida, com liberdade, autonomia, consciência crítica e responsabilidade.

Ainda, segundo a Base Nacional Curricular Comum seguem os objetivos específicos de matemática que precisam ser contemplados também:

1. Reconhecer que a Matemática é uma ciência humana, fruto das necessidades e preocupações de diferentes culturas, em diferentes momentos históricos, e é uma ciência viva, que contribui para solucionar problemas científicos e tecnológicos e para alicerçar descobertas e construções, inclusive com impactos no mundo do trabalho.

7. Desenvolver e/ou discutir projetos que abordem, sobretudo, questões de urgência social, com base em princípios éticos, democráticos, sustentáveis e solidários, valorizando a diversidade de opiniões de indivíduos e de grupos sociais, sem preconceitos de qualquer natureza.

Os conteúdos e objetos dos conhecimentos que podem ser abordados no componente curricular de matemática, de acordo com a Base Nacional Curricular Comum são:

Números

- Operações (adição, subtração, multiplicação, divisão e potenciação) com números naturais.
- Frações: significados (parte/todo, quociente), equivalência, comparação.

Geometria

- Construção de figuras semelhantes: ampliação e redução de figuras planas em malhas quadriculadas.
- Construção de retas paralelas e perpendiculares, fazendo uso de régua e esquadros.

Grandezas e medidas

- Perímetro de um quadrado como grandeza proporcional à medida do seu lado

Habilidades trabalhadas de acordo com a BNCC:

(EF06MA03) Resolver e elaborar problemas que envolvam cálculos (mentais ou escritos, exatos ou aproximados) com números naturais, por meio de estratégias variadas, com compreensão dos processos neles envolvidos com e sem uso de calculadora.

(EF06MA07) Compreender, comparar e ordenar frações associadas às ideias de partes de inteiros e resultado de divisão, identificando frações equivalentes.

(EF06MA21) Construir figuras planas semelhantes em situações de ampliação e de redução, com o uso de malhas quadriculadas, plano cartesiano ou tecnologias digitais.

(EF06MA29) Analisar e descrever mudanças que ocorrem no perímetro e na área de um quadrado ao se ampliarem ou reduzirem, igualmente, as medidas de seus lados, para compreender que o perímetro é proporcional à medida do lado, o que não ocorre com a área.

Neste contexto, tais abordagens contidas na BNCC podem ser contempladas utilizando os jogos da cultura afro apresentados anteriormente e, ao mesmo tempo, trabalhar as questões que envolvem a inclusão e o respeito às diferentes culturas.

IV. ALGUMAS CONSIDERAÇÕES

Partindo da concepção de que a Etnomatemática permite trabalhar a matemática em diferentes contextos culturais, é que a proposta deste artigo se debruçou sobre os jogos de origem afro, resultando em uma proposta que prima por um ensino de matemática de forma lúdica e dinâmica e ao mesmo tempo promovendo a inclusão e a emancipação.

Os jogos exigem que as regras sejam estabelecidas e cumpridas, assim como, ordem e respeito em face às potencialidades e habilidades de cada jogador/aluno, assim, também deve ser o processo de ensino e aprendizagem matemática, ou seja, cada aluno tem seu tempo, seu limite. Desta forma, o aluno, a partir dos jogos da cultura afro, deve

construir relações de respeito, o que potencializará a construção do conhecimento de forma inclusiva, com equidade, respeitando a ancestralidade/raízes em função das relações étnicas raciais. Assim como a abordagem matemática dos números, geometria, grandezas e medidas.

Por fim, fundamentado na Etnomatemática, e nos autores que sustentam nossas discussões, afirmamos que será possível perceber quais potencialidades e habilidades matemáticas os alunos construíram a partir da utilização dos jogos da cultura afro como forma de potencializar o processo de ensino e aprendizagem de forma inclusiva.

V. REFERÊNCIAS

AUSUBEL, D. P.; *et al.* **Educational Psychology: a cognitive view**. New York, USA: Holt, Rinehart and Winston, 1978.

BARTON, B. Dando sentido a Etnomatemática: Etnomatemática fazendo sentido. In: RIBEIRO, J. P. M.; DOMITE, M. C. S.; FERREIRA, R. **Etnomatemática: papel, valores e significados**. São Paulo: Zuok, 2006.

BRASIL. **Base Nacional Curricular Comum do Ensino Básico**. Brasília: Ministério da Educação, 2017. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_-versaofinal_site.pdf>. Acesso em: 10 out. 2020.

BRASIL. **Lei Federal nº 10.639/03**, de 09 jan. 2003. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/2003/L10.639.htm. Acesso em: 05 out. 2020.

BRASIL. Ministério da Educação. **Educação anti-racista: caminhos abertos pela Lei Federal nº 10.639/03**. Brasília: MEC/SECAD, 2005.

CAMILO, C. Por um ensino de várias cores. **Nova escola**, São Paulo: Abril, v.29, n.277, p. 28-35, Nov. 2014.

D'AMBRÓSIO, U. **Etnomatemática: elo entre as tradições e a modernidade**. Belo Horizonte: Autêntica, 2001.

GROENWALD, C. L. O.; TIMM, U. T. Utilizando curiosidades e jogos matemáticos em sala de aula. **Educação Matemática em Revista**, Osório, n.2, p.21- 26, nov. 2000.

JUNIOR, J. L. M. **Jogos Aplicação Didática nas Aulas de Matemática**. 29f. 2016. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Matemática), Universidade Federal de São João Del Rei, Serrana, 2016. Disponível em < <https://url.gratis/BAOke>>. Acesso em 20 de setembro de 2020.

OLIVEIRA, L. B. S.; JÚNIOR, H. A. C. A importância da lei federal nº 10.639/03. **Revista África e Africanidades**. Ano 4, n.16 e 17, Mai. 2012.

RÊGO, R. G.; RÊGO, R. M. **Matemática**. João Pessoa: Universitária, 2000.

SACRISTÁN, J. G. **A educação que ainda é possível**. Ensaios sobre uma cultura para a educação. Porto Alegre: Artmed, 2007.

SCHLIEMANN, A. L.; *et al.* **Na vida dez, na escola zero**. 14 ed. São Paulo: Cortez, 2006.

SOLÉ, I.; COLL, C. Os professores e a concepção construtivista. In: COLL, C. *et al.* **O construtivismo na sala de aula**. São Paulo: Ática, 1999.

VI. COPYRIGHT

Direitos autorais: Os autores são os únicos responsáveis pelo material incluído no artigo.

Área: Ciências Agrárias e Biológicas

5-1	IMPACTOS AMBIENTAIS CAUSADOS PELO USO DE AGROTÓXICOS ENVIRONMENTAL IMPACTS CAUSED BY THE USE OF PESTICIDES Rodolfo Martins Lapone; Caroline Olias; Aline Vanessa Sauer; Camila Ferreira Miyashiro
-----	---

IMPACTOS AMBIENTAIS CAUSADOS PELO USO DE AGROTÓXICOS

ENVIRONMENTAL IMPACTS CAUSED BY THE USE OF PESTICIDES

Rodolfo Martins Lapone ¹

Caroline Olias ²

Aline Vanessa Sauer ³

Camila Ferreira Miyashiro ⁴

Resumo – *A intensificação da agricultura destruiu a biodiversidade, como o declínio do abastecimento e da qualidade da água, o declínio da qualidade do ar e dos alimentos e os crescentes problemas fitossanitários causados pelo desequilíbrio ecológico causado pelo uso de agrotóxicos. O objetivo deste estudo foi o de discutir os danos ambientais causados pelo uso de agrotóxicos. A metodologia neste estudo foi uma Revisão de Literatura, onde foram pesquisados livros, dissertações e artigos científicos selecionados através de busca em sites de banco de dados Google Scholar e Scielo e Embrapa. Pode-se concluir que o uso de agrotóxicos no meio rural brasileiro tem trazido uma série de consequências, ainda agravadas por uma série de determinantes culturais, sociais e econômicos. O presente estudo contribui para estimular a adoção de práticas agroecológicas, incentivar o treinamento de pessoal que manuseia agrotóxico e conscientizar acerca da proibição de princípios ativos comprovadamente prejudiciais ao meio ambiente e à saúde humana, além de advertir sobre as fiscalizações por parte dos órgãos de proteção ambiental competentes. Assim, as publicações de trabalhos técnicos e científicos são necessárias, para incentivar pesquisadores, conscientizar os profissionais da área rural e empresas de defensivos agrícolas, acerca dos efeitos dos agrotóxicos de maneira indiscriminada.*

Palavras-chave: *Agrotóxicos. Impactos Ambientais. Monitoramento.*

Abstract - *Agricultural intensification has destroyed biodiversity, such as declining water supply and quality, declining air and food quality, and growing phytosanitary problems*

¹ Engenheiro Agrônomo egresso Universidade Pitágoras (Unopar) Bandeirantes-PR. Contato: rodolfo_lapone@hotmail.com.

² Engenheira Agrônoma egressa da Universidade Comunitária da Região de Chapecó – UNOCHAPECÓ. Contato: caroline.olias@unochapeco.edu.br.

³ Doutora em Agronomia e Docente na Universidade Estadual Norte do Paraná (UENP) - Bandeirantes-PR. Contato: aline.sauer@uenp.edu.br.

⁴ Doutora em Agronomia e Docente na Universidade Pitágoras (Unopar) e Universidade Estadual Norte do Paraná (UENP) - Bandeirantes-PR. Contato: camila.ferreira@unopar.br.

caused by the ecological imbalance caused by the use of pesticides. The aim of this study was to discuss the environmental damage caused by the use of pesticides. The methodology in this study was a Literature Review, in which books, dissertations and scientific articles were searched by searching Google Scholar and Scielo and Embrapa database sites. It can be concluded that the use of pesticides in rural Brazil has brought a series of consequences, further aggravated by a series of cultural, social and economic determinants. This study helps to encourage the adoption of agroecological practices, encourage the training of personnel who handle pesticides and raise awareness about the prohibition of active principles that have been proven to be harmful to the environment and human health, in addition to warning about inspections by protection agencies and competent environmental authorities. Thus, the publications of technical and scientific works are necessary, to encourage researchers, to raise awareness among rural professionals and agrochemical companies about the effects of pesticides in an indiscriminate manner.

Keywords: *Pesticides. Environmental Impacts. Monitoring.*

I. INTRODUÇÃO

A intensificação dos processos produtivos agrícolas, afetam diretamente a biodiversidade local, pelos manejos culturais degradantes, uso de agroquímicos de maneira exacerbada, reduzindo a qualidade do meio em que inúmeras espécies vegetais, animais e microrganismos desenvolvem-se, bem como afetando diretamente a qualidade da água e solo (SOUZA, 2016).

A relevância desta pesquisa consiste na importância do monitoramento de agrotóxicos no meio ambiente, a qual é uma ferramenta essencial para caracterizar e controlar os riscos ambientais causados pelo uso desses produtos nas condições reais, podendo ser utilizado como um passo importante da avaliação do processo de registro destes produtos.

Atualmente para que se atenda às demandas de produtividade das culturas agrícolas, é necessário um vasto leque de agroquímicos, que atendam as necessidades de controle fitossanitário destas. Requerendo quantidades relativamente altas, já que com o passar do tempo os organismos-alvo tornam-se resistentes, ocasionando desequilíbrio ecológico (LOPES, 2018).

A metodologia adotada para este estudo foi baseada em Revisão de Literatura, sendo pesquisado em livros, dissertações e artigos científicos selecionados através de busca em sites de banco de dados Google Scholar e Scielo e Embrapa. O período dos artigos pesquisados foram os trabalhos publicados nos últimos 18 anos. Os autores pesquisados foram Belchior *et al.* (2017), Barbante e Zappe (2012) e Ribas e Matsumura (2009). Foram utilizadas as seguintes palavras-chave utilizadas: agrotóxicos, impactos ambientais e monitoramento.

