

ISSN: 2349-6495(P) | 2456-1908 (O)



International Journal of Advanced Engineering Research and Science

(IJAERS)

An Open Access Peer-Reviewed International Journal



Journal DOI: 10.22161/ijaers

Issue DOI: 10.22161/ijaers.109

AI PUBLICATIONS

Vol.- 10 | Issue - 9 | Sep 2023

editor.ijaers@gmail.com | editor@ijaers.com | <https://www.ijaers.com/>

International Journal of Advanced Engineering Research and Science (IJAERS)

(ISSN: 2349-6495(P)| 2456-1908(O))

DOI: 10.22161/ijaers

Vol-10, Issue-9

September, 2023

Editor in Chief

Dr. Swapnesh Taterh

Chief Executive Editor

S. Suman Rajest

Copyright © 2023 International Journal of Advanced Engineering Research and Science

Publisher

AI Publication

Email: editor.ijaers@gmail.com; editor@ijaers.com

Web: www.ijaers.com

International Editorial/ Reviewer Board

Editor in Chief

- **Dr. Swapnesh Taterh (Chief-Editor)**, Amity University, Jaipur, India

Chief Executive Editor

- **S. Suman Rajest**, Vels Institute of Science, Technology & Advanced Studies, India
chief-executive-editor@ijaers.com

Associate Editors

- **Dr. Ram Karan Singh**, King Khalid University, Guraiger, Abha 62529, Saudi Arabia
- **Dr. Shuai Li**, University of Cambridge, England, Great Britain

Editorial Member

- **Behrouz Takabi**, PhD, Texas A&M University, Texas, USA
- **Dr. Gamal Abd El-Nasser Ahmed Mohamed Said**, Port Training Institute (PTI), Arab Academy For Science, Technology and Maritime Transport, Egypt
- **Dr. Hou, Cheng-I**, Chung Hua University, Hsinchu Taiwan
- **Dr. Ebrahim Nohani**, Islamic Azad University, Dezful, IRAN.
- **Dr. Ahmadad Nabih Zaki Rashed**, Menoufia University, EGYPT
- **Dr. Rabindra Kayastha**, Kathmandu University, Nepal
- **Dr. Dinh Tran Ngoc Huy**, Banking and Finance, HCM, Viet Nam
- **Dr. Engin NAS**, Duzce University, Turkey
- **Dr. A. Heidari**, California South University (CSU), Irvine, California, USA
- **Dr. Uma Choudhary**, Mody University, Lakshmangarh, India
- **Dr. Varun Gupta**, National Informatic Center, Delhi, India
- **Dr. Ahmed Kadhim Hussein**, University of Babylon, Republic of Iraq
- **Dr. Vibhash Yadav**, Rajkiya Engineering College, Banda. UP, India
- **Dr. M. Kannan**, SCSVMV University, Kanchipuram, Tamil Nadu, India
- **José G. Vargas-Hernández**, University of Guadalajara Periférico Norte 799 Edif. G201-7, Núcleo Universitario Los Belenes, Zapopan, Jalisco, 45100, México
- **Dr. Sambit Kumar Mishra**, Gandhi Institute for Education and Technology, Baniatangi, Bhubaneswar, India
- **DR. C. M. Velu**, Datta Kala Group of Institutions, Pune, India
- **Dr. Deependra Pandey**, Amity University, Uttar Pradesh, India
- **Dr. K Ashok Reddy**, MLR Institute of Technology, Dundigal, Hyderabad, India
- **Dr. S.R.Boselin Prabhu**, SVS College of Engineering, Coimbatore, India
- **N. Balakumar**, Tamilnadu College of Engineering, Karumathampatti, Coimbatore, India
- **R. Poorvadevi**, SCSVMV University, Enathur, Kanchipuram, Tamil Nadu, India
- **Dr. Subha Ganguly**, Arawali Veterinary College, Sikar, India
- **Dr. P. Murali Krishna Prasad**, GVP College of Engineering for Women, Visakhapatnam, Andhra Pradesh, India
- **Anshul Singhal**, Bio Instrumentation Lab, MIT, USA
- **Mr. Lusekelo Kibona**, Ruaha Catholic University, Iringa, Tanzania
- **Sina Mahdavi**, Urmia Graduate Institute, Urmia, Iran
- **Dr. N. S. Mohan**, Manipal Institute of Technology, Manipal, India
- **Dr. Zafer Omer Ozdemir**, University of Health Sciences, Haydarpasa, Uskudar, Istanbul, TURKIYE
- **Bingxu Wang**, 2721 Patrick Henry St Apt 510, Auburn Hills, Michigan, United States

- **Dr. Jayashree Patil-Dake**, KPB Hinduja College of Commerce, Mumbai, India
- **Dr. Neel Kamal Purohit**, S.S. Jain Subodh P.G. College, Rambagh, Jaipur, India
- **Mohd Muntjir**, Taif University, Kingdom of Saudi Arabia
- **Xian Ming Meng**, China Automotive Technology & Research Center No.68, East Xianfeng Road, Dongli District, Tianjin, China
- **Herlandi de Souza Andrade**, FATEC Guaratingueta, State Center for Technological Education Paula Souza - CEETEPS
- **Dr. Payal Chadha**, University of Maryland University College Europe, Kuwait
- **Ahmed Moustafa Abd El-hamid Elmahalawy**, Menoufia University, Al Minufya, Egypt
- **Prof. Mark H. Rummeli**, University & Head of the characterisation center, Soochow Institute for Energy Materials Innovations (SIEMES), Suzhou, Jiangsu Province, China
- **Dr. Eman Yaser Daraghmi**, Ptuk, Tulkarm, Palestine
- **Holmes Rajagukguk**, State University of Medan, Lecturer in Sisingamangaraja University North Tapanuli, Indonesia
- **Dr. Menderes KAM**, Dr. Engin PAK Cumayeri Vocational School, DÜZCE UNIVERSITY (University in Turkey), Turkey
- **Dr. Jatin Goyal**, Punjabi University, Patiala, Punjab, India | International Collaborator of GEITEC / UNIR / CNPq, Brazil
- **Ahmet İPEKÇİ**, Dr. Engin PAK Cumayeri Vocational School, DÜZCE UNIVERSITY, Turkey
- **Baarimah Abdullah Omar**, Universiti Malaysia Pahang (UMP), Gambang, 26300, Malaysia
- **Sabri UZUNER**, Dr. Engin PAK Cumayeri Vocational School Cumayeri/Duzce/Turkey
- **Ümit AĞBULUT**, Düzce University, Turkey
- **Dr. Mustafa ÖZKAN**, Trakya University, Edirne/ TURKEY
- **Dr. Indrani Bhattacharyya**, Dr. B.C. Roy College of Pharmacy and Allied Health Sciences, Durgapur, West Bengal, India
- **Egnon Kouakouc**, Nutrition/Health at University Felix Houphouet Boigny Abidjan, Ivory Coast
- **Dr. Suat SARIDEMİR**, Düzce University, Faculty of Technology, Turkey
- **Dr. Manvinder Singh Pahwa**, Director, Alumni Relations at Manipal University Jaipur, India
- **Omid Habibzadeh Bigdarvish**, University of Texas at Arlington, Texas, USA
- **Professor Dr. Ho Soon Min**, INTI International University, Jln BBN 12/1, Bandar, Baru Nilai, 71800 Negeri Sembilan, Malaysia
- **Ahmed Mohammed Morsy Hassan**, South Egypt Cancer Institute, Assiut University, Assiut, Egypt
- **Xian Ming Meng (Ph.D)**, China Automotive Technology & Research Center, No.68, East Xianfeng Road, Tianjin, China
- **Ömer Erkan**, Konuralp Campus, Düzce-Turkey
- **Dr. Yousef Daradkeh**, Prince Sattam bin Abdulaziz University) PSAU), KSA
- **Peter JO**, IPB University, Indonesia
- **Nazmi Liana Binti Azmi**, Raja Perempuan Zainab II Hospital, 15586 Kota Bharu, Kelantan, Malaysia
- **Mr. Sagar Jamle**, Oriental University, Indore, India
- **Professor Grazione de Souza**, Applied Mathematics, Rio de Janeiro State University, Brazil
- **Kim Edward S. Santos**, Nueva Ecija University of Science and Technology, Philippines.