II. AGROTÓXICOS

Desde o início da civilização humana, com a evolução de espécies vegetais e animais, com a contínua exploração destas para as subsistências das comunidades primordiais, através da caça, coleta e mais tarde a agricultura de subsistência das comunidades, nota-se que os seres humanos foram os principais responsáveis pelas mudanças no mundo natural. Dentro desse cenário, as pragas interferem na vida das pessoas há milhares de anos e preocupa a sociedade, sendo que há registros na Bíblia de que insetos e fungos destroem plantações (BRAIBANTE; ZAPPE, 2012).

O comportamento dos seres humanos ao longo dos séculos, tornou-se cada vez mais exploratório e tecnológico, evoluindo-se rapidamente. Entre 1867 e 1900, houve uma expansividade exponencial do desenvolvimento agrícola, com potencialização e

criação de máquinas e equipamentos, a fim de facilitar o processo de plantio à colheita, bem como com tecnologias de aplicação, devido ao interesse dos agricultores em aumentar a produtividade e a qualidade do produto, e ao grande êxodo da população rural causado pela Revolução Industrial (CHAIM, 2009).

O termo “agrotóxico” compreende também inseticidas que são utilizados para o controle de insetos; fungicidas, utilizados no controle de fungos; herbicidas para o combate às plantas invasoras; fumigantes para combater as bactérias do solo; algicida que combatem as algas; avicidas, como o próprio nome remete ao combate a aves; nematicidas para o combate aos nematoides; acaricidas para combater os ácaros, além de reguladores de crescimento, desfolhantes que combatem às folhas indesejadas e os disseccantes (BRAIBANTE; ZAPPE, 2012, p. 10).

De acordo com a Lei nº 7.802/89, os agrotóxicos são destinados à utilização no setor de produção, armazenamento e beneficiamento de produtos agrícolas, pastagens, proteção florestal, nativa ou de plantio, e outros ecossistemas, bem como urbanos, aquáticos e ambientes industriais. O objetivo é alterar a composição da flora ou fauna para protegê-los de comportamentos nocivos de organismos considerados nocivos (Art. 2; § 1, item a) (PELAEZ; TERRA; SILVA, 2010).

De acordo com as disposições da Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (FAO), agrotóxicos são considerados qualquer substância ou mistura de substâncias usadas para prevenir, destruir ou controlar quaisquer pragas, inclusive os vetores de doenças humanas e animais, espécies nocivas de animais e plantas, ou interferir com a produção, processamento, armazenamento, transporte ou distribuição de alimentos, produtos agrícolas, madeira e derivados, ou devem ser controlados para controlar insetos, aracnídeos e outras pragas que afetam os corpos dos animais de fazenda, sendo como se percebe, bem ampla (BRAIBANTE; ZAPPE, 2012).

Os agrotóxicos são comercializados na forma de inseticidas, fungicidas, herbicidas, nematicidas, acaricidas, rodenticidas, moluscicidas, reguladores e inibidores de crescimento. Estes produtos químicos têm as características do Instituto Brasileiro de Pesquisas Ambientais (IBAMA) e, considerando os danos à biodiversidade, são separados em quatro categorias (BELCHIOR *et al.* 2017). Eles são usados em florestas primárias e plantadas, água, ambientes urbanos e industriais, e em grande quantidade na agricultura e pecuária, bem como em campanhas de saúde para combater vetores de doenças (PERES; MOREIRA; DUBOIS, 2003).

Tabela 1 - Classificação toxicológica dos agrotóxicos

Classe toxicológica	Toxicidade	DL50 (mg/kg)	Faixa colorida
I	Extremamente tóxico	≤ 5	Vermelha
II	Altamente tóxico	Entre 5 e 50	Amarela
III	Medianamente tóxico	Entre 50 e 500	Azul
IV	Pouco tóxico	Entre 500 e 5000	Verde

Fonte: BRAIBANTE; ZAPPE (2012).

Portanto, os agrotóxicos podem ser classificados nas categorias I a IV de acordo com seus riscos ambientais (Tabela 1): produtos que são altamente perigosos para o meio ambiente (categoria I), produtos que são muito perigosos para o meio ambiente (categoria II) e produtos que são prejudiciais ao meio ambiente (Categoria III) e produtos pouco agressivos ao meio ambiente (Categoria IV) (BORSOI *et al.* 2014). De acordo com a finalidade de uso, a classificação dos agrotóxicos é definida pelo efeito dos princípios ativos sobre o organismo-alvo (PELAEZ; TERRA; SILVA, 2010).

Os agrotóxicos são classificados de acordo com os efeitos à saúde da exposição humana a esses agentes. Testes ou estudos realizados em laboratório procuram determinar a dose letal dos agrotóxicos em 50% dos animais, o que pode resultar em diferentes classificações toxicológicas nesta concentração. Usado sob (RIBAS; MATSUMURA, 2009).

A legislação brasileira para o uso e controle de agrotóxicos de forma legal na década de oitenta (BORSOI *et al.* 2014). Em 1989 foi aprovada no Congresso Nacional a Lei 7.802, conhecida como a Lei dos Agrotóxicos, que substituiu o Decreto 24.114 de 1934, posteriormente regulamentada pelo decreto n. 98.816 de 11 de janeiro de 1990 e substituído no ano de 2002, pelo Decreto 4074, de 04 de janeiro de 2002 (PELAEZ; TERRA; SILVA, 2010).

O Brasil e outros países da América Latina têm participado na Agência Internacional de Energia Atômica (AIEA), por meio do Projeto de Pesquisa Coordenado (CRP), que investiga uma abordagem mais holística para a segurança alimentar e ambiental (BORSOI *et al.* 2014). A nova legislação determina que se o efeito tóxico do novo agrotóxico não for igual ou inferior ao de outros produtos existentes e utilizados para o mesmo fim, fica proibido o registro do novo agrotóxico (PELAEZ; TERRA; SILVA, 2010).

De acordo com Almeida *et al.* (2017) o PL 3200/2015 permite maior agilidade no caso de proibição de registro de agrotóxicos. Por exemplo, de acordo com os últimos resultados da experiência científica, a Lei nº 7.802/1989 proíbe o registro de agrotóxicos com propriedades teratogênicas, cancerígenas e mutagênicas; desequilíbrio hormonal, danos ao sistema reprodutivo; mais perigosos para humanos do que testes com animais de laboratório. Por outro lado, o PL 3200/2015 permite o uso contínuo e proíbe o produto somente quando apresentar riscos inaceitáveis, além de não definir riscos aceitáveis e inaceitáveis.

O uso de agrotóxicos no Brasil e sua presença no meio ambiente são regulamentados pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) e pelo Comitê Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). A Resolução nº 430 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) de março de 2011 recomendou os níveis máximos permitidos de agrotóxicos organizados em recursos hídricos (BORSOI *et al.* 2014).

O Decreto nº 4.074 de 4 de janeiro de 2002, trouxe uma série de reformas feitas no sistema de registro, com o objetivo de adequar a legislação nacional ao Mercosul e agilizar o processo de obtenção do registro, a fim de reduzir o longo tempo e os altos custos de aprovação do registro (PELAEZ; TERRA; SILVA, 2010).

III. IMPACTOS ADVINDOS DOS AGROTÓXICOS

A agricultura, assim como a concentração das atividades produtivas nos centros urbanos, tem sido apontada como uma das principais atividades produtivas que causam degradação ambiental, principalmente devido à massiva expansão das terras utilizadas (CAMPANHOLA; BETTIOL, 2003).

Ao longo dos anos, a agricultura acarretou mudanças rápidas e drásticas no solo em função de sua intensificação de uso, sem a tomada dos devidos tratamentos culturais conservacionistas, resultando-se assim em impactos ambientais que outrora não era vistos, como erosão hídrica e eólica, perda de habitat, mudanças na população e na população animal e redução do fluxo dos rios. Drenagem, assoreamento, erosão genética e redução da biodiversidade. Essa situação faz com que a conservação da água e do solo e outras questões se tornem cada vez mais importantes (ALMEIDA *et al.* 2016).

A pressão química dos agrotóxicos sobre o ambiente decorre, em geral, da ação humana, ao requerer elevação da produtividade agrícola (BELCHIOR *et al.* 2017).

O uso de agrotóxicos sem legalização, utilizado em lavouras brasileiras, principalmente os que estão em reavaliação ou interrupção planejada devido à sua alta toxicidade, terá impacto negativo na saúde humana e ambiental (CARNEIRO *et al.* 2015). Um dos efeitos adversos dos agrotóxicos no meio ambiente é a poluição de espécies (espécies não-alvo) que não interferem no processo produtivo que se está tentando controlar, inclusive a espécie humana (PERES; MORIERA; DUBOIS, 2003).

Os malefícios que os agrotóxicos causam em humanos, bem como demais organismos presentes no solo, ar e mananciais hídricos, em relação à concentração e tempo de exposição (CAMPANHOLA; BETTIOL, 2003).

Problemas que afetam a saúde incluem malformações fetais, disfunção reprodutiva, infertilidade, neurotoxicidade e toxicidade hepática, desequilíbrio hormonal, cegueira, paralisia, depressão, câncer e até morte (CARNEIRO *et al.* 2015).

Os efeitos na saúde podem ser divididos em dois tipos: efeitos agudos ou causados pela exposição à concentração de uma ou mais substâncias tóxicas, que podem causar danos óbvios e eficazes em 24 horas; efeitos crônicos ou devido à exposição contínua aos efeitos de relativamente doses baixas de um ou mais produtos (RIBAS; MATSUMURA, 2009).

Na maioria dos casos, as pessoas que adoecem por exposição a venenos não conseguem comprovar a causa da doença, portanto, quem causa poluição não precisa arcar com despesas médicas ou medidas para reduzir o impacto da poluição ambiental (CARNEIRO *et al.* 2015).

No meio ambiente, os agrotóxicos podem afetar e poluir a biota, a qualidade da água e do ar, a produtividade e a qualidade final de alimentos de origem animal e vegetal, tornando-os impróprios para consumo (BORSOI *et al.* 2014).

O desequilíbrio ambiental causado pelo uso de agrotóxicos, além do desenvolvimento de pragas agrícolas e da resiliência desses produtos, leva à necessidade de aumento da dose de aplicação ou recurso a novos produtos, levando ao surgimento de novas pragas e afetando a comunidade de insetos de controle de vetores (ALMEIDA *et al.* 2017).

Existem diversos métodos e medidas para reduzir os problemas de poluição por agrotóxicos, entre eles o controle biológico de pragas e doenças, o investimento em pesquisas de moléculas menos tóxicas e o treinamento técnico para o uso correto dos produtos (PERES, 2003).

IV. RECOMENDAÇÕES E MONITORAMENTO

Após a aplicação de agrotóxicos, diversos processos físicos, químicos, físico-químicos e biológicos determinam seu comportamento. O destino dos agrotóxicos no meio ambiente é controlado pelos processos de retenção (adsorção, absorção), transformação (química e biodegradação) e transporte (deriva, volatilização, lixiviação e transporte superficial) e pela interação desses processos. Além dos vários processos envolvidos na determinação do destino ambiental dos agrotóxicos, as diferenças na estrutura e nas propriedades das substâncias químicas e nas características e condições ambientais também afetarão esses processos (SPADOTTO *et al.* 2004).

As condições meteorológicas, a composição das populações microbianas do solo, as propriedades físicas e químicas do solo, a presença ou ausência de plantas, a localização da área no terreno e as práticas de manejo do solo também afetam o destino dos agrotóxicos no meio ambiente. Além disso, a velocidade e a quantidade de água que

se move pela superfície e o perfil do solo têm um impacto significativo no movimento dos agrotóxicos (SPADOTTO *et al.* 2004).

Embora o Brasil seja o maior consumidor mundial de agrotóxicos, não existe um sistema de informação oficial nacional que indique a quantidade, tipos, quantidades e localizações dos agrotóxicos comercializados no país. Também não há informações sobre produtos contrabandeados encontrados durante as inspeções ou outras formas de fiscalização (CARNEIRO *et al.* 2015).

Um fator importante para um futuro menos radical é incentivar a produção mais limpa, como a orgânica, o manejo integrado e o uso de agentes de controle biológico para reduzir os danos no local. Diferentes formas de agregar valor aos seus produtos. Considere uma agricultura mais sustentável. Manter o nível de produtividade e garantir a alimentação da população sem aumentar o nível de poluição ambiental ou prejudicar a saúde humana (BORSOI *et al.* 2014).

O desenvolvimento de diferentes formas de gestão integrada, bem como a regulamentação e comercialização de produtos biológicos, é a solução para adotar essa postura (RIBAS; MATSUMURA, 2009).

Para minimizar a possibilidade de qualquer tipo de acidente, cada agrotóxico, independente de sua categoria, deve ser utilizado com cautela, sempre seguir as recomendações do fornecedor e dos profissionais, e ser aplicado pelo fornecedor com equipamentos de proteção individual (EPI) (BRAIBANTE; ZAPPE, 2012).

Ao utilizar práticas de manejo que reduzam a quantidade de uso de agrotóxicos, os produtores rurais devem estar atentos a isso, de forma a minimizar o impacto (RIBAS; MATSUMURA, 2009).

O monitoramento de agrotóxicos no meio ambiente é uma importante ferramenta para caracterizar e gerenciar os riscos ambientais decorrentes do uso desses produtos em condições reais, podendo ser utilizado como parte da avaliação no processo de registro de novo produto ou reavaliação do produto. Seguir as recomendações do Decreto 4.074/2002 (SPADOTTO *et al.* 2004).

Antes de implantar o plano de monitoramento de risco ambiental de agrotóxicos, é necessário definir a meta, bem como o escopo e a escala do trabalho, devendo ser inicialmente determinada a divisão ambiental e os organismos mais expostos, atributos e indicadores estabelecidos (SPADOTTO *et al.* 2004).

Ampliar a diversidade e a quantidade de amostras de alimentos in natura avaliadas pelo Programa de Análise de Resíduos de Agrotóxicos (PARA) em Alimentos. Monitorar agrotóxicos em leite, carne e alimentos processados. Melhorar a rastreabilidade da amostra e incentivar o manejo não químico de pragas e doenças das culturas (CARNEIRO *et al.* 2015).

Medidas como o controle do uso de agrotóxicos de alta toxicidade, o uso de prescrições agronômicas, o plano de monitoramento epidemiológico para monitorar a saúde dos trabalhadores no local, programas de educação ambiental e outros mecanismos também podem cooperar para reduzir o impacto do uso de agrotóxicos (RIBAS; MATSUMURA, 2009).

V. CONCLUSÃO

Embora o Brasil proíba alguns princípios ativos, com é caso do cloranfenicol e nitrofuranos seus resíduos ainda estão presentes nos alimentos. Por outro lado, mesmo que o uso de agrotóxicos seja aprovado, sua utilização sem as devidas precauções é ignorada, resultando em altos níveis de contaminação dos alimentos, excedendo o nível máximo permitido. Ambientalistas têm trabalhado muito para determinar os possíveis efeitos desses agrotóxicos na saúde do homem, animais e meio ambiente.

O uso de agrotóxicos no meio rural brasileiro tem trazido uma série de consequências, ainda agravadas por uma série de determinantes culturais, sociais e econômicos.

O presente estudo contribui para estimular a adoção de práticas agroecológicas, incentivar o treinamento de pessoal que manuseia agrotóxico e conscientizar acerca da proibição de princípios ativos comprovadamente prejudiciais ao meio ambiente e à saúde humana, além de advertir sobre as fiscalizações por parte dos órgãos de proteção ambiental competentes.

VI. REFERÊNCIAS

ALMEIDA, Mirella Dias *et al.* A flexibilização da legislação brasileira de agrotóxicos e os riscos à saúde humana: análise do Projeto de Lei nº 3.200/2015. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 33, 2017. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/csp/a/jLPPw4N4gQMCDdXHMZHCKkK/?lang=pt&format=pdf>>. Acesso em: 19 abr. 2021.

BRAIBANTE, Mara Elisa Fortes; ZAPPE, Janessa Aline. A química dos agrotóxicos. **Química nova na escola**, v. 34, n. 1, p. 10-15, 2012. Disponível em: http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc34_1/03-QS-02-11.pdf. Acesso em: 19 abr. 2021.

BELCHIOR, Diana Cléssia Vieira *et al.* Impactos de agrotóxicos sobre o meio ambiente e a saúde humana. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, v. 34, n. 1, p. 135-151, 2017. Disponível em: <<https://seer.sct.embrapa.br/index.php/cct/article/view/>>. Acesso em: 27 mar. 2021.

BONTEMPO AF, CARNEIRO, GDP, GUIMARÃES FA, *et al.* **Residual tembotrione and atrazine in carrot**. J. Environ. Sci. Health B. [internet]. 2013 [acesso em 2018 mar 12]; 51(7):465-468. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/27052932>>. Acesso em: 27 mar. 2021.

BORSOI, Augustinho *et al.* Agrotóxicos: histórico, atualidades e meio ambiente. **Acta Iguazu**, v. 3, n. 1, p. 86-100, 2014. Disponível em: <<https://e-revista.unioeste.br/index.php/actaiguazu/article/view/9650>>. Acesso em: 27. mar. 2021.

CHAIM, Aldemir. **Manual de tecnologia de aplicação de agrotóxicos**. Embrapa Informação Tecnológica; Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2009. Disponível em: <<http://livimagens.sct.embrapa.br/amostras/00083510.pdf>>. Acesso em: 20 abr.2021.

CAMPANHOLA, Clayton; BETTIOL, Wagner. **Métodos alternativos de controle fitossanitário**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2003. Disponível em: <<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/handle/doc/11706>>. Acesso em: 27. mar. 2021.

CARNEIRO, Fernando Ferreira *et al.* Dossiê ABRASCO: um alerta sobre os impactos dos agrotóxicos na saúde. **Expressão Popular**, 2015. Disponível em: <<https://www.arca.fiocruz.br/bitstream/icict/26221/2/pdf>>. Acesso em: 27. mar. 2021.

LOPES, Carla Vanessa Alves; ALBUQUERQUE, Guilherme Souza Cavalcanti de. Agrotóxicos e seus impactos na saúde humana e ambiental: uma revisão sistemática. **Saúde em debate**, v. 42, p. 518-534, 2018.

PELAEZ, Victor; TERRA, Fábio Henrique Bittes; DA SILVA, Letícia Rodrigues. A regulamentação dos agrotóxicos no Brasil: entre o poder de mercado e a defesa da saúde e do meio ambiente. **Revista de Economia**, v. 36, n. 1, 2010. Disponível em: <<https://revistas.ufpr.br/economia/article/view/20523>>. Acesso em: 20 abr. 2021.

PERES, F.; MOREIRA, J. C.; DUBOIS. In: PERES, Frederico; MOREIRA, Josino Costa. É veneno ou é remédio? **Agrotóxicos, saúde e ambiente**. Editora Fiocruz, 2003. Disponível em: <<http://books.scielo.org/id/sg3mt/pdf/peres-9788575413173-03.pdf>>. Acesso em: 20 abr. 2021.

RIBAS, Priscila Pauly; MATSUMURA, Aida Terezinha Santos. A química dos agrotóxicos: impacto sobre a saúde e meio ambiente. **Revista Liberato**, v. 10, n. 14, p. 149-158, 2009. Disponível em: <http://revista.liberato.com.br/ojs_lib/index.php/revista/article/view/>. Acesso em: 25 mar. 2021.

SPADOTTO, Claudio A. *et al.* Monitoramento do risco ambiental de agrotóxicos: princípios e recomendações. **Embrapa Meio Ambiente-Documentos (INFOTECA-E)**, 2004. Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/pdf/>>. Acesso em: 25 mar. 2021.

SOARES, Wagner Lopes; PORTO, Marcelo Firpo. Atividade agrícola e externalidade ambiental: uma análise a partir do uso de agrotóxicos no cerrado brasileiro. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 12, p. 131-143, 2007. Disponível em: <https://www.scielo.org/article/ssm/content/raw/?resource_ssm_path=/media/assets/csc/v12n1/12.pdf>. Acesso em: 25 mar. 2021.

SOUZA AS, CAVALCANTE RM, MILHOME MA, *et al.* **Estimated levels of environmental contamination and health risk assessment for herbicides and insecticides in surface water of Ceará, Brazil**. Bull. Environ. Contam. Toxicol. [internet]. 2016. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26537372>>. Acesso em: 26 mar.2021

VII. COPYRIGHT

Direitos autorais: Os autores são os únicos responsáveis pelo material incluído no artigo.

Área: Ciências Exatas e Engenharias

3-4	ANTENAS PLANARES COM METAMATERIAL PARA SISTEMAS DE COMUNICAÇÃO DE REDE LOCAL SEM FIO METAMATERIAL PLANAR ANTENNAS FOR WIRELESS LOCAL AREA NETWORK COMMUNICATION SYSTEMS Antonio Evangelista de Freitas; Humberto Xavier de Araújo; Ricardo Queiroz Martins; Marcos Vinícius Lopes Pereira
3-4	SOLUÇÃO DA CINEMÁTICA INVERSA DE UM BRAÇO MANIPULADOR ROBÓTICO EM TRÊS DIMENSÕES POR MEIO DE REDES NEURAIS ARTIFICIAIS INVERSE KINEMATICS SOLUTION OF A ROBOTIC MANIPULATOR ARM IN THREE DIMENSIONS THROUGH ARTIFICIAL NEURAL NETWORKS Márcio Mendonça; Marta Rúbia Pereira dos Santos; Emanuel Ignacio Garcia; Carlos Renato Alves de Oliveira; Lucas Botoni De Souza

ANTENAS PLANARES COM METAMATERIAL PARA SISTEMAS DE COMUNICAÇÃO DE REDE LOCAL SEM FIO

METAMATERIAL PLANAR ANTENNAS FOR WIRELESS LOCAL AREA NETWORK COMMUNICATION SYSTEMS

Antonio Evangelista de Freitas¹
Humberto Xavier de Araújo²
Ricardo Queiroz Martins³
Marcos Vinícius Lopes Pereira⁴

Resumo—Este trabalho apresenta o projeto e a caracterização de antenas planares que usam estruturas metamateriais. A partir de uma antena base escolhida na literatura foram propostas duas antenas modificadas, uma usando a inserção de um arranjo tripolar e outra usando o arranjo tripolar associado a uma estrutura CLL (Capacitively Load Loop). Elas são projetadas para utilização em sistemas de comunicação de rede local sem fio, especificamente na faixa de 5,5 GHz, que é a frequência utilizada nos novos padrões Wi-Fi. As antenas planares foram desenvolvidas inicialmente para aplicação militar, e ainda são muito utilizadas devido às vantagens como redução de peso e tamanho, baixo custo de fabricação e fácil instalação. A tecnologia de metamateriais é usada para otimizar o desempenho eletromagnético da antena sem aumentar sua dimensão. As antenas propostas apresentaram bons resultados nas simulações se comparadas à antena base. A antena com CLL e arranjo tripolar teve um melhor resultado final na perda por retorno e um aumento nos ganhos e diretividade, tanto nas simulações quanto nas medições realizadas.

Palavras-chave: Antena Planar. Metamaterial. Wi-fi.