Detail with DOI (CrossRef)

Analysis of distortion, corrosion and mechanical properties of welded ASTM A36 steel U-type profiles

Josemairon Prado Pereira, Bruno Agostinho Hernandez, Gilberto de Magalhães Bento Gonçalves, Edson Antonio Capello Sousa, Jonatas Martins Pereira

 DOI: [10.22161/ijaers.109.1](https://doi.org/10.22161/ijaers.109.1)

Page No: 01-08

Beef Cattle Farmers' Economic Behavior in the Minahasa Tenggara Regency, Indonesia

Erwin Wantasen, Sintya JK Umboh, Jein R Leke

 DOI: [10.22161/ijaers.109.2](https://doi.org/10.22161/ijaers.109.2)

Page No: 09-15

Antecedents of Professional Skepticism, Auditor Experience, and Time Pressure in Fraud Detection

Seri Suriani, Herminawaty Abubakar, Indrayani Nur, Sugiarti Selamat, Abustan

 DOI: [10.22161/ijaers.109.3](https://doi.org/10.22161/ijaers.109.3)

Page No: 16-26

Revolutionizing Student Engagement: Artificial Intelligence's Impact on Specialized Learning Motivation

Samreen Rizvi

 DOI: [10.22161/ijaers.109.4](https://doi.org/10.22161/ijaers.109.4)

Page No: 27-31

Assessing the Clinical and Epidemiological profile of patients affected by chagas disease in Belem, Pará, from 2015 to 2018

Arthur Vinicius Alves Maciel, João Vitor Oliveira Moraes, João Vitor Rezende dos Santos Sabola, Luan Monte Pereira, Maria Eduarda Rendeiro Furtado, Pedro Raimundo Cunha Silva, Elaine de Oliveira e Silva, Maria Clara Almeida Sadala dos Santos, João Vitor Tavares da Costa, Edyane Oliveira e Silva, Emanuela Bandeira da Silva, Isabela Lacerda Avila, Juliane dos Santos Costa, Pedro Thiago Malcher de Amorim Dias, Lara Rosa Cardoso e Cardoso, Danielle Lima Barbosa, Manuella Ferraz de Souza Monteiro, Joely Lúcia de Souza Rodrigues, Enaile Dias Pontes, Vittória Marques Bigatão, Gabrielle de Freitas Nogueira, Gabriela Mutran dos Anjos, Valeria Pereira Rezende de Almeida, Silvia Kelly Jacques Sousa de Assis, Thais Costa Valente, João Lucas Barbosa Nery Marques, Daniel Rêgo Sousa, Lucas Stoessel Klautau Sadala, Dienyelle de Nazaré Costa Barbosa, Magno Ferreira da Silva, José Victor Silva Lima, Fabio Andres Ayala Neri, Edmilso Lopes Cabral, Naylane Sousa Pinheiro, Maria Helena Rodrigues de Mendonça

 DOI: [10.22161/ijaers.109.5](https://doi.org/10.22161/ijaers.109.5)

Page No: 32-38

Consequences of Excessive Application of Pesticides and Impacts on the Environment and Human Health

Fernando Ernesto Ucker, Tarek Chaher Kalaoun, Renan Krupok Matias, Fábio Henrique Casarini Gerônimo, Leticia Chaves Fonseca Ucker, Dhiene Leão Silva

 DOI: [10.22161/ijaers.109.6](https://doi.org/10.22161/ijaers.109.6)

Page No: 39-50

Analysis of Air Quality in Parque Vaca Brava

Fernando Ernesto Ucker, Tarek Chaher Kalaoun, Renan Krupok Matias, Fábio Henrique Casarini Gerônimo, Leticia Chaves Fonseca Ucker, Rosane de Paula Castro, Elisângela de Souza Silva

 DOI: [10.22161/ijaers.109.7](https://doi.org/10.22161/ijaers.109.7)

Page No: 51-63

Analysis of distortion, corrosion and mechanical properties of welded ASTM A36 steel U-type profiles

Josemairon Prado Pereira^{1*}, Bruno Agostinho Hernandez², Gilberto de Magalhães Bento Gonçalves³, Edson Antonio Capello Sousa⁴ and Jonatas Martins Pereira⁵

^{1,2,3,4}School of Engineering, Department of Mechanical Engineering, São Paulo State University “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP) –

⁵School of Engineering, Department of Civil Engineering, São Paulo State University “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP) – Campus Bauru, Av. Luiz Edmundo Carrijo Coube, b. 14-01 - Vargem Limpa - 17033-360 - Bauru, SP - Brazil

Received: 21 Jul 2023,

Receive in revised form: 29 Aug 2023,

Accepted: 06 Sep 2023,

Available online: 14 Sep 2023

©2023 The Author(s). Published by AI Publication. This is an open access article under the CC BY license

(<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

Keywords— Distortion. Mechanical properties. Corrosion. Welded joint. Metallic structures.

Abstract— Several factors affect the performance, manufacturing, and assembly of metallic profiles: equipment, welding parameters, and consumables. ASTM A36 steel profiles are widely used to obtain high-quality welded joints. Three factors in the welded joints need to remain nearly invariable and within predictable limits: distortion, corrosion, and mechanical properties. However, industries still have problems with welding steel profiles, such as warping misalignment, misfit, and poor mechanical properties. As a result, it is necessary a calibrated and affordable methodology for welding ASTM A36 steel profiles on the factory floor. Therefore, this study aims to analyse the mechanical performance of ASTM A36 steel profile welded joints using a robot welding machine. A GMAW (Metal Active Gas) welding process was applied to an ASTM A36 type U 100 x 50 profile, 3.0 mm thick, employing a Motoman UP6 robotic arm in butt joints, with and without dots. Two different rod electrode types were used (AWS ER70S-3 and ER70S-6), with a 75%Ar/25%CO₂ shielding gas and current density welding set at 160.6 A and 20.5 V. A three-dimensional scanning methodology was adopted to investigate welded joint distortions. While salt spray accelerated corrosion test was used to analyse deterioration. The mechanical properties were analysed by macrography, microhardness, and chemical analyses in the Heat Affected Zone (HAZ). It was found a distortion displacement lower than 450 µm on the sample's surface, and a mass loss of 10.1 µm/year was detected in terms of corrosion resistance. There was also evidence of chemical heterogeneity between the base metal and weld, mainly in the manganese content with an average reduction of 13% in microhardness measurements when AWS ER70S-3 electrode was used. By using calibrated welding parameters and a welding robot, it was possible to obtain mechanically resistant high-quality standardised welds. This procedure can be further improved by using other profile types to implement new robotic welding procedures.

I. INTRODUCTION

Welding is widely used in structural steel profiles [1]. In order to achieve high-quality welded joints, three factors

must remain stable: welded joint distortion, corrosion, and joint mechanical properties.

Distortion in welding is the result of internal stresses and deformations that act on the weld metal and its

surroundings imposed by the welding thermal cycle [2]. Excessive distortions during welding may cause warping and misalignment in part assembly, leading to misfitting and wrong positioning of the profiles, thus compromising the structure's reliability [3-4]. The correct definition of welding procedures, parameters, and sequence is critical for controlling welding-induced distortion, which was previously investigated [5].

Corrosion is another relevant factor that requires continuous attention to ensure that corrosion levels and mass loss stay below 400 µm/year [6]. In critical situations, where metallic structures are constantly attacked by saline or acidic environments (for example, at sea level or in chlorine vapours environments in industries), efforts to stop material mass decay are critical [7].

Tensile strength is the paramount parameter in the designing of bars and welded joints withstanding critical loading, as in roofs and buildings [8]. Consequently, there is a necessity for chemical and mechanical properties control of the welded section to ensure the loading capacity and safety of such profiles [9].

Another matter of concern in welded joints of metal profiles is the heterogeneity between the Heat Affected Zone (HAZ) and the fusion zone, caused by the dilution of the chemical composition between these two regions [10]. The interaction of welding consumables and the base material of the profile influences the joints' hardness, which can make the welding joint particularly fragile [11], [12].

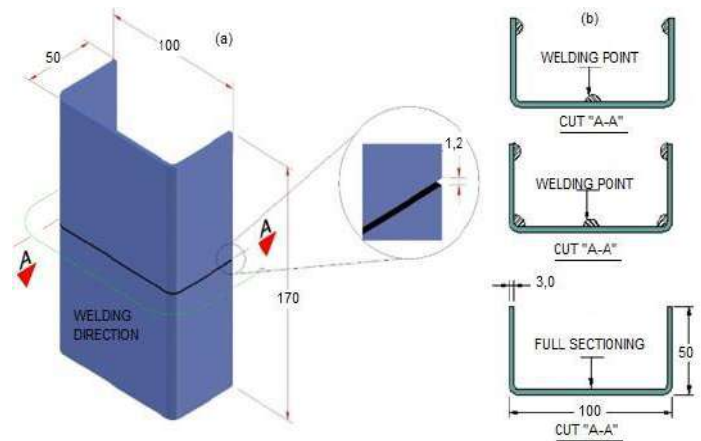
Although all these welding parameters are widely known and studies have been conducted at exhaustion, industries still cannot control their occurrence during in situ welding of structural profiles, mainly for ASTM A36 steel profiles – widely used in the construction field. Consequently, a calibrated methodology for measuring and controlling welding in ASTM A36 steel profiles is urgent and necessary. Moreover, the methodology must be applied on the factory floor using equipment already available in it.

Therefore, the aim of this study is to propose a new welding methodology for the ASTM A36 steel U profiles using a robotic arm assisted with real-time data acquisition to measure deformation levels and control heat intake to reduce distortion, misalignment, and warping when welding those profiles in situ using Gas-Shielded Arc Welding (GMAW) with distinct electrode wire types and joint preparation methods..

II. MATERIALS AND METHODS

2.1 Welding Preparation

Two ASTM A36 cold-bent steel U profiles 100x50x85mm, 3.0mm thick, were used as base metals, Fig. 1. Conventional Gas Metal Arc Welding (GMAW) process using the MIGArc 6200i welding machine (Castolin Eutectic, Switzerland) was conducted with a gas mixture of 75%Ar/25%CO₂, at a flow rate of 2.1x10⁻⁴ m³ /s (12.5 l/min). Table 1 shows the main chemical elements of the base metal and the electrode wires used.



Source: From the authors.

Fig. 1 - Welding joints Assembly: (a) constituent parts arrangement; (b) "U" profiles fixing (cut "AA"). Dimensions in millimetres.

Table 1 - Main chemical elements of base and addition metals.

Material	Composition (% by weight)				
	C	Si	Mn	P	S
ASTM A36	0,11	0,15	0,39	0,013	0,080
ER70S-6	0,10	0,98	1,48	0,012	0,011
ER70S-3	0,09	0,64	1,03	0,012	0,013

Source: From the authors.

Three pre-welding joint techniques were assessed in this study: no pre-welding preparation, three pre-welding joints, and five pre-welding joints. In the latter two cases, the two U profiles were initially pre-welded using the spot-welds technique in odd numbers (three or five) placed along the joint cross-section, Fig. 1. It was assured that the U-profile surfaces were flat, free of inclusions, sanded with sandpaper (80 and 120), and free of oxides or dirt caused by handling.

The influence in welding distortion of two types of electrode rods was also assessed: AWS ER70S-3 and

ER70S-6 electrode wires (with 0.9 mm and 1.0 mm diameters, respectively). Consequently, a total of six (n = 6) combinations of parameters were analysed: U profiles without preparation welded with AWS ER70S-3 or ER70S-6 (SS), U profiles with three spot-welds preparation welded with AWS ER70S-3 and ER70S-6 (3P), and U profiles with five spot-welds preparation welded with AWS ER70S-3 and ER70S-6 (5P). The welding torch was operated by a Motoman UP6 robotic arm (Yaskawa America, Inc., Japan), specially adapted and programmed to carry out the welding operations in a single horizontal movement, always from left to right, Fig. 2.

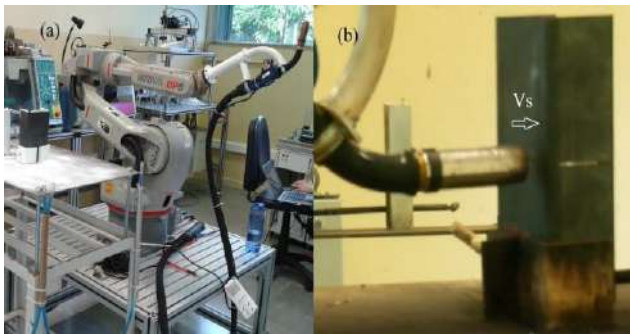


Fig. 2 - Torch displacement system: (a) robotic arm adaptation; (b) joint positioning and welding direction.

Source: From the authors.

During the welding, the instantaneous values of the welding current and voltage were compiled by data acquisition and processing systems. Additionally, the electrode wires' current density was kept around 205 A/mm² in the welding process. Table 2 lists the average current, voltage, and welding speed for all base metal/electrode wire combinations. The welding bead chemical composition was analysed by optical emission spectrometry Spark OES (PG Instruments Limited, United Kingdom).

Table 2 - Values of the welding parameters applied to the BM/wire-electrode groups

Weld metal	Composition (% by weight)				
	C	Si	Mn	P	S
A36-S6	0,09	0,60	0,86	0,02	0,03
A36-S3	0,09	0,32	0,75	0,02	0,02

Us (voltage), Is (current), Vs (welding speed).

Source: From the authors.

2.2 Distortion Analysis

The distortion analysis due to the welding thermal cycle was carried out using the image superimpose technique of the joint, before and after welding: surface points were collected throughout the joint from images produced by a three-dimensional "OCR" scanner (GOM – Precise Industrial 3D Metrology, Germany). From the collected image data, it is possible to superimpose the images of the joints using Atos Professional surface analysis software (Version V.75S41, GOM – Precise Industrial 3D Metrology, Germany).

2.3 Corrosion Analysis

The corrosion decay rate can be expressed as a function of effective nominal stress (σ_f) as:

$$\sigma_f = \frac{Q}{A_f}, \text{ for } \sigma_f < \sigma_u \tag{1}$$

Where σ_u is the ultimate stress, Q is the load applied to the profile and A_f is the final area of the profile.

The evaluation of the welded joints' corrosion resistance was carried out in terms of mass loss, according to ASTM B117 standard [21], using an accelerated corrosion test: 189-hours salt spray, with a 5% NaCl solution, at 32 ± 2°C.

2.4 Macro-structural integrity analysis

The macro-structural integrity was assessed by measuring the width of the obtained weld beads, as well as by calculating the dilution proportion between Heat Affected Zone (HAZ) and base metal (BM). A 500x industrial desktop magnifyiFig.ng electronic USB digital microscope (v.500x, Imports, China), with Hotviewer software (v.2.0.11.20, HOT Inc., USA), was used to acquire macrograph photos of the welded joint cross sections.

Vickers microhardness tests (loading of 1 kgf) were carried out in a Digimess HV-1000 microhardness testing machine (Digimess, Brazil) to obtain the hardness in the cross-section of the welded joints, covering the weld metal, heat-affected zone, and the base metal. Fig. 3 shows the hardness measurement points spaced 0.25 mm apart to visualize a microhardness field in the weld bead, placed horizontally along three parallel lines in the centre of the weld joint.

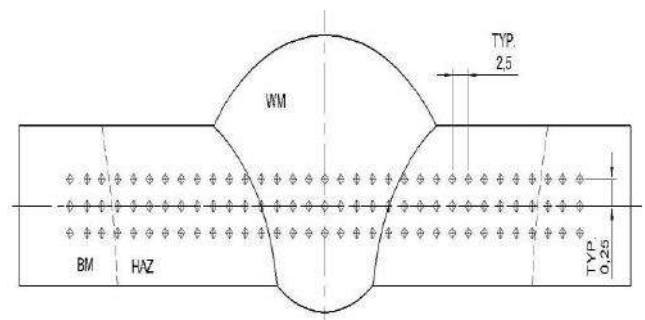


Fig. 3 - Arrangement of the sample's microhardness measurement points. Where HAZ is the Heat Affected Zone, BM is the Base Metal, and WM is the Welding Metal or Fusion Zone.

Source: From the authors.

Ninety-six (n = 96) samples were extracted and machined into standard tensile testing samples (Standard BS 709:1983) [22] from the weld bead region of A-36 steel welded profiles with both ER70-S6 and ER70-S3 electrodes. A tensile test was conducted in an EMIC Universal Testing Machine (Model: 50kN, Instron Equipamentos Científicos Ltda, Brazil) to obtain the mechanical properties of the welding regions.

III. RESULTS

Table 3 lists the chemical element contents of the welded joints obtained during the welding process, and Fig. 4 shows the distortion magnitude mapped by the scanning technique. Welded sets A36-S6 (3P) and A36-S3 (3P) were the least deformed, average of 110 μm. Samples A36-S6 (5P) and A36-S3 (5P) presented an average distortion of 280 μm, whereas samples A36-S6 (SP) and A36-S3 (5P) had the highest deformations, an average of 317 μm.

Table 3 - Contents of basic chemical elements obtained by spectrometry of the weld bead with consumables with electrode wire.

Weld metal	Composition (% by weight)				
	C	Si	Mn	P	S
A36-S6	0,09	0,60	0,86	0,02	0,03
A36-S3	0,09	0,32	0,75	0,02	0,02

Source: CADEP.

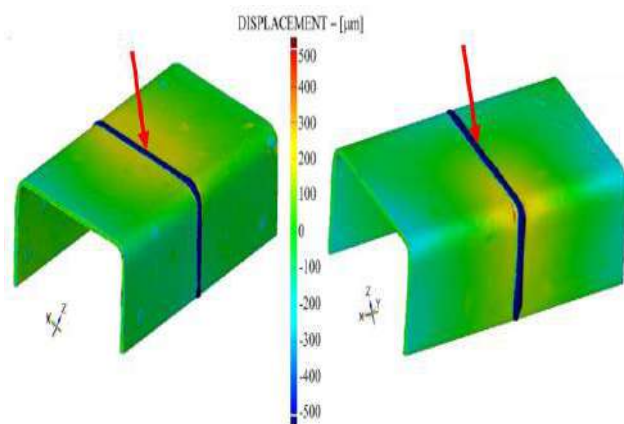


Fig. 4 - Point displacement/distortion: ASTM-S6 and ASTM-S3 welded group. Red Arrow indicates de welding bead.

Source: From the authors.

Fig. 5 depicts the longitudinal displacement/distortion in the cross-section indicated by the red arrow in Fig. 4. The maximum displacement value of 395 μm was observed in the welding process using the electrode wire AWS-ER70-S6, where the welding joint was prepared without spot-welding. The lowest value, 119 μm, was with the same electrode but in the profile with pre-welding with five spots.