Abstract -This paper presents the design and characterization of a planar antennas that uses metamaterial structures. From a base antenna chosen in the literature, two modified antennas were proposed, one using the insertion of a tripolar array and the other using the tripolar array associated with a CLL (Capacitively Load Loop) structure. They are designed for use in wireless LAN communication systems, specifically in the 5.5 GHz band, which is the frequency used in the new Wi-Fi standards. Planar antennas were initially developed for military application, and are still widely used due to advantages such as weight and size reduction, low manufacturing cost and easy installation. Metamaterials technology is used to optimize the

¹ Prof. Dr. Adjunto III - Universidade Federal de São João Del Rei. Contato: aefreitas@ufsj.edu.br.

² Prof. Dr. Associado I - Universidade Federal Tocantins. Contato: hxaraujo@uft.edu.br.

³ Engenheiro Eletricista - Universidade Federal Tocantins. Contato: ricardo.q.martins@ieee.org.

⁴ Prof. Dr. Adjunto II - Universidade Federal de São João Del Rei. Contato: marcos.vinicius@ufsj.edu.br.

antenna's electromagnetic performance without increasing its dimension. The proposed antennas showed good results in the simulations compared to the base antenna. The antenna with CLL and tripolar arrangement had a better final result in return loss and an increase in gains and directivity, both in the simulations and in the measurements performed.

Keywords: Planar Antenna. Metamaterial. Wi-fi.

I. INTRODUÇÃO

O grande número de dispositivos sem fio operando ao mesmo tempo na faixa de frequência ISM (*Industrial Scientific and Medical*) convencional de 2,4 GHz pode causar um grande congestionamento de sinal (ARAÚJO, 2019). Algumas abordagens são detalhadas na literatura para minimizar a interferência causada por muitos sinais coexistentes ao mesmo tempo e localização na faixa ISM. Exemplos são a técnica de estruturação de sinal *Spread Spectrum* e a técnica de transmissão OFDM (*Orthogonal Frequency Division Multiplexing*) (DU, 2007). Essas técnicas mitigam os efeitos da interferência, mas não resolvem definitivamente o problema. Uma alternativa é a utilização de bandas de frequência ainda subutilizadas, por exemplo, a de 5,5 GHz.

As antenas planares, por suas dimensões compactas, baixo custo e fácil fabricação, são uma possibilidade favorável para esta aplicação. No entanto, deve-se observar que essas antenas apresentam algumas desvantagens, como baixo ganho e largura de banda estreita. Uma alternativa para minimizar essas limitações e diminuir as dimensões da antena é o uso de substratos cerâmicos com alta permissividade dielétrica (FREITAS, 2020). Outra maneira de mitigar as limitações das antenas planares é o uso da tecnologia de metamaterial, que aparece como uma opção eficiente para melhorar o desempenho da antena em termos de ressonância, ganho e diretividade com dimensões semelhantes (LIMA, 2020).

Nos últimos anos, um novo tipo de material, conhecido como metamateriais, surgiu com considerável notoriedade devido as suas propriedades. A resposta de um material quando uma onda eletromagnética se propaga através do mesmo pode ser determinada por dois parâmetros constitutivos chamados de permissividade elétrica (ϵ) e permeabilidade magnética (μ). Os metamateriais apresentam valores negativos para ambos os parâmetros, sendo, portanto, denominados DNG (*Double Negative Materials*), o que resulta em fenômenos eletromagnéticos incomuns. O advento dos metamateriais possibilitou o cumprimento dos requisitos dos modernos sistemas de comunicação. Vários artigos foram publicados buscando explorar novos efeitos e aplicações para esses materiais (WANG, 2017; SAYANSKIY, 2017; ARAQUE, 2013).

A fim de reduzir as limitações nas taxas de transmissão e aumentar o ganho, a geometria do plano terra (parte de baixo) e/ou da *patch* (parte de cima) pode ser modificada. Além disso, metamateriais podem ser adicionados ao longo do plano do substrato. Os metamateriais possuem índice de refração negativo, portanto, sua inserção na estrutura da antena gera uma diminuição em suas limitações (SUDHAKARAN, 2006).

Neste contexto, duas antenas planares, modificadas com inserção de arranjos metamateriais, são propostas e fabricadas para atenderem os sistemas de comunicação de rede local sem fio de 5,5 GHz. Pelos resultados obtidos, pode-se observar um ótimo desempenho em termos de ganho, diretividade, largura de banda e ressonância. As antenas propostas apresentaram bons resultados nas simulações se comparadas à antena base. A antena com CLL e arranjo tripolar teve um melhor resultado final na perda por retorno e um aumento nos ganhos e diretividade, tanto nas simulações quanto nas medições realizadas.

II. METODOLOGIA

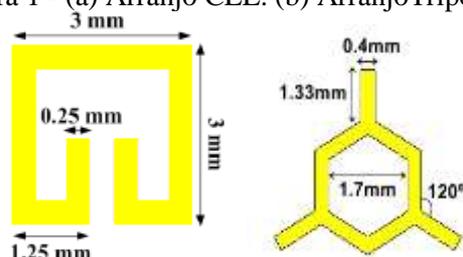
Neste artigo foi proposto, fabricado, medido e analisado o comportamento eletromagnético de duas antenas planares que utilizam tecnologia metamaterial na faixa de frequência de 5,5 GHz. À partir de uma antena base escolhida na literatura foram propostas duas antenas modificadas, uma usando a inserção de um arranjo tripolar e outra usando o arranjo tripolar associado a uma estrutura CLL (*Capacitively Load Loop*). As medições das características das duas antenas modificadas propostas foram feitas no laboratório *del Grupo de Comunicaciones y Electrónica de Alta Frecuencia* – CMUN, localizado na *Universidad Nacional de Colombia*. Mais especificamente o equipamento utilizado foi um analisador de espectro durante o ano de 2018.

2.1 – Metamateriais

Os avanços gerados pela segunda guerra mundial e pela guerra fria aumentaram a demanda por materiais e abriram um novo campo de trabalho no eletromagnetismo. Essa descoberta levou ao desenvolvimento de materiais artificiais com propriedades dielétricas e magnéticas desejáveis. Atualmente, novas técnicas e meios de fabricação têm possibilitado a produção de materiais com propriedades não encontradas na natureza, os metamateriais (SUDHAKARAN, 2006).

Esses materiais possuem índice de refração negativo, o que resulta em fenômenos eletromagnéticos até então desconhecidos, permitindo aplicações variadas em telecomunicações, óptica, técnicas de varredura e muitas outras áreas. Vários artigos têm sido publicados a respeito do uso de metamateriais em antenas planares, como antenas de microfita. Métodos de fabricação e diferentes geometrias de inclusão de arranjos ressonantes permitem a melhoria do desempenho das antenas de microfita [8]. Existem diversas topologias de metamateriais que podem ser utilizadas em antenas planares, neste trabalho, foram escolhidas as estruturas CLL (*Capacitively Load Loop*) e arranjo tripolar (GLELBER, 2016), conforme mostrado na figura 1, sendo que as dimensões características de tais estruturas encontram-se aí representadas.

Figura 1 - (a) Arranjo CLL. (b) Arranjo Tripolar.



Fonte: Autores, 2021.

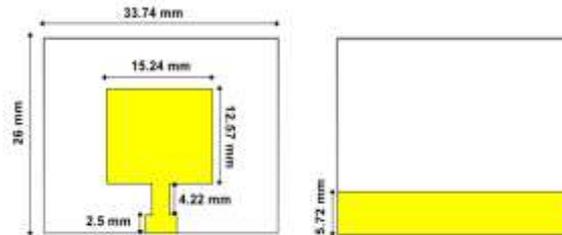
2.2 – Antena Ultra WideBand - UWB

A antena é o meio de transição entre o espaço livre e o guia de ondas, recebendo e transmitindo ondas eletromagnéticas. Uma antena planar UWB (banda ultra larga) é escolhida no presente trabalho por apresentar excelente desempenho em uma estrutura leve e compacta (SOUSA NETO, 2014).

As antenas UWB são baseadas em transmissores e receptores capazes de emitir ondas eletromagnéticas curtas, com duração de centenas de picossegundos, em um amplo espectro de frequências (ARAÚJO, 2016). Sua principal propriedade é a possibilidade de transmitir uma grande quantidade de dados.

A antena retangular UWB utilizada como base neste trabalho foi construída em FR 4, material confeccionado em laminado epóxi reforçado com vidro, substrato com espessura de 1,6 mm e constante dielétrica de 4,3 ($\epsilon_r = 4,3$). O *patch* e o plano terra são produzidos com cobre de 0,035 mm de espessura. As dimensões de uma antena de referência são mostradas na figura 2, respectivamente a vista de cima (*patch*) e o plano terra (vista de baixo). As antenas modificadas também foram construídas com FR 4.

Figura 2 –Antena base UWB retangular: vista de cima e vista de baixo

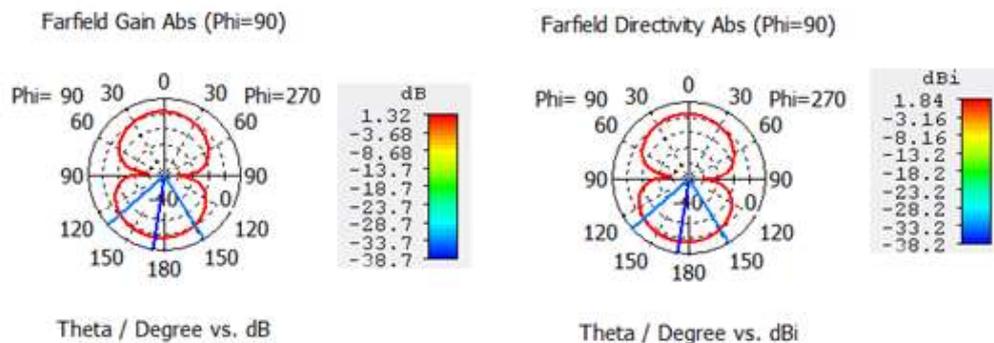


Fonte: Autores, 2021.

A figura 3 mostra o diagrama de radiação 2D, que representa graficamente a diretividade e o ganho da antena.

O arranjo tripolar é feito de forma simétrica, proporcionando uma resposta isotrópica, também pode-se esperar que esta propriedade de transmissão possa ser preservada de alguma forma quando a onda incidente é inclinada para a incidência normal (WANG, 2017).

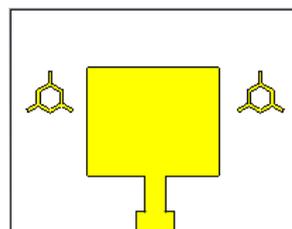
Figura 3 -Diagramas de radiação: ganho e diretividade



Fonte: Autores, 2021.

O dimensionamento do metamaterial utilizado para modificar a antena UWB é mostrado na figura 1. Inicialmente, a estrutura tripolar foi aplicada conforme mostrado na figura 1 (b), após várias simulações foi encontrada a melhor posição para esses metamateriais, mostrada na figura 4.

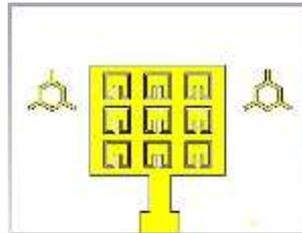
Figura 4 -Antena modificada com arranjo tripolar



Fonte: Autores, 2021.

A seguir foi aplicada a estrutura CLL, simulações foram feitas igualmente de forma simétrica e periódica, até que fosse encontrada a melhor posição de ajuste, a geometria resultante é mostrada na figura 5.