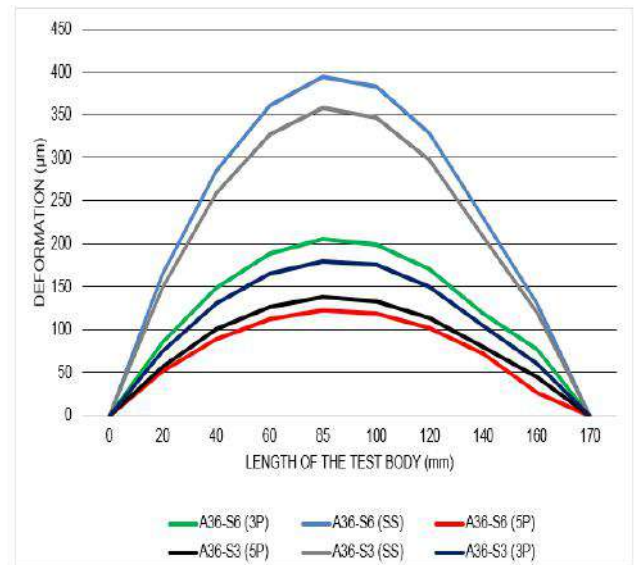


Fig. 5 - Longitudinal deformation at the cross-section indicated by the red arrow in Fig. 4. Legend: U profiles without preparation welded with AWS ER70S-3 (SS) or ER70S-6 (SS), U profiles with three spot-welds preparation welded with AWS ER70S-3 (3P) or ER70S-6 (3P), and U profiles with five spot-welds preparation welded with AWS ER70S-3 (5P) or ER70S-6 (5P).

Source: From the authors.

Fig. 6 illustrates the propagation of corrosion on the surface of the material, and its degradation. The welded part reaches the maximum degradation rate of 11 μm per year after 65 days, but it stabilises after that. Fig. 7 presents the result of the macrograph test that shows a reinforcement of the bead due to a good penetration of the weld. The weld bead widths were around 6.7 mm and 5.5 mm using AWS ER70S-3 and AWS ER70S-6 electrode wires, respectively.

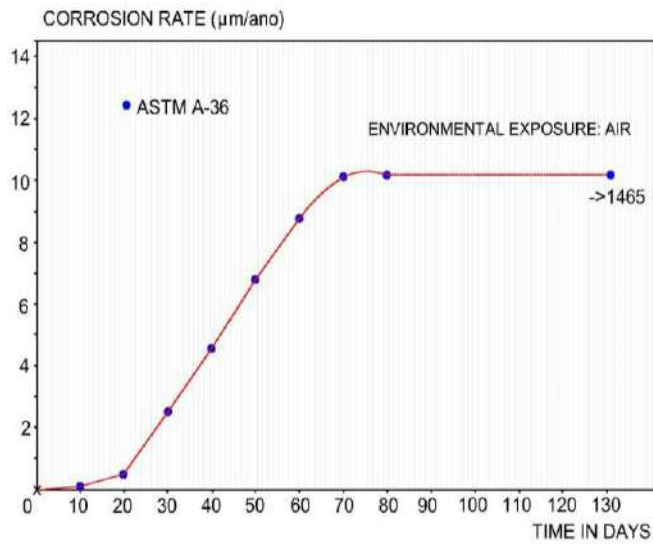
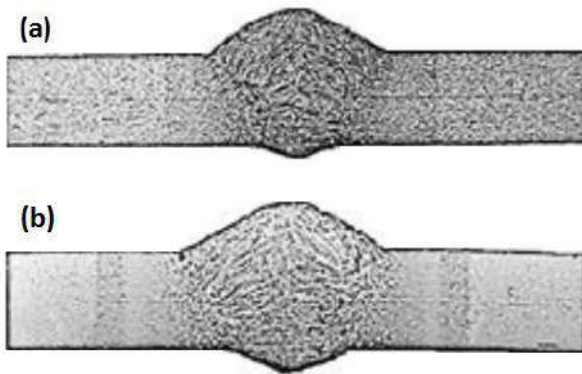


Fig. 6 - Corrosion rate diagram for ASTM A36 steels.

Source: From the authors.



Source: From the authors.

Fig. 7 - Macrograph of welded joints for different sample sets of BM with weld metal; (a) sample welded with A36-S6 electrode and (b) sample welded A36-S3 electrode.

Image scale: 50x.

Fig. 8 depicts microhardness measurements acquired in the cross-section of the welded joints, covering the Heat Affected Zone (HAZ) and the Base Metal (BM), Fine-Grained region (FG), Coarse-Grained region (CG), and the Welding Metal (WM). Maximum values will be found in the centre of the bead with an average of 185 Vickers, and it stabilises at 140 Vickers towards the base metal.

Table 4 - Mean Vickers values (HV) microhardness test measurements: base metal (BM); thermally affected zone (HAZ), fine-grained region (FG); coarse-grained region (CG); melting zone (MZ).

Sample	BM	HAZ	FG	CG	MZ	MZ/CG	CG/FG	MZ/HAZ	HAZ/BM
A36-S6	141	155	149	161	188	1.17	1.08	1.21	1.10
A36-S3	143	150	143	156	176	1.13	1.09	1.17	1.05

Source: From the authors.

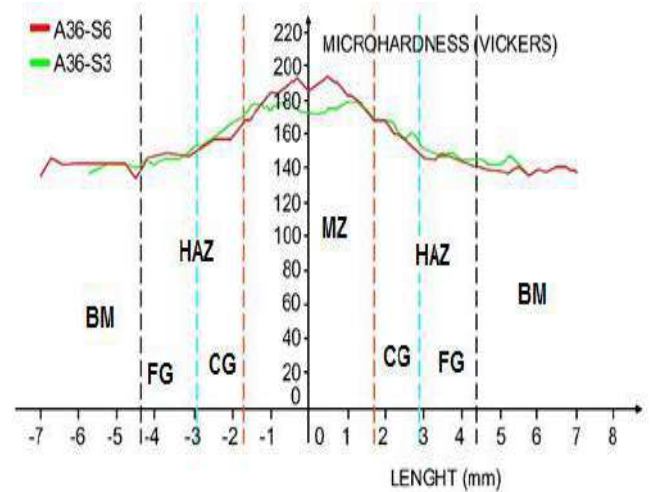


Fig. 8 - Microhardness curves for sets A36-S6 and A36-S3.

Source: From the authors.

Table 4 depicts the hardness values in the regions close to the weld bead and in the region of the thermally affected zone. In general, the values remained close to 150 Vickers, but increased by 17%, to 185 Vickers, in the weld bead.

Fig. 9 shows the result of the tensile tests. It can be noticed that all samples ruptured in the same region, on the border of the HAZ with the Base Metal. Table 5 depicts the average results from the tensile tests of the samples extracted from the weld bead region of A-36 steel of both ER70-S6 and ER70-S3 electrodes.



Fig. 9 - Breakage occurrence in HAZ: 9mm away from the bead.

Source: From the authors.

Table 5 - Average values of displacement, strain, and breaking stress in a tensile test from the 90 samples extracted from the weld bead region of A-36 steel of both ER70-S6 and ER70-S3 electrodes.

Displacement	Strain	Breaking Stress
mm	%	MPa
15,77	9,3%	430,22

Source: From the authors.

IV. DISCUSSION

Structural steel profiles are widely used in industry and the construction of buildings. Most of the time, they are assembled using welded joints [1]. Although the welding process and its variables are widely known, industries still face several challenges when they have to assemble parts in situ, especially regarding misaligned and warped structural elements due to poor welding. There are some data on metallic structures collapsing due to poor welding quality [23][24]. There is, therefore, a need for a welding methodology, applicable in industry, that controls distortion and mechanical properties of the weld joints on structural profiles, ensuring the safety of the structure.

Consequently, this study aimed to analyse distortion, macro-structural corrosion, and microhardness of the most common steel profile used in metallic structures, the ASTM A36 cold-bent steel U profile, when it is welded with a new proposed welding methodology using a robotic arm assisted with real-time data acquisition of deformation levels. With this method, we hypothesize that it is possible to measure and control distortion, misalignment, and warping when assembling/welding those profiles in situ. In the current study, Gas-Shielded Arc Welding (GMAW) processes with two distinct electrode wire types and three joint preparation methods were employed.

Table 3 presented the basic chemical elements of the weld bead obtained by spectrometry technique. It shows that manganese and silica elements dissolved in the solder bead, which was similar to the welding procedure conducted by Venkateshkannan (2022) [13], but in flat steel sheets.

In terms of distortion/displacement due to thermal energy, Figures 4 and 5, the bent wings stabilised the structure, thus preventing larger profile distortions, either with AWS ER70S-6 or AWS ER70S-3 electrode wires. The average displacement in the wing was less than 200µm and less than 450µm at the centre of the profile.

Figure 5 depicted the distortion of a cross-section of the profile: due to the distortion of crystalline planes in the bent wings, the heat did not propagate at the same speed as in the centre, thus resulting in less distortion. Such deformations agreed with the work of Baruah (2022), which presented larger displacements close to the weld regions due to thermal residual stresses.

Corrosion is another relevant parameter in welded joints of structural profiles. When internal forces derived from initial corrosion act on the cross-sectional area, they may exceed the ultimate failure stress, thus, gradually, and internally, increasing the erosion in the profile cross-sectional area. This is particularly important in ASTM A36 steel, as it is widely used in industry, and it is noticeably less corrosion-resistant than other steel alloys [25].