Figura 5 -Antena modificada com arranjo tripolar e CLL



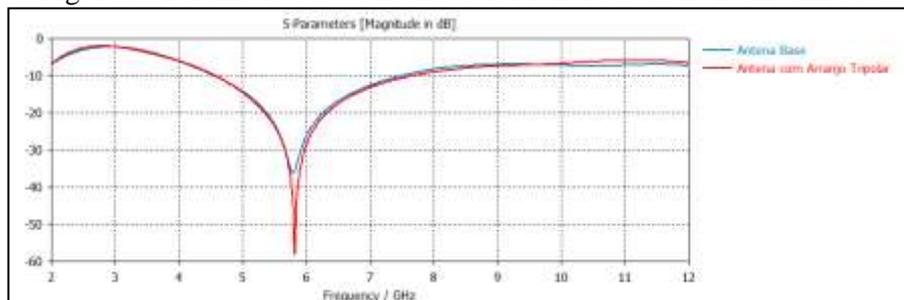
Fonte: Autores, 2021.

III. RESULTADOS

Na figura 6 é mostrado o resultado da simulação através do parâmetro S11 em relação a antena base.

Observando o comportamento do parâmetro S11 da antena base (linha azul) e com o arranjo tripolar (linha vermelha), podemos perceber que houve um aumento bastante significativo na perda por retorno de aproximadamente 22dB. A antena com arranjo tripolar teve uma pequena perda no ganho e um pequeno aumento na diretividade, Apesar de um ganho mais significativo ter sido obtido com a antena aplicado CLL e arranjo tripolar juntos, a antena continua a desempenhar suas funções iniciais, atuando na faixa de 5,8GHz.

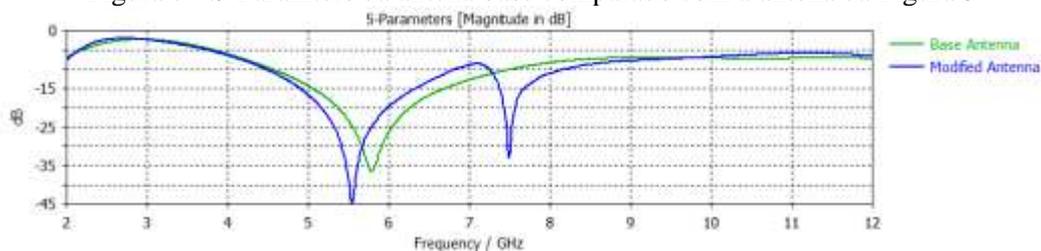
Figura 6 - Parâmetros-S da antena de referência e da antena modificada



Fonte: Autores, 2021.

Posteriormente foi mantido o arranjo tripolar das simulações anteriores, acrescentando, a seguir, o metamaterial CLL, na forma de uma cavidade no *patch*. Percebeu-se também que esses dois em conjunto apresentam melhores resultados do que trabalhando separadamente.

Figura 7 - S-Parâmetros da antena base comparado com a antena da Figura 5



Fonte: Autores, 2021.

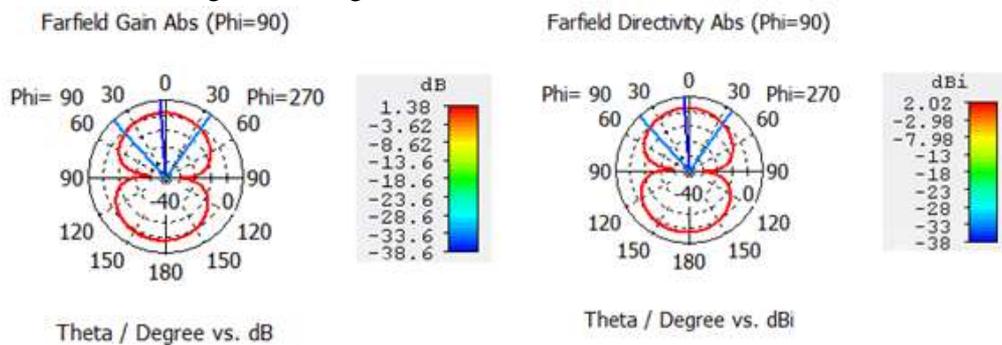
O gráfico mostrado na figura 6 mostra a relação entre a antena base representada pela cor verde e a antena modificada representada pela cor vermelha. Com essa modificação conseguimos obter uma variação para a maior frequência de ressonância, de forma que pudesse ficar sintonizada para a frequência de 5,5 GHz. Também foi criada uma nova frequência de ressonância em 7,5 GHz. Pode-se notar que a modificação da antena gerou menores perdas para as bandas ativas.

O diagrama de radiação representa graficamente o comportamento da irradiação dos sinais fornecidos por uma antena. Dessa forma, a figura 8 abaixo representa o diagrama de radiação em relação ao ganho e diretividade da antena modificada mostrada na figura 5.

Observando os diagramas polares na figura 8 pode-se perceber o plano e a direção de maior radiação da antena. A linha azul escura é a direção do lóbulo principal e as linhas azuis clara a diretividade -3dB em relação ao lóbulo principal.

Para melhor visualização dos dados, os resultados antes e depois da inserção da tecnologia do metamaterial na antena planar UWB, são apresentados na tabela 1.

Figura 8 - Diagramas de radiação: ganho e diretividade



Fonte: Autores, 2021.

Tabela 1 – Resultados da antena planar UWB antes e depois das modificações

Configuração	Parâmetro S	Ganho (dB)	Diretividade (dBi)
Antena Base	-35,5	1,32	1,84
Antena com CLL e Arranjo Tripolar	-45	1,38	2,02
Antena com Arranjo Tripolar	-58	1,24	1,87

Fonte: Autores, 2021.

O método utilizado para a fabricação dos protótipos foi o processo de fotolitografia. Os dois protótipos podem ser visualizados na figura 9.

Figura 9 - Vista superior das duas antenas modificadas com conectores



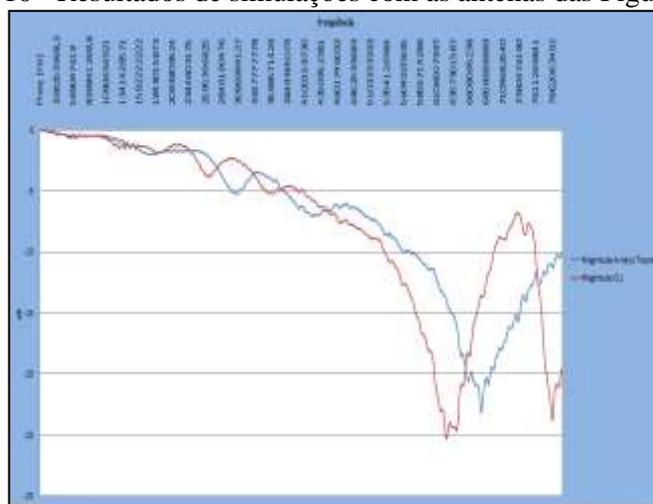
Fonte: Autores, 2021.

A figura 10 representa os dados obtidos no analisador rohde & Schwarz referente às figuras 4 e 5. Para melhor visualização dos dados estão sobrepostos onde a linha vermelha representa a antena com CLL e arranjo tripolar e a linha azul representa a antena apenas com arranjo tripolar, podemos perceber que o deslocamento com a aplicação do CLL em relação a antena base manteve-se proporcional aos simulados, porém com as frequências das duas antenas alocadas cerca de 10% para a direita.

IV. CONCLUSÃO

As antenas, no geral, apresentaram bons resultados nas simulações. A antena com CLL e arranjo tripolar teve um bom resultado final na perda por retorno e um aumento nos ganhos e diretividade.

Figura 10 - Resultados de simulações com as antenas das Figuras 4 e 5



Fonte: Autores, 2021.

Com base no conjunto geral de resultados obtidos, a aplicação do metamaterial se fez satisfatória ao propósito de criar uma antena planar, na faixa de frequência, com pico de ressonância em 5,5 GHz e 5,8 GHz, melhorando a largura de banda e aumentando o ganho da antena modificada com CLL e Arranjo Tripolar. No aspecto geral, a antena teve melhoras significativas para a aplicação na rede de comunicações sem fio. A antena modificada apenas com CLL teve uma grande diferença na perda por retorno comparado com a antena base, essas mudanças ocorreram sem mudar seu custo e dimensões.

Dentre todas as estruturas testadas, a que apresentou melhor resultado foi a antena com arranjo tripolar e CLL, mas cada antena e aplicação tem uma resposta diferente as estruturas metamateriais. De fato, os metamateriais oferecem propriedades inovadoras, e a principal se baseia na diferenciação do comportamento eletromagnético, que não segue um padrão comum, abrangendo várias aplicações e possibilitando novos conceitos.

Os testes da antena com arranjo tripolar e com arranjo tripolar e CLL foram feitos conforme mostrado nas na Fig 10. Não foi possível obter um resultado exato com medições dos protótipos construídos em relação aos simulados, apesar da antena atuar na faixa de 5,8 GHz, seu pico de ressonância ficou aproximadamente 10% deslocado para direita. Essa diferença pode ocorrer por diversos fatores, um deles é no processo de fabricação ou na calibração do equipamento. Infelizmente não foi possível fazer mais testes, para constatar o motivo da diferença, ficando para trabalhos futuros.

V. REFERÊNCIAS

- ARAQUE, J. L., BAENA, J. D. **A general method to retrieve electromagnetic polarizability tensors of metamaterial resonators**, 7th International Congress on Advanced Electromagnetic Materials in Microwaves and Optics, 2013.
- ARAUJO, H. X.; GUELBER, E. F.; CAPOVILLA, C. E. . A Novel UWB Metamaterial-Based Antenna for Telecommunications Systems Including the Brazilian Mobile 4G Technology. **Revista Sodebras [on line]**. v. 10, n. 116, p. 37-40, 2016.
- ARAUJO, H. X. ; FREITAS, A. E. ; PRATA, D. N. ; CASELLA, I. R. S. ; CAPOVILLA, C. E. . Multiband Antenna Design Comprising the Future 5G Mobile Technology. **PRZEGLAD ELEKTROTECHNICZNY**, v. 1, p. 110-113, 2019.
- DU, J., SIGNELL, S. **Classic OFDM Systems and Pulse Shaping OFDM/OQAM Systems**. 2007.
- FREITAS, A. E.; MANHABOSCO, T. M.; BATISTA, R. J. C.; SEGUNDO, A. K. R.; ARAUJO, H. X.; ARAUJO, F. G. S.; COSTA, A. R. Development and Characterization of Titanium Dioxide Ceramic Substrates with High Dielectric Permittivities. **Materials** v. 13, p. 386, 2020.
- GUELBER, E.F., SILVA, M.W.B., CAPOVILLA, C.E., e ARAÚJO, H.X., The design and application of the tripole array metamaterial unitary cell. **Microwave and Optical Technology Letters**, vol 58, p. 1786-1790, 2017.
- LIMA, A. M. **Aplicação de Células Metamateriais CLL ao projeto de antenas de microfita retangulares**. Tesis - Universidade Federal do Rio Grande do Norte - 2020.
- SAYANSKIY, A. , AKIMOV, V. , GLYBOVSKI, S. , **Focusing performance of Luneburg lenses based on a broadband artificial dielectric metamaterial**. 11th International Congress on Engineered Materials Platforms for Novel Wave Phenomena (Metamaterials), 2017.
- SOUSA NETO, M. P, FERNANDES, H. C. C. e MOURA, C. G. Design of a ultra-wideband monopole antenna Using split ring resonator for notching Frequencies. **Microwave and Optical Technology Letters**, v. 55, p. 2931-2938, 2014.
- SUDHAKARAN, S. **Negative refraction from electromagnetic periodic structures and its application**. Departamento de Engenharia Elétrica, Queen Mary Universidade de Londres, Londres-UK, v. 226, 2006.
- WANG, Y. **A high gain ultra-wideband microstrip antenna based on metamaterials**, International Applied Computational Electromagnetics Society Symposium (ACES), 2017.

VI. AGRADECIMENTOS

Agradecimentos à Universidade Federal de São João Del Rei, à Universidade Federal Tocantins e à Universidad Nacional de Colombia, na pessoa do professor Javier Leonardo Araque Quijano, pela utilização do laboratório CMUN e apoio na pesquisa.