As shown in Figure 6, once the corrosion of ASTM A36 has started, the mass loss rises at a very slow pace, reaching 0,5 µm/year after 20 days. From this point, the corrosion rate abruptly increases and reaches a plateau of 10 µm/year around the 70th day. The main reason for the occurrence of a plateau is due to the surface oxide-saturation phenomenon in the cross-section area, which behaved as a shield and limited a further increase in the rate. Nonetheless, in comparison to the entire duration of the material degradation test (1465 days), the period of a sharp increase in the corrosion rate is very short, only 50 days. Silva, Costa, and Almeida investigated corrosion using cathodic protection in thick ASTM A36 steel plates, and they found similar rates of cross-sectional area loss during the salt spray acceleration process [16].

The macrograph in Figure 7 pictures a good reinforcement of the joint and a homogeneous cross-section throughout the length of the bead, either for a profile welded with A36-S6 or A36-S3. The only, and minor, difference was in the width of the HAZ. This gives confidence that the welding robot was efficient in welding those profiles.

In terms of hardness, Figure 8, regions with lower hardness and better preservation of the base metal were observed when electrode AWS ER70-S3 was used. This might be a result of an ideal heat input rate, as there was a larger weld bead (fusion zone), and the chemical elements were more diluted compared to the weld bead with AWS ER70-S6, Table 3. Moreover, the welding beads' macrography in Figure 7 shows the formation of long crystals in the specimen welded with ER76-S6 electrode wire, indicating a higher concentration of manganese in the ER76-S6 electrode wire, leading to an increase in hardness levels [18]. This indicates that electrode AWS ER70-S3 might be a better choice in welding ASTM A36 cold-bent steel U profiles, as it is necessary to have homogeneity in

the dilution of chemical elements and lower hardness, and electrode AWS ER70-S3 might be best suited for welding anchor bolts, as it is needed stiffer joints in this case.

In terms of mechanical properties and breaking behaviour acquired from the tensile tests, Figure 9 and Table 5, it was possible to notice that the rupture of every specimen followed the pattern shown in Figure 9, which might be related to the hardness and ductility changes in the material in this fractured region. As can be seen in Figures 7 and 8, the fracture occurred in the transition between the HAZ and base metal zones, where the hardness levels dropped to 140 Vickers, a much softer region.

V. CONCLUSION

The aim of this study was to propose a new welding methodology for the ASTM A36 steel U profiles using a robotic arm assisted with real-time data acquisition of deformation levels. With this method, it is possible to reduce distortion, misalignment and warping when assembling those profiles in situ. The use of laser scanning on the welded surfaces allowed to model and measure the distortions caused by the welding process, with an accuracy 160 microns between different readings. This distortion analysis process might be a useful tool for industries that use the GMAW welding process. Future studies will be to employ this technique into other structural profiles and other electrodes.

DECLARATION OF INTERESTS

The authors declare that they have no known competing financial interests or personal relationships that could have appeared to influence the work reported in this paper.

AUTHOR CONTRIBUTIONS

All authors contributed to the study conception and design. Material preparation, data collection and analysis were performed by Josemairon Prado Pereira, Bruno Agostinho Hernandez, Gilberto de Magalhães Bento Gonçalves and Edson Antonio Capello Sousa. The first draft of the manuscript was written by Josemairon Prado Pereira and all authors commented on previous versions of the manuscript. All authors read and approved the final manuscript.

ACKNOWLEDGMENTS AND FUNDING INFORMATION

The authors thanks the Graduate Program in Mechanical Engineering at UNESP – Campus of Bauru, Brazil. This project was funded by CadSteel Engenharia.

REPLICATION OF RESULTS

The results data will be made available as requested by anyone.

REFERENCES

- [1] Majid G, Shervin M. (2023). Experimental and numerical investigations of block shear failure in gusset plates welded to double angle members. *Structures.*, vol 48, 2023, p.1356-1372. Elsevier. <https://doi.org/10.1016/j.istruc.2023.01.047>.
- [2] Akhyar; Tamlicha, A.; Farhan, A.; Azwinur; Syukran; Fadhilah, T.A.; Firsia, T.; Raja Ghazilla, R.A. Evaluation of Welding Distortion and Hardness in the A36 Steel Plate Joints Using Different Cooling Media. *Sustainability* 2022, 14, 1405. <https://doi.org/10.3390/su14031405>.
- [3] M. V. Deo & P. Michaleris (2003) Mitigation of welding induced buckling distortion using transient thermal tensioning, *Science and Technology of Welding and Joining*, 8:1, 49-54, DOI: 10.1179/136217103225008919.
- [4] Hasan MF (2016) Analysis of Mechanical Behavior and Microstructural Characteristics Change of ASTM A-36 Steel Applying Various Heat Treatment. *J Material Sci Eng* 5: 227. doi:10.4172/2169-0022.1000227
- [5] Azad, N., Darvazi, A.R. & Iranmanesh, M. Effect of Thermal Distribution and Stiffness Variation on Welding Distortion in a Ship Panel Structure. *Arab J Sci Eng* 44, 10373–10387 (2019). <https://doi.org/10.1007/s13369-019-04043-x>
- [6] Nandakumar, N., and K. S. Yokesh. "Experimental validation and Parametric Optimization in MIG welding of A-36 steel plate using Taguchi-Fuzzy logic approach." *Solid State Technology* 64.2 (2021): 5547-5561.
- [7] Pushp Kumar Baghel, Effect of SMAW process parameters on similar and dissimilar metal welds: An overview, *Heliyon*, Volume 8, Issue 12, 2022, e12161, ISSN 2405-8440, <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e12161>.
- [8] Brownell, Lloyd E., and Edwin H. Young. *Process equipment design: vessel design*. John Wiley & Sons, 1959, ISBN: 978-0-471-11319-5.
- [9] Millet, Barry, et al. "ASME Pressure Vessel Internals and Their Design Code." *Pressure Vessels and Piping Conference*. Vol. 56963. American Society of Mechanical Engineers, 2015. <https://doi.org/10.1115/PVP2015-45312>.
- [10] Fatima, Shane & Khan, Mushtaq & Jaffery, Syed & Ali, Liaqat & Mujahid, Mohammad & Butt, Shahid. (2015). Optimization of process parameters for plasma arc welding of austenitic stainless steel (304 L) with low carbon steel (A-36). *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part L: Journal of Materials: Design and Applications*. 230. 10.1177/1464420715584392.
- [11] Sagar Ashvinkumar Padhiar, S. Vincent, Effect of hard facing processes on Mild steel A-36 by arc welding,

- Materials Today: Proceedings, Volume 28, Part 2, 2020, Pages 526-531, ISSN 2214-7853, <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2019.12.213>.
- [12] R.A. Bajares, L. Di Mella, Study of the Corrosion Rate in the Couple of Steels ASTM A-36 and AISI/SAE 304 in a Water-coke of Petroleum System., *Procedia Materials Science*, Volume 8, 2015, Pages 702-711, ISSN 2211-8128, <https://doi.org/10.1016/j.mspro.2015.04.127>.
- [13] Venkateshkannan M, Arivazhagan N, Nageswara Rao M, Madhusudhan Reddy G. Characterization of weld joints produced by continuous wave and double pulse gas metal arc welding in naval grade high-strength low-alloy steel [online]. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers Part E: Journal of Process Mechanical Engineering* 2022. doi: 10.1177/09544089221126430.
- [14] Akhyar, Akhyar & Akram, Akram & Farhan, Ahmad & Azwinur, & Syukran, & Fadhilah, Teuku & Firsya, Teuku & Raja Ghazilla, Raja Ariffin. (2022). Evaluation of Welding Distortion and Hardness in the A36 Steel Plate Joints Using Different Cooling Media. *Sustainability*. 14. 1405. 10.3390/su14031405.
- [15] Baruah, Sandipan & Sarkar, Subrato & Singh, Indra Vir & Mishra, B.K. (2022). A computational framework based on FEA, ML and GA for estimation of welding residual stresses. *Finite Elements in Analysis and Design*. 205. 10.1016/j.finel.2022.103753.
- [16] Silva, Adiana & Costa, Esdras & Almeida, José & Maciel, Theophilo & Cavalcante, Danielle & Passos, Tibério. (2022). Effect of Hydrogen on the Mechanical Properties of ASTM A182 F22 and ASTM A36 Steels Welded Joint Using Inconel 625 as Filler and Buttering Metal. *Materials Research*. 25. 10.1590/1980-5373-mr-2021-0339.
- [17] Ma, Hong & Qin, Guoliang & Geng, Peihao & Ao, Zhiyong & Chen, Yong. (2022). Effect of intermetallic compounds on the mechanical property and corrosion behaviour of aluminium alloy/steel hybrid fusion-brazed welded structure. *Journal of Manufacturing Processes*. 75. 170-180. 10.1016/j.jmapro.2022.01.004.
- [18] Coelho, Fagner & Bracarense, Alexandre & Lima II, Eduardo. (2022). Analysis of Parameters Based on Deposited Beads Geometry in Single-Pass Multi-layers Applied in Wire Arc Additive Manufacturing Process. *Arabian Journal for Science and Engineering*. 10.1007/s13369-022-07011-0.
- [19] John M, P AK, K UB. AHSS welding using undermatching filler wires and process advantages with P-GMAW. *Materials Today: Proceedings*. Proceedings, and undefined. 2022;49:1312-8. doi: 10.1016/j.matpr.2021.06.388.
- [20] Subashini, L. & Prabhakar, K. & Ghosh, Swati & Gadhe, Padmanabham. (2020). Comparison of laser-MIG hybrid and autogenous laser welding of M250 maraging steel thick sections—understanding the role of filler wire addition. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*. 107. 10.1007/s00170-020-05113-3.
- [21] AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. ASTM-B117-11: Standard practice for operating salt spray (fog) apparatus, West Conshohocken, 2011.
- [22] BRITISH STANDARD – GROUP BSI. BS 709:1983: Procedures for UK registration for open systems standards. Procedures for the UK name registration authority, United Kingdom, 1991.
- [23] Masabuchi, Koichi, *Analysis of Welded Structures* (Pergamon International Library: International series on materials science and technology; 33), USA, 1980.
- [24] RONG, Y.; HUANG, Y.; WANG, L. Evolution Mechanism of Transient Strain and Residual Stress Distribution in Al 6061 Laser Welding. *Crystals*, Basel, v. 11, n. 2, p. 13, 17 February 2021. ISSN 2073-4352. Disponível em: <<https://www.mdpi.com/2073-4352/11/2/205>>. Acesso em: 13 March 2021. Considering the harm that residual stress causes to the mechanical properties of a weld joint, the evolution mechanisms of transient strain and residual stress distribution are investigated in laser welding of Al 6061, considering that these originate fro.
- [25] SEIDU, S. O.; KUTELU, B. J. Effect OF HEAT TREATMENTS ON CORROSION OF WELDED LOW-CARBON STEEL IN ACID AND SALT ENVIRONMENTS. *Journal of minerals and materials characterization and engineering, Ado-Ekiti*, v. 1, n. 2013, p. 95-100, may 2013.