VII. COPYRIGHT

Direitos autorais: Os autores são os únicos responsáveis pelo material incluído no artigo.

SOLUÇÃO DA CINEMÁTICA INVERSA DE UM BRAÇO MANIPULADOR ROBÓTICO EM TRÊS DIMENSÕES POR MEIO DE REDES NEURAS ARTIFICIAIS

INVERSE KINEMATICS SOLUTION OF A ROBOTIC MANIPULATOR ARM IN THREE DIMENSIONS THROUGH ARTIFICIAL NEURAL NETWORKS

Márcio Mendonça¹
Marta Rúbia Pereira dos Santos²
Emanuel Ignacio Garcia³
Carlos Renato Alves de Oliveira⁴
Lucas Botoni de Souza⁵

Resumo – *O presente trabalho aborda o clássico problema encontrado na robótica, a cinemática inversa. Este problema não possui uma solução trivial devido possibilidade de múltiplas soluções, e complexidade das soluções, que aumenta exponencialmente conforme os graus de liberdade do robô aumentam. Além disso, tem-se múltiplas soluções para uma mesma posição final de um manipulador robótico. De acordo com as dificuldades mencionadas. O objetivo deste trabalho é apresentar uma possível solução para este problema por meio da aplicação de uma rede neural artificial em um braço robótico com 4 graus de liberdade em três dimensões. Os resultados encontrados mostram a visibilidade da solução proposta perante as técnicas geométricas tradicionais.*

Palavras-chave: *Braço Robótico. Cinemática Inversa. Redes Neurais Artificiais.*

Abstract – *The present work addresses the classic problem encountered in robotics, inverse kinematics. This problem does not have a trivial solution due to the possibility of multiple solutions and the complexity of the solutions, which increases exponentially as the robot's degrees of freedom increase. In addition, there are multiple solutions for the same final*

¹ Doutor em Engenharia Elétrica e Informática Industrial (UTFPR-CT). Professor Titular da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Cornélio Procópio (UTFPR-CP). Contato: mendonca@utfpr.edu.br.

² Especialista em Matemática Aplicada, Ourinhos (ETEC-ESTÁCIO DE SÁ – SP).
Contato: marta.santos71@etec.sp.gov.br.

³ Graduando em Engenharia de Controle e Automação (UTFPR-CP). Contato: emanuelignaciogarcia@gmail.com.

⁴ Graduado em Engenharia Mecânica (UTFPR-CP); Engenheiro Mecânico (UTFPR-CP).
Contato: carlos.2016@alunos.utfpr.edu.br.

⁵ Mestre em Engenharia Mecânica (UTFPR-CP); Engenheiro de Controle e Automação (UTFPR-CP).
Contato: lucsou@alunos.utfpr.edu.br.

position of a robotic manipulator, according to the difficulties mentioned. This work aims to present a possible solution to this problem by applying an artificial neural network in a robotic arm with 4 degrees of freedom in three dimensions. The results were found to show the visibility of the proposed solution in the face of traditional geometric techniques.

Keywords: *Robotic Arm. Inverse Kinematics. Artificial Neural Networks.*

I. INTRODUÇÃO

A tecnologia vem crescendo de forma exponencial nos últimos anos em áreas como Indústria 4.0 e aprendizado de máquinas por meio de *deep learning*, uma das divisões de sistemas computacionais inteligentes (AGGARWAL, 2018). Neste contexto de uma tecnologia crescente, a robótica tem aumentado de forma significativa seu universo de aplicação, como exploração, espacial, cirurgias robóticas, aplicações industriais, entre outras (SICILIANO; KHATIB, 2016).

Pode-se citar trabalhos de tecnologia, de modo específico IoT (internet das coisas), circunscritas a robótica como um dos pilares da indústria 4.0 no estado da arte como o artigo de Zhu e Wu (2020) um trabalho que propõe uma moderna educação vocacional na China empregando a técnica abordada neste artigo.

A robótica tem se expandido nos últimos anos em meio a algumas dificuldades inerentes ao seu desenvolvimento. Neste contexto, problemas clássicos são conhecidos como, a calibração de câmeras, modelos cinemático e dinâmico, entre outros. Com a cinemática direta, através do modelo de Denavit e Hartenberg (D-H) (DENAVIT; HARTENBERG, 1955), através dessa modelagem, conhecendo-se os ângulos das juntas e as dimensões dos braços, é possível determinar a posição final de um órgão terminal, como uma pinça, de um braço manipulador robótico).

O exemplo citado pela Mathworks (2020) problematiza um caso de cinemática direta para um braço robótico bidimensional de 2 graus de liberdade. A cinemática inversa não é uma tarefa analítica trivial (NIKU, 2011), mesmo num caso simplificado de duas dimensões ao menos duas soluções são factíveis, o que motiva a solução proposta. De modo resumido, a solução visa buscar ângulos das juntas que satisfaçam a posição final do braço.

Algumas áreas de aplicação conhecidas da robótica empregando braços manipuladores são agricultura, cirurgia à distância, inspeção de vulcões, área militar etc. A agricultura vem se modernizando nos últimos anos na direção da robótica devido à dificuldade crescente em encontrar mão de obra habilidosa e capaz de efetuar atividades tediosas como na agricultura tradicional (ZHAO *et al.*, 2016). Além de sua versatilidade de tarefas como colheita, plantio, cultivo e aplicação de insumos, os robôs podem reduzir o risco de contaminação e o custo de produção sem degradar o meio ambiente. Dentre os exemplos de aplicação encontrados estão: a extração de madeira de uma floresta em terreno acidentado, produção automatizada de leite e a colheita automatizada de uma plantação por um trator combinando sensores de visão e GPS (SICILIANO; KHATIB, 2016).

As inspirações para a presente pesquisa foram projetos como o desenvolvido por pesquisadores da Universidade de Catania, Itália, que desenvolveram uma colheitadeira automática capaz de colher frutas baseando-se em sua cor de maturação. Munido de um braço mecânico e um *caterpillar*, o robô estipulava a distância por um controlador dinâmico de movimento incremental e um filtro de Kalman para determinar o diâmetro aproximado do fruto para colher. Sua eficiência foi de aproximadamente 5,85 segundos por fruto (MUSCATO *et al.*, 2005).

Este trabalho busca resolver a cinemática inversa por meio de uma Rede Neural Artificial (RNA) e um braço tridimensional com 4 graus de liberdade (MATHWORKS, 2020). Este problema é considerado canônico para a robótica, apresentando sua solução por meio da matriz Jacobiana inversa. Além da dificuldade de modelagem, há o clássico problema das múltiplas soluções e a necessidade de conhecer o relacionamento entre o braço e suas juntas que, formam a Matriz Jacobiana (MATARIC, 2007).

A utilização de RNA entre outros sistemas computacionais inteligentes já é conhecida na literatura para solução de problemas clássicos, como o da calibração de câmeras por meio de RNA (AHMED; HEMAYED; FARAG, 1999) e trabalhos mais recentes como o de (DASH *et al.*, 2011), (PEDRA *et al.*, 2013).

Já para a solução do problema da cinemática inversa, pode-se citar como exemplo o trabalho de (WELSFORD; PRETORIUS; DU PLESSIS, 2018).

Esse artigo está organizado da seguinte forma: capítulo 2 apresenta uma breve fundamentação e contextualiza o problema da cinemática inversa por meio de redes neurais artificiais. A seção 3 apresenta um formalismo do modelo D-H. A seção 4 discorre sobre a aplicação da RNA na solução da cinemática inversa. Já a seção 5 discute resultados obtidos. E, finalmente a seção 6 conclui, apresenta futuros trabalhos e encerra esse trabalho.

II. REDES NEURAIIS ARTIFICIAIS APLICADAS NA SOLUÇÃO DA CINEMÁTICA INVERSA

O emprego de RNAs na solução da cinemática inversa pode ser encontrado em um número considerável de artigos. Quanto ao seu conteúdo, o presente trabalho toma como base artigos de maior relevância na aplicação da RNA em sintonia com a cinemática inversa para atuadores robóticos.

O trabalho de Oyama *et al.* (2005) utiliza uma RNA Modular com 4 camadas em um braço robótico de 5 graus de liberdade. O método de treino empregado foi o *back-propagation* para selecionar a melhor disposição dos ângulos a fim de minimizar os erros de posição/orientação da ponta do braço. Para tal fim, houve modificação no algoritmo de Gauss-Newton para o método de mínimos quadrados.

Em Kumar e Chand (2015) foram utilizados dois métodos para a posição das juntas na análise cinemática. O modelo geométrico e o de D-H serviram como dados de treinamento a uma Rede Neural *feed-forward* (MLFF). O resultado foi testado em um *hardware* (SCORBOT-ER 4u) e simulado no software Matlab 8.0.

No artigo de Puheim e Madarász (2014), os autores buscam solucionar o problema da cinemática inversa em um braço de 3 graus de liberdade de um robô humanoide. O controlador empregado foi uma RNA com *feed-forward*. O seu treinamento se baseia na normalização de *inputs* e *outputs* aumentado assim a precisão.

No meio científico atual, muitos artigos abordam o uso de RNAs junto de várias técnicas de para um melhor resultado. Do treinamento ao controle, métodos como *feed-forward*, *back-propagation* e lógica *Fuzzy* podem ser empregados. O objetivo é um melhor treinamento e uma melhor precisão nos resultados

Em Morris e Mansor (1997) foram utilizadas RNAs de três camadas com treinamento via retropropagação ou *backpropagation*, para a análise da cinemática inversa de manipuladores de dois e três graus de liberdade.

III. MODELAGEM CINEMÁTICA DO MANIPULADOR ROBÓTICO

A cinemática é conhecida por ser a ciência do movimento capaz de encontrar a posição de um braço robótico de 4 graus de liberdade, dado os ângulos de cada junta em um sistema de equações. O inverso deste processo é conhecido como cinemática inversa

e consiste em encontrar os ângulos de cada junta para uma posição final desejada para o efector (ferramenta) do braço robótico. O número de soluções encontradas para estas equações é muitas vezes vasto, o que conseqüentemente eleva sua complexidade de obtenção (WHITTY, 2012).

Para um braço robótico com 2 graus de liberdade, por exemplo, a solução das equações cinemáticas em duas dimensões se dá através da obtenção do ângulo entre o primeiro e o segundo braços e o ângulo entre o primeiro braço e o chão. Entretanto, para “n” articulações angulares representando n graus de liberdade, os parâmetros D-H tornam possível expressar a cinemática desse manipulador para cada junta de maneira mais trivial. Na Figura 1, os parâmetros D-H (α_i , a_i , d_i e θ_i) são apresentados para o calculo de posição das juntas (NIKU, 2011).

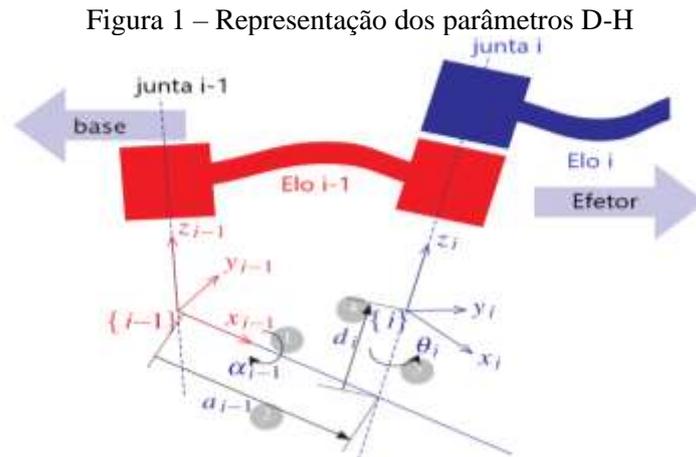


Figura 1 – Representação dos parâmetros D-H

Fonte: Adaptado de Corke (2011).

Os parâmetros D-H são descritos como segue:

- a_i é a distância de \hat{Z}_i a \hat{Z}_{i+1} medida sobre \hat{X}_i ;
- α_i é o ângulo entre \hat{Z}_i e \hat{Z}_{i+1} medida sobre \hat{X}_i ;
- d_i é a distância de \hat{X}_{i-1} a \hat{X}_i medida sobre \hat{Z}_i ;
- θ_i é o ângulo entre \hat{X}_{i-1} a \hat{X}_i medida sobre \hat{Z}_i .

Originando a equação 1, denotando o sistema de transformações (T) que o braço robótico deve realizar para chegar à determinada posição. Para um braço robótico de 4 graus de liberdade, tem-se então a equação (2).

$$T_i^{i-1}(\theta_i, d_i, a_i, \alpha_i) = T_z(\theta_i)T_z(d_i)T_x(a_i)T_x(\alpha_i) \quad (1)$$

$$T_4^0 = T_1^0 \cdot T_2^1 \cdot T_3^2 \cdot T_4^3 \quad (2)$$

Na forma matricial tem-se a equação 3:

$$T_4^0 = \begin{bmatrix} C \theta_1 C(\gamma) & -C \theta_1 S(\gamma) & S \theta_1 & g_1 C \theta_1 \\ S \theta_1 C(\gamma) & -S \theta_1 S(\gamma) & -C \theta_1 & g_1 S \theta_1 \\ S(\gamma) & C(\gamma) & 0 & g_2 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad (3)$$

Considerando o conjunto de equações (4) abaixo:

$$\begin{aligned}
k_1 &= (a_4 C \theta_4 + a_3) C \theta_3 - a_4 C \theta_4 S \theta_3 + a_2 \\
k_2 &= (a_4 C \theta_4 + a_3) S \theta_3 + a_4 S \theta_4 C \theta_3 \\
g_1 &= C \theta_1 k_1 - S \theta_2 k_2 \\
g_2 &= S \theta_2 k_1 + C \theta_2 k_2 + a_1 \\
\gamma &= \theta_2 + \theta_3 + \theta_4
\end{aligned} \tag{4}$$

Uma especificação das trajetórias temporais e espaciais de um braço são pré-requisitos para o sucesso na aplicação de um manipulador para muitas tarefas como soldagem, pintura, escolha de peças em esteiras e colagem (BEN-ARI; MONDADA, 2018). A matriz jacobiana é a derivada parcial obtida a partir das equações geométricas que definem a posição final de um manipulador. Para dois graus de liberdade em 2D a matriz jacobiana é:

$$\begin{cases} x_f = l_1 \cdot \cos \theta_1 + l_2 \cdot \cos (\theta_1 + \theta_2) \\ y_f = l_1 \cdot \sin \theta_1 + l_2 \cdot \sin (\theta_1 + \theta_2) \end{cases} \tag{2}$$

Calculando a derivada da equação (5):

$$\begin{cases} dx_f = -l_1 \cdot d\theta_1 \cdot \sin \theta_1 - l_2 \cdot (d\theta_1 + d\theta_2) \cdot \sin(\theta_1 + \theta_2) \\ dy_f = l_1 \cdot d\theta_1 \cdot \cos \theta_1 + l_2 \cdot (d\theta_1 + d\theta_2) \cdot \cos (\theta_1 + \theta_2) \end{cases} \tag{3}$$

Na forma matricial:

$$\begin{bmatrix} dx_f \\ dy_f \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -l_1 \cdot \sin \theta_1 - l_2 \cdot \sin(\theta_1 + \theta_2) & -l_2 \cdot \sin(\theta_1 + \theta_2) \\ l_1 \cdot \cos \theta_1 + l_2 \cdot \cos (\theta_1 + \theta_2) & l_2 \cdot \cos(\theta_1 + \theta_2) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} d\theta_1 \\ d\theta_2 \end{bmatrix} \tag{4}$$

Na qual:

- dx_f, dy_f : o movimento diferencial da extremidade do manipulador;
- l_1, l_2 : o tamanho de cada braço;
- θ_1, θ_2 : o ângulo de cada grau de liberdade;
- $d\theta_1, d\theta_2$: o movimento diferencial das articulações.

Assim, através da equação (7) é possível traçar a trajetória do braço manipulador robótico do seu ponto atual até o ponto desejado (NIKU, 2011).

IV. REDES NEURAIS ARTIFICIAIS APLICAÇÃO

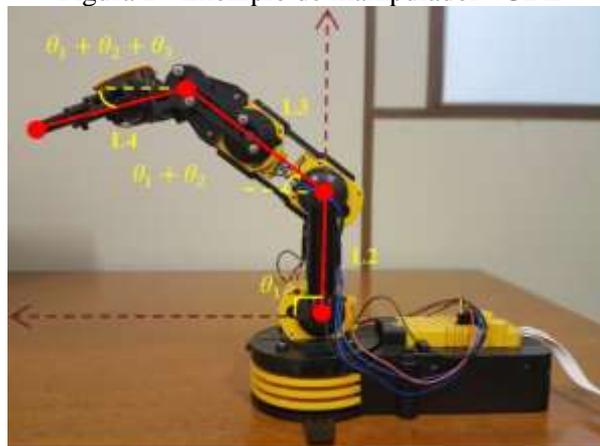
Seres humanos se destacam pela capacidade pelo processamento de informações complexas e baseadas em precisão ou aproximação de informações. A falta parcial ou total de conhecimento do problema obriga a aplicação de uma estratégia imprecisa e passível de ser expressada linguisticamente, como visto na lógica *Fuzzy* (ZADEH, 1976).

No entanto, dados do funcionamento de um sistema também podem fornecer tais informações. Este tipo de manipulação pode ser realizado através de técnicas de identificação e modelagem (MENDONÇA *et al.*, 2016). Dentre elas, as Redes Neurais Artificiais (RNAs) se destacam pela capacidade de processamento paralelo de dados massivos. As RNAs são inspiradas na biologia como um modelo simplista de um cérebro animal por meio de neurônios artificiais (HAYKIN, 2009).

Segundo Coppin (2004), há uma semelhança entre os neurônios biológicos e os neurônios artificiais de uma rede neural. Entretanto, o cérebro humano possui bilhões de neurônios interligados por conexões ou sinapses. Através dessas conexões ocorrem processamento e trocas de informação entre os neurônios. De modo mais específico, cada neurônio recebe a entrada através de seus dendritos, o sinal é então processado em seu núcleo (soma) e passado assim pelo axônio como saída da rede.

O modelo D-H é formado a partir da estrutura do braço robótico. A distância entre a primeira e a segunda junta compõe o comprimento L_2 da primeira seção do braço. Entre a segunda e a terceira juntas está a segunda seção (L_3). E entre as juntas terceira e quarta, a terceira seção (L_4). O comprimento L_1 é considerado zero pois considera-se a origem do plano cartesiano ao pé da primeira junta. Em cada uma das quatro juntas estão os graus de liberdade $\theta_0, \theta_1, \theta_2$ e θ_3 . Na Figura 2 é dada a representação de um manipulador de quatro graus de liberdade (GDL) no plano xyz .

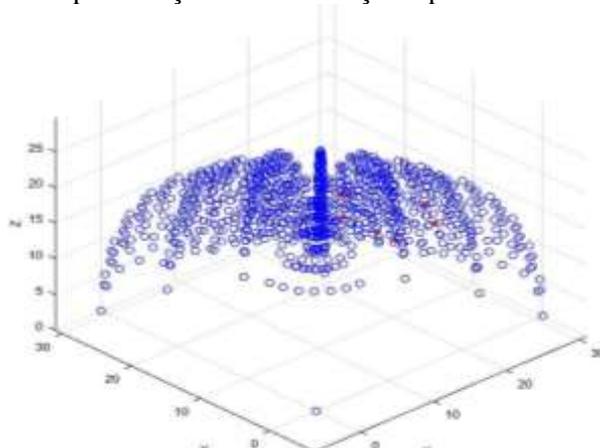
Figura 2 - Exemplo de manipulador 4GDL



Fonte: Autores, 2022.

Os dados de posição do braço robótico geram os ângulos amostrais das juntas através dos modelos cinemáticos, geométricos e D-H. Em seguida, a entrada da RNA constitui-se dos valores de posição $(x_0; y_0; z_0)$ e ângulos das juntas $\theta_0, \theta_1, \theta_2$ e θ_3 . Cada ponto corresponde aos seus respectivos ângulos das juntas. Os ângulos de saída devem seguir essa mesma similaridade (KUMAR; CHAND, 2015).

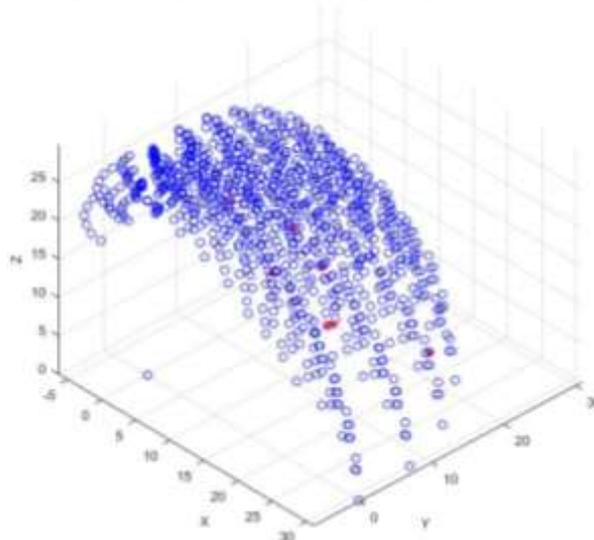
Figura 3 – Representação da área de ação e pontos de teste (frontal)



Fonte: Autores, 2022.

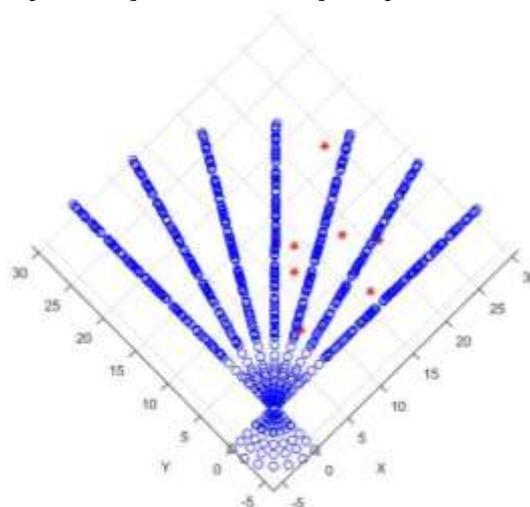
Como citado anteriormente, a área de ação do atuador é composta por 4 GDL. Cada um apresenta um arco de ação limitando o giro de cada junta. A base do braço robótico gira em 90° na primeira junta, enquanto as demais articulações são limitadas em 60° . A RNA utiliza centenas desses pontos da nuvem gerada pelo modelo D-H para treinamento, como uma massa de dados relativamente grande, e após o treinamento, alguns pontos que não foram usados no treinamento serão utilizados como teste (na cor vermelha) de modo que a RNA deve ser capaz de gerar o conjunto de ângulos que corresponda aos pontos desejados. Assim, a posição final do braço deve conter o menor erro se comparado a posição dos pontos de teste. Para tal fim é necessário criar um conjunto de pontos utilizando a cinemática direta, como mostrado nas Figuras 3, 4 e 5, pontos do raio de ação em azul e os pontos de teste em vermelho. *A priori*, tais pontos não devem fazer parte da nuvem calculada pela cinemática direta e, por isso, apresentam posição dos pontos convencionais. Por se tratar de uma simulação simplificada, o raio de ação é calculado para apenas um quadrante.