Beef Cattle Farmers' Economic Behavior in the Minahasa Tenggara Regency, Indonesia

Erwin Wantasen^{1*}, Sintya JK Umboh¹, Jein R Leke²

¹ Department of Social Economics, Faculty of Animal Husbandry, University of Sam Ratulangi, Indonesia

² Department of Cattle Production, Faculty of Animal Husbandry, University of Sam Ratulangi, Indonesia

*e-mail: erwinwantasen@yahoo.co.id

Received: 01 Aug 2023,

Receive in revised form: 01 Sep 2023,

Accepted: 09 Sep 2023,

Available online: 14 Sep 2023

©2023 The Author(s). Published by AI
Publication. This is an open access article
under the CC BY license

(<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

Keywords— *Households, inseminator costs, natural mating, household income, added value, economic behavior*

Abstract— *The purpose of this research is to analyze the influencing factors of household income from beef cattle business in the use of artificial insemination and natural mating and evaluate the impact of changes in various external factors on economic behavior, such as the added value of cattle, income from cattle and production costs, allocation of family labor, the income of food crop farming, family income, food consumption, and non-food consumption as well as farmer household savings in the use of artificial insemination and natural mating systems in beef cattle. Further, the measurement of insemination and natural mating employed the approach of inseminator and natural mating costs. This research was conducted using a case study method on 150 beef cattle farmers located in Tababo Selatan Village and Buku Selatan Village, Belang District and Molompar Village and Molompar I Village, Tombatu Timur District, Minahasa Tenggara Regency. Specifically, the study used a purposive random sampling method. Data were analyzed by simultaneous equations, using the two-stage least squares (2SLS) method and simulated analysis, using the SAS statistical application program. The results show that artificial insemination and natural mating systems had a significant effect on the added value of cattle, increasing the family time allocation of the farmer to the cattle business, production costs, the value of manure production, the rent value of bulls, and the value of unsold cattle. The simulation model demonstrated that an increase in inseminator costs and natural mating costs by 20% could increase the added value of beef cattle, allocation of family working time in the cattle business, beef cattle income, family income of the farmers, and food and non-food consumption.*

I. INTRODUCTION

The process of production, income, and consumption in households of beef cattle farmers is an integral unit so any changes in policies governing cattle business activities will affect production, income, consumption, and use of labor [1,2]. Households of beef cattle farmers must be able to survive from their production so they have to work hard to obtain the expected additional

production. An increase in the income of draft cattle farmers due to the increasing results of cattle production will improve the welfare of farmers in rural areas. The increasing income of cattle has an impact on increasing the standard of living of farmers in rural areas [3].

Household income of beef cattle farmers increases due to changes in trends in food consumption patterns. Engels' law explained that if income increases, the contribution of

income to food consumption will decrease so that the contribution of non-food consumption will increase. In detail, there are two types of non-food consumption, such as consumption due to needs and consumption resulting from desires. If consumption is due to the increasing desire, the existing savings of farmers' households will decrease, which, in turn, it will affect investment, production, and so forth [4,5,6,7,8]. Most of the draft cattle businesses in Belang and Tombatu Timur Districts, Minahasa Selatan Regency are mostly back-yard farming, currently managed traditionally on a small-business scale and using simple technology. The main characteristic of the household of farmers shows that the cattle business is managed by the household and its family members for generations. This phenomenon is the behavior of households as producers in economic activity. In addition, being a producer, the household is also a labor provider and consumer. Family labor is allocated to work both in the cattle business, and other farming businesses, and outside of the farming business.

The fact displays that the income of cattle farmers is inseparable from two issues, such as the benefits of cattle as draft cattle both for cultivating agricultural land, for transportation facilities, and benefits from the development of added value of cattle from year to year. The added value of cattle in the research site is inseparable from the physical condition of the cattle, such as straight and muscular body posture and attractive appearance, such as clean and white color, and high buttons. So far, cattle farmers in the Minahasa Selatan Regency have artificial insemination (AI), combined with the natural mating system to increase the added value of their cattle. The greater added value of cattle will increase the income of cattle farmers, which, in turn, will improve the welfare of farmers in rural areas. The cattle breeds used in AI are PO cattle, which are greatly demanded by the people in the research site. The increasing income from Ongole breeds has an impact on improving the living standards of farmers in rural areas.

Based on the issues above, this research generally aims to study the economic behavior of the households of cattle farmers in the Minahasa Tenggara Regency. The specific objectives are (1) to analyze the interconnectedness of influencing factors of beef cattle farmers' economic behavior under the use of artificial insemination technology and natural mating systems, and (2) to examine the effect of changes in external factors on the economic behavior of beef cattle farmers under the use of insemination technology and natural mating systems.

II. RESEARCH METHOD

2.1. Site and Time of the Research

The research was a case study conducted in two villages of Belang District, such as Tababo Selatan Village and Buku Selatan Village, and two villages in Tombatu Timur District, such as Molompar Village and Molompar I Village, Minahasa Tenggara Regency, North Sulawesi Province. These two districts were selected since they were the center of beef cattle production in Minahasa Tenggara Regency, with a total cattle population of 1,856 (40.23%) [8].

Tababo Selatan, Buku Selatan, Molompar, and Molompar I Villages were chosen as the research site since they had the largest population of cattle in Belang District and Tombatu Timur District, which was 923 cattle or 49.73% in 2021 [8]. Cattle farmers in the four villages had implemented artificial insemination and natural mating as well as cow dung processing into manure. The primary data collection of this research was conducted from March 2023 to April 2023.

2.2. Types of Data, Data Collection Technique, and Sample Determination of Respondent

The type of data in this research was primary data, such as total cattle, the total of family members, farming experience, production costs, income from cattle and food crop farming, consumption, use of human and cattle labor, and so on. Then, the data collection technique was performed using survey techniques (direct observation) in the field by obtaining clear and detailed information from a sample of farmers related to a particular issue using a questionnaire guide and in-depth interviews. The total samples in the research were 150 cattle farmers, selected by purposive random sampling from 289 cattle farmers based on the consideration that the farmer had 2 cattle minimally and sold cattle.