Figura 4 – Representação da área de ação e pontos de teste (lateral)



Fonte: Autores, 2022.

Figura 5 – Representação da área de ação e pontos de teste (superior)



Fonte: Autores, 2022.

V. SIMULAÇÃO E RESULTADOS

Delimitando o número de épocas de treinamento para 3000, obteve-se as Tabelas 1 e 2 com o erro médio relativo por coordenada e o erro total. No final da simulação foram comparadas as posições dos pontos de teste com os pontos encontrados utilizando os ângulos obtidos na saída do RNA.

A configuração da arquitetura da RNA foi com 40 neurônios distribuídos em quatro camadas. A função de transferência utilizada foi a sigmoide. Esse número de neurônios foi definido de forma empírica de forma incremental (DA SILVA *et al.*, 2017), já o número de camadas foi devido a necessidade de se encontrar 4 ângulos, um vetor solução com 4 elementos, cada elemento tem um domínio diferente. O algoritmo de treinamento foi *Levenberg Marquadt* com funções de ativação *tansig* nas camadas intermediárias e rampa na camada de saída. O erro de treinamento da rede foi da ordem de 10^{-6} .

Tabela 1 - Ângulos correspondentes a utilização do RNA

Solução plausível encontrada				
Ponto	θ_0	θ_1	θ_2	θ_3
1	5,847°	22,54°	15,157°	54,94°
2	13,439°	4,959°	13,167°	59,95°
3	23,68°	2,085°	3,724°	82,43°
4	34,82°	0,656°	3,922°	28,86°
5	36,81°	22,69°	15,31°	61,84°
6	26,69°	39,88°	15,32°	57,07°
7	38,24°	6,928°	13,94°	76,61°

Os resultados obtidos podem variar conforme ajustes na topologia da rede neural, camadas de números de neurônios, algoritmo de treinamento, erro objetivado. Os pontos atingidos inicialmente apresentam ângulos calculados por meio da cinemática inversa ao ser treinada pelo RNA

Tabela 2 - Comparação entre pontos desejados e obtidos

Ponto	Coordenada [cm]					
	Desejada			Obtida		
	X	Y	Z	X	Y	Z
1	16,39	1,722	21,1	16,4236	1,6818	21,1641
2	21,0	5,0	15,0	21,0976	5,0414	14,9632
3	18,54	8,25	12,28	18,5681	8,1426	12,4355
4	24,0	16,5	7,3	23,9240	16,6421	7,0434
5	12,0	9,0	21,0	12,0824	9,0414	21,0819
6	8,0	4,0	25,0	8,0541	4,0502	24,9823
7	14,0	11,0	16,0	13,9660	11,0048	15,9103

Estas soluções levam em consideração os dados de treinamento e de validação e testes não são os mesmos e foram retirados da nuvem de pontos gerada anteriormente. Isso significa que os pontos de teste só foram atingidos com aproximação pois se encontram dentro da área de ação da estrutura física do manipulador. Comparando as coordenadas dos pontos desejados com os encontrados, tem-se o erro relativo dos pontos obtidos pela cinemática inversa ao término da simulação, mostrado na Tabela 3. Analisando os resultados, pode-se inferir que a aproximação obteve valores próximos dos desejados. A distância média entre os pontos de teste e os desejados foi de 4 mm.

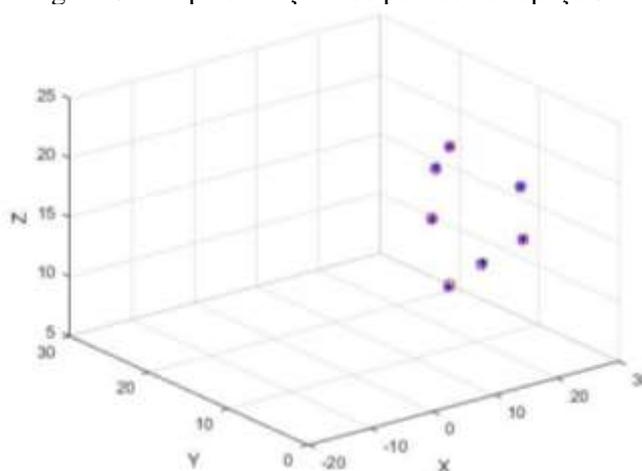
Tabela 3 - Dados correspondentes ao na utilização do RNA

Entre os Pontos Desejados e Obtidos	Erro [cm]		
	X	Y	Z
0,4188	-0,2322	0,0267	0,3474

Por meio das análises dos resultados das tabelas, sugeriu-se que de acordo com os erros encontrados nos três eixos, sugeriu que, como supracitado o emprego satisfatório da RNA ao se encontrar uma solução factível para o problema da cinemática inversa. Todavia, a proposta requer tempo de tratamento de dados, o que necessita de um pré-processamento, o que pode ser aumenta o móvel de complexidade em um ambiente dinâmico, devido aos experimentos serem obtido em um ambiente estático. Deste modo, na situação citação alguns algoritmos de adaptação dinâmica devem ser empregados dos pesos para se obter uma mais rápida, devido a importância do tempo de resposta de um sistema em robótica (SICILIANO E KHATIB, 2016).

Assim, quando uma precisão é necessária, o RNA se mostra uma promissora ferramenta, porém utilizada com cautela para se obter os erros objetivados, ressalta-se que um robô também depende seu sistema mecânico, e de nada adianta obtermos milímetros no algoritmo se o manipulador tem precisão próxima de um centímetro. No tocante ao resultado visual, a Figura 6 mostra a posição dos pontos de teste, representados por círculos, e os pontos encontrados como asteriscos.

Figura 6 – Representação dos pontos no espaço 3D



Fonte: Autores, 2022.

VI. CONCLUSÃO

A utilização de RNAs foi promissora, uma vez que sugeriu capacidade de obter a precisão desejada no final das simulações, embora não tenha fornecido indícios e nem prova de que a solução seja ótima, entretanto plausível como supracitado. Também como supracitado citado a técnica utilizada, a RNA, foi eficiente ao resolver o problema da cinemática inversa para o caso de 4 graus de liberdade.

Um conjunto de ângulos foi gerado dentro dos limites de ação do atuador e conforme a nuvem de pontos do treinamento.

Futuros trabalhos visam o emprego de outras técnicas computacionais inteligentes, como por exemplo algoritmos genéticos, com os quais já se obteve resultados iniciais em duas dimensões, e finalmente a comparação com uma rede neural profunda (*Deep Learning*), devido a quantidade massiva de dados.

VII. REFERÊNCIAS

- AGGARWAL, C. C. **Neural Networks and Deep Learning: A textbook**. 1. ed. Cham, Switzerland: Springer, 2018.
- AHMED, M. T.; HEMAYED, E. E.; FARAG, A. A. Neurocalibration: a neural network that can tell camera calibration parameters. Proceedings of the Seventh IEEE International Conference on Computer Vision. **Anais...Kerkyra**, Greece: IEEE, 1999. Disponível em: <<http://ieeexplore.ieee.org/document/791257/>>
- BEN-ARI, M.; MONDADA, F. **Elements of Robotics**. 1. ed. Cham, Switzerland: Springer International Publishing, 2018.
- COPPIN, B. **Artificial Intelligence Illuminated**. 2. ed. Burlington, MA, USA: Jones & Bartlett Learning, 2004.
- DA SILVA, I. N. *et al.* **Artificial neural networks: a practical course**. 1. ed. Cham, Switzerland: Springer International Publishing, 2017.
- DASH, K. K. *et al.* A neural network based inverse kinematic problem. 2011 IEEE Recent Advances in Intelligent Computational Systems. **Anais...Trivandrum**, Kerala, India: IEEE, 2011
- DENAVIT, J.; HARTENBERG, R. S. A kinematic notation for lower-pair mechanisms based on matrices. **ASME Journal of Applied Mechanics**, v. 23, p. 215–221, 1955.
- HAYKIN, S. S. **Neural networks and learning machines**. 3. ed. Upper Saddle River: Pearson Prentice Hall, 2009.
- KUMAR, R. R.; CHAND, P. **Inverse kinematics solution for trajectory tracking using artificial neural networks for SCORBOT ER-4u**. 2015 6th International Conference on Automation, Robotics and Applications (ICARA). **Anais...Queenstown**, New Zealand: IEEE, 2015
- MATARIC, M. J. **The Robotics Primer**. [s.l.] The MIT press, 2007.
- MATHWORKS. **Modeling Inverse Kinematics in a Robotic Arm** Help Center, 2020. Disponível em: <<https://www.mathworks.com/help/fuzzy/modeling-inverse-kinematics-in-a-robotic-arm.html>>. Acesso em: 6 abr. 2020
- MENDONÇA, M. *et al.* Hybrid Dynamic Fuzzy Cognitive Maps and Hierarchical Fuzzy Logic controllers for Autonomous Mobile Navigation. 2016 IEEE International Conference on Fuzzy Systems, FUZZ-IEEE 2016. **Anais...Vancouver**, BC, Canada: IEEE, 2016
- MORRIS, A.; MANSOR, A. Finding the inverse kinematics of manipulator arm using artificial neural network with lookup table. **Robotica**, v. 15, n. 6, p. 617–625, 1997.
- MUSCATO, G. *et al.* A prototype of an orange picking robot: Past history, the new robot and experimental results. **Industrial Robot**, v. 32, n. 2, p. 128–138, 2005.
- NIKU, S. B. **Introduction to Robotics: Analysis, Control, Applications**. 2. ed. Hoboken, New Jersey, USA: John Wiley & Sons, 2011. v. 53
- OYAMA, E. *et al.* Inverse kinematics learning for robotic arms with fewer degrees of freedom by modular neural network systems. 2005 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems. **Anais...Edmonton**, AB, Canada: IEEE, 2005
- PEDRA, A. V. B. M. *et al.* Camera Calibration Using Detection and Neural Networks. **IFAC Proceedings Volumes**, v. 46, n. 7, p. 245–250, maio 2013.

PUHEIM, M.; MADARÁSZ, L. Normalization of inputs and outputs of neural network based robotic arm controller in role of inverse kinematic model. 2014 IEEE 12th International Symposium on Applied Machine Intelligence and Informatics (SAMI). **Anais...**Herl'any, Slovakia: IEEE, 2014

SICILIANO, B.; KHATIB, O. (EDS.). **Springer Handbook of Robotics**. 2. ed. Heidelberg: Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2016.

WELSFORD, D. L.; PRETORIUS, C. J.; DU PLESSIS, M. C. Neural Networks for Mobile Robot Inverse Kinematics. 2018 Eighth International Conference on Information Science and Technology (ICIST). **Anais...**2018

WHITTY, M. Robotics, Vision and Control. Fundamental Algorithms in MATLAB. **Industrial Robot: An International Journal**, v. 39, n. 6, p. ir.2012.04939faa.005, 12 out. 2012.

ZADEH, L. A. A fuzzy-algorithmic approach to the definition of complex or imprecise concepts. **International Journal of Man-Machine Studies**, v. 8, n. 3, p. 249–291, 1976.

ZHAO, Y. *et al.* A review of key techniques of vision-based control for harvesting robot. **Computers and Electronics in Agriculture**, v. 127, n. C, p. 311–323, 2016.

ZHU, G.; WU, Z. The concept change and organization transformation of Vocational Education under the Internet thinking. 2020 International Conference on Artificial Intelligence and Education (ICAIE). **Anais...**Tianjin, China: IEEE, 2020

VIII. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Fundação Araucária, à CAPES, à Secretaria de Estado de Ciência, Tecnologia e Ensino Superior (SETI-PR) e ao Governo do Estado do Paraná pelo apoio financeiro.

IX. COPYRIGHT

Direitos autorais: Os autores são os únicos responsáveis pelo material incluído no artigo.