2.3. Data Analysis Method

To answer the research objectives, the econometric model approach was employed. The built household economic model utilized simultaneous equations so that it could explain the interconnectedness between variables in the household economy of cattle farmers. The model had 12 equations, consisting of 9 structural equations and 3 equations of identity. Moreover, there were 12 endogenous variables and 7 exogenous variables. The 2 SLS (Two Stage Least Square) method was used to estimate the estimation parameters. To determine the effect of changes in external factors on the household economy, a simulation analysis was performed on (1) the cost of inseminators, which increased by 20 percent, and (2) the costs of natural mating, which increased by 20 percent, after the model was first validated using Theil's Inequality Coefficient criteria [9]. Meanwhile, data processing was conducted with the

Statistical Analysis System (SAS) program version 9.4. The established household economic model was as follows:

1. Cattle's Added Value

$$\text{PROS} = a_0 + a_1 \text{TKDS} + a_2 \text{BIN} + a_3 \text{BKA} + e_i \dots \dots \dots (1)$$

2 Use of Labor

$$\text{TKDS} = b_0 + b_1 \text{PROS} + b_2 \text{JARP} + e_i \dots \dots \dots (2)$$

3. Cost of Cattle Business

$$\text{BPH} = c_0 + c_1 \text{BPKS} + c_2 \text{PROS} + e_i \dots \dots \dots (3)$$

4. Income and Revenue

$$\text{PDRT} = \text{PDS} + \text{PDNS} \dots \dots \dots (4)$$

$$\text{PDS} = \text{PNS} + \text{NPKS} + \text{NMJ} + \text{NTD} - \text{BPTS} \dots \dots (5)$$

$$\text{PNS} = i_0 + i_1 \text{PROS} + e_i \dots \dots \dots (6)$$

$$\text{BPTS} = \text{BPH} + \text{BIN} + \text{BKA} \dots \dots \dots (7)$$

$$\text{NPKS} = d_0 + d_1 \text{PROS} + e_1 \dots \dots \dots (8)$$

$$\text{NMJ} = e_0 + e_1 \text{Pros} + e_i \dots \dots \dots (9)$$

$$\text{NTD} = f_0 + f_1 \text{PROS} + e_i \dots \dots \dots (10)$$

5. Consumption

$$\text{KP} = g_0 + g_1 \text{PDRT} + g_2 \text{PDFO} + g_3 \text{JART} + e_i \dots \dots \dots (11)$$

$$\text{KNP} = h_0 + h_1 \text{PDRT} + h_2 \text{KP} + e_i \dots \dots \dots (12)$$

where, PROS was the added value of cattle (Rp/year/respondent); TKDS was family labor in the cattle business (HOK/year/respondent); BPTS was the production cost of cattle business (Rp/year/respondent); BPH was the cost forage feed (Rp/year/respondent); PDRT was household income of cattle farmers (Rp/year/respondent); PDS was income from cattle business (Rp/year/respondent); PNS was income from cattle sales (Rp/year/ respondents); NPKS was the value of cow dung processing (Rp/year/respondent); NMJ was the value of bulls leasing (Rp/year/respondent); NTD was the value of unsold cattle (Rp/year/respondent); PDNS was income from food crops farming (Rp/year/respondent); KP was food consumption (Rp/year/respondent); KNP was non-food consumption (Rp/year/respondent); BIN was inseminator cost (Rp/year/respondent); BKA was the cost of natural mating (Rp/year/respondent); BPKS was the cost of education and health (Rp/year/respondent); JARP was the total of productive age of family members (person/respondent); JART was the total of family members (person /respondent); and, PDFO was the formal education of farmers (year).

III. RESULTS AND DISCUSSION

3.1 Household Economy of Ongole-Breed Cattle Famers

The results of the research shown in Table 1 show that the cost of inseminators affected the added value of cattle because farmers had conducted the artificial insemination (AI) system with Ongole-breed (PO) so that additional calves were obtained every year. The increasing cost of inseminators encouraged inseminators to be more active in insemination.

Communities in the research site preferred PO cattle breeds over other cattle breeds since they satisfied the needs of farmers to have draft cattle. By artificial insemination, farmers could mate with more than one female that was ready to mate, at the same time, because the bull in the AI technology had thousands of times ability [10]. The cost of natural mating affected the added value of cattle because natural mating was an alternative for farmers if PO cattle through AI were not available to be mated, so the farmers would look for a bull to mate with their female cattle. However, if seen from the parameter values of the analysis, the added value of cattle obtained from artificial insemination was higher than the added value of cattle produced by the natural mating system. It was because the quality of the PO bull cattle with the AI technique was much better than the bulls with the natural mating technique. In the natural mating system at the research site, a bull usually served four to five female cattle a day so the bull often experienced fatigue, and the natural mating process was often delayed.

In addition, family labor affected the added value of cattle because farmers took good care of their cattle every day so that cattle had a good physical appearance as draft cattle and their value was increasingly higher. Family labor in the cattle business included feeding and drinking, bathing, mating, selling, and cow dung processing into manure. The results of the research are in line with [11.12] arguing that the production and income of the beef cattle business are influenced by the total of beef cattle, family labor, farmer's education, and the total of concentrate feed.

The added value of cattle affected the outpouring of family labor in the draft cattle business because the greater the added value of inseminated cattle and natural mating, the more time allocation the family to take care of their cows, especially to provide green feed and drink, or take care of cattle during pregnancy and their calves. This shows that the potential for family labor had been utilized in the maintenance of the cattle business because the family did not substitute its labor with wage labor. In line with several studies previously [that family labor in the beef cattle business is influenced by the added value of cattle, cattle production, productive household members, family income, income from cattle business, shadow wages of labor, and cattle production costs [13, 3, 12].

Furthermore, the added value of cattle affected the cost of green feeds because the cost of green feeds also depended on the total of the owned cattle resulting from the use of insemination technology and natural mating system. The more cattle, the more forage costs. Conversely, if the forage was reduced, the growth of cattle would be disrupted and would reduce the added value of cattle. Though the forage in the research site was not purchased, the cost of forage for cattle was calculated from the wages paid by farmers to look for forage for cattle. During the dry season, households were difficult to find land where their cattle could graze, so farmers would look for a more distant location for their cattle to graze. It means that the cost of forage would be greater. The feed given was not only grass but also corn leaves and young corn.

The added value of cattle affected the value of manure production because the added value of cattle increased the cow dung production so that additional family labor was required to process it into manure. In this research site, manure was not traded but only used by the household of farmers for food crops farming. The measurement of the value of manure production was through wages for cow dung processing into manure. Therefore, the larger the family labor to process cow dung into manure due to the increase in the added value of cattle, the greater the value of manure production. Additionally, the added value of cattle affected the value of bulls leasing because the bulls owned by farmers were selected bulls and well-known by the community to have the ability in producing quality calves according to the farmers' expectations, which affected its leasing value. The leasing value of studs varied between Rp. 150,000 to Rp. 300,000, depending on the physical appearance of the studs. Farmers expected calves that had the same characteristics as bulls and their mothers.

The added value of cattle affected the value of unsold cattle because farmers kept their cattle that were still productive for work and producing offspring. The cattle aged less than 6 years, including pregnant females and bulls. Averagely, annually, farmers obtained an additional calf so that the added value of owned cattle was increasingly bigger. At the age of 18 months to 28 months, females were mated and bulls were used as a source of breeds so that if the females and bulls were 6-7 years old, farmers would sell them because they were considered unproductive [14].

Further, the added value of cattle affected the revenue of cattle sales because farmers maintained PO-typed cattle that were suitable for the conditions and needs of the people in the research site. The added value of cattle in Kanonang III Village depended on the type of cattle, the total of owned cattle, and the physical condition of the cattle. An increase in added value was usually followed by an increase in the

selling price of cattle so that the income of farmers was greater. However, farmers did not immediately respond to the increase in the added value of cattle by selling their cattle because farmers would only sell cattle at certain times, such as paying for children's tuition, feasts, or health costs [3].

Household income of cattle farmers affected household's food consumption. This was because there was additional household income to a certain extent, so the family would use the additional income to increase the type and volume of food consumption. The coefficient value of household income by 0.02 was relatively the same as a research [15] by 0.01, which showed that only a small portion of income is used for food consumption since households allocate part of their income to satisfy other needs. To a certain extent, additional income would be used by households to satisfy secondary needs [1,3].

The total of household members also affected food consumption because an increase in family members caused an increasing need for rice and other meals. Households were highly concerned about the family's food consumption for daily activities, such as farming and outside farming. Then, this was in line with research [15] arguing that food consumption of vegetables by farmers' households is strongly influenced by total household income, total family members, the risk of changes in prices, and the production of vegetable farming.

Meanwhile, household income affected non-food consumption. This was because the income earned by households was allocated for various needs, including non-food items, such as the needs for farming production, education and health, clothing, socio-spiritual, transportation, and so forth. However, farmers' households also considered the priority scale of expenditure for non-food consumption. Contrastingly, this was different from research [16,17] stating that non-food consumption is not responsive to household income.

3.2. Impact of Changes in External Factors on the Household Economy of Cattle Farmers

Changes in external factors focused on increasing the cost of inseminators and increasing the cost of natural mating systems. The simulation results of changes in external factors on the household economy can be seen in the following Table 2.

3.2.1. Impact of 20% Increasing of Inseminator Cost (1st Simulation) on the Household Economy of Cattle Farmers

An increase in inseminator costs by 20 percent (Table 2) had an impact on the added value of cattle, which increased by 8.91 percent, which improved revenue from cattle sales

by 2.05 percent so income from cattle business increased by 10.38 percent. Even though the cost of cattle production had increased by 2.52 percent, the increasing value in the sales of cattle still provided income for farmers. Farmers' household income increased by 5.73 percent in total, though income from food crops farming and outside agricultural sectors did not change. Thus, increasing food consumption and non-food consumption were by 0.67% and 1.86% percent, and 8.37 percent, respectively. Further, the absorption of family labor in the cattle business increased by 2.53 percent, increasing the cost of cattle production.

This study was in line with previous studies [18,19], which reported that the cost of insemination, the experience

of the farmer, and the total of raised cattle have a significant effect on the farmer's income. The results of this research demonstrate that the cattle business conducted by farmers in the Minahasa Tenggara Regency had a positive impact on the welfare of the farmers' families with the aid of technology. However, artificial insemination and the accessibility of inseminator resources were often not available. Therefore, the continuity of the supply of superior cattle breeds and inseminator workers had to be a concern of the local government [20].

Table 1. Analysis of the economic behavior of Ongole-breeds (PO) farmers

Variables	code	Estimation Parameters	Probability		R ²
			t-Value	Prob>[t]	
Cattle Added Value	PROS				
intercept		0.000000151 ***	3.92	0.0002	0.7743
Family Labor in Cattle Business	TKDS	159533,4 ***	4.82	<.0001	
Inseminator Cost					
Natural Mating Fees	SON		2,27	0.0258	
Family Labor in Cattle	BKA	57.65 **	5,14	<.0001	
Intercepts		26,60 ***			
Added Value Cattle	TKDS				0.6021
Number of RT Members of Working Age	PROS	97.74 ***	9.95	<.0001	
Cow Feed Costs	JARP	0.000002628 ***	0.48	0.6347	0.6267
Intercepts		1.38 ***			
Cattle Added Value	BPH				
Education and Health Costs			14.58	<.0001	
Manure Production Value	PROS	5824112 ***	4.79	<.0001	
Intercepts	BPKS	0.12 ***	-0.41	0.1838	0.6175
Cattle Added Value		-0.01			
The Value of Renting a Stud	NPKS				0.7072
Intercepts			-3,23	0.0017	
Cattle Added Value	PROS	-156970 ***	7,67	<.0001	
Value of Cattle Not Yet Sold	NMJ	0.02 **			0.7596
intercept			-8.45	<.0001	
Cattle Added Value		-4349179 ***	12.31	<.0001	
Acceptance of Cows	NTD	0.38 ***			0.5533
intercept			-3.63	0.0004	
Cattle Added Value		-9108377 **	17,6	<.0001	
Food Consumption	PNS	1.21 ***			0.7011

intercept			6,47	<.0001	
household income	PROS	7208853 ***	2,11	0.0375	
Formal education	KP	0.14 ***			
Number of RT Members			4.45	<.0001	
Non-Food Consumption	PDRT	4885729 ***	2.43	0.0170	0.6035
intercept	PDFO	0.43 **	1.73	0.0870	
household income	JART	172132 *	7,20	<.0001	
Food Consumption	KNP	1350623 ***			
	PDRT		2, 71	0.0079	
	KP	7743148 ***	2.69	0.0084	
		0.12 ***	-0.19	0.2531	
		-0.04			

Source: Data Processed Using SAS 9.4 (2023)

*, **, *** significant at $\alpha = 10\%$, $\alpha = 5\%$ and $\alpha = 1\%$

3.2.2. Impact of 20% Increasing in Cost of Natural Mating (2nd Simulation) on the Household Economy of Cattle Farmers

An increase in the cost of natural mating by 20 percent (Table 2) had an impact on increasing the added value of cattle by 13.04 percent, which, in turn, increased revenue from the sales of cattle by 2.99 percent so that income from

the cattle business increased by 15.13 percent. Though production costs had increased by 3.95 percent, the increasing value of cattle sales still provided income for farmers. In total, farmers' household income increased by 8.34 percent, and increasing household food consumption and non-food consumption was by 0.98 percent and 2.71 percent, respectively. Similarly, the absorption of family labor in the cattle business increased by 3.68 percent.

Table 2 Impact of the changes in external factors on beef cattle farmers' economic behavior

Endogenous Variables	Basic Simulation	1 st Simulation	2 nd Simulation
PROS	15216478	16572874 (8.91 %)	17200836 (13.04 %)
TKDS	142.6	144.9 (2.53%)	146.6 (3.68%)
BPTS	8873924	9097754 (2.52 %)	9224703 (3.95 %)
BPH	7635360	7800998 (2.17 %)	7877682 (3.17 %)
PDRT	71743817	75852096 (5,73 %)	77730754 (8,34 %)
PDS	39577168	43685447 (10,38 %)	45564106 (15,13 %)
PNS	9355046	9546357 (2.05 %)	9634928 (2.99 %)
NPKS	184062	214461 (16,37 %)	228535 (24,16 %)
NMJ	1436765	1952524 (35,90 %)	2191301 (52,52 %)
NTD	31217420	34812059 (11.51 %)	36476246 (16.85 %)
KP	13409072	13499155 (0.67 %)	13540348 (0.98 %)
KNP	10632153	10830153 (1.86 %)	10920696 (2.71 %)

Source: Data Processed Using SAS 9.4 (2023)

Note: 1st Simulation: Inseminator costs increased by 20 percent

2nd Simulation: Cost of natural mating increased by 20 percent

IV. CONCLUSION

The interconnectedness of influencing factors of the household economy of beef cattle farmers is artificial insemination technology and natural mating systems which have affected the added value of cattle. Then, the added value of cattle affects family labor in the cattle business, the cost of green feeds, the value of manure production, the value of bull leasing, the value of unsold cattle, and income from the sales of cattle. Meanwhile, household consumption, such as food and non-food consumption, is greatly affected by the level of household income.

Additionally, the impact of external factors on beef cattle farmers' economic behavior is an increase of inseminators cost by 20 percent and the cost of natural mating by 20 percent, which have a positive impact on the added value of cattle, absorption of family labor in the cattle business, cattle production costs, the income of cattle, and household's income and expenses.

REFERENCES

- [1] Hartono, B. (2006). Ekonomi rumah tangga peternak sapi perah : studi kasus di Desa Pandesari Kecamatan Pujon Kabupaten Malang. *Animal Production*, 8(3), 226-232
- [2] Amalo, S., Hartono B., & Utami D.H. (2012). Model simulasi peningkatan ternak sapi induk pola gaduhan terhadap curahan tenaga kerja: studi kasus Di Kecamatan Amanuban Selatan Propinsi Nusa Tenggara Timur. *Sains Peternakan*, 10(1), 30-38
- [3] Elly.F.H. (2009). Ternak sapi dan prospek pengembangannya di Kabupaten Minahasa. *Jurnal ZooteK*, 29, 219-232
- [4] Asmah, E.E. (2011). Rural livelihood diversification and agricultural household welfare in Ghana. *Journal of Development and Agricultural Economics*, 3(7), 325-334
- [5] Hartono, B 2011. Analisis ekonomi rumah tangga peternak sapi potong di Kecamatan Damsol, Kabupaten Donggala Sulawesi Tengah. *Jurnal. Ternak Tropika*, 12(1), 60-70
- [6] Duku.S., Akke, J., & Udo, H.M.J (2012). Household Vulnerability and Small Ruminant Benefits in The Traditional Zone of Ghana. *Journal of Agricultural Extension and Rural Development* 4(5), 98-106
- [7] Gebru, G. W. & Beyene F. (2012). Rural household livelihood strategies in drought-prone areas: A case of Gulomekeda District, eastern zone of Tigray National Regional State, Ethiopia. *Journal of Development and Agricultural Economics*, 4(6), 158-168.
- [8] Badan Pusat Dstatistik Sulawesi Utara. (2021). Sulawesi Utara Dalam Angka . Kantor Statistik Sulawesi Utara, Manado
- [9] Greene, W.H. (2003). *Econometric Analysis*. Fourth Edition. Prentice Hall
- [10] Gaurang, K.P., Nilufar, H., Mahesh M., Chaudari, A.K., Dhaval, K.P., Bhalakiya, N., Nutvarbhai, J., Pankaj, P., & Kumar R (2017). Artificial insemination: A tool to improve livestock productivity. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 6 (1),307-313
- [11] Kalangi, J.K.J. (2008). Analisis usaha ternak sapi potong Di Kecamatan Kawangkoan. *Jurnal ZooteK*, 26, :1-11
- [12] Purnomo, S. (2010). Model simulasi kebijakan pengembangan pendapatan ekonomi rumah tangga peternak sapi potong (studi kasus di Kecamatan Damsol Kabupaten Donggala). *Disertasi*. Universitas Brawijaya Program Pasca Sarjana Malang
- [13] Rochaeni, S & Lokollo, E.M. (2005). Faktor-faktor yang mempengaruhi keputusan ekonomi rumah tangga di Kelurahan Situgede Kota Bogor. *Jurnal Agro Ekonomi* 23 (2). :133-157
- [14] Wiyono. D.B., & Aryogi. (2008). Petunjuk Teknis Sistim Pembibitan Sapi Potong. Pusat Penelitian dan Pengembangan Peternakan. Departemen Pertanian
- [15] Fariyanti, A., Kuntjoro., Hartoyo, S., & Daryanto, A. (2007). Perilaku ekonomi rumah tangga petani sayuran pada kondisi resiko produksi dan harga Di Kecamatan Pangalengan Kabupaten Bandung. *Jurnal Agro Ekonomi*, 25 (2), 178-208
- [16] Elly. F.H., Sinaga, B.M., Kuntjoro, S.U., & Kusnadi, N. (2008). Pengembangan usaha ternak sapi rakyat melalui integrasi sapi tanaman Di Sulawesi Utara. *Jurnal Litbang Pertanian*, 27(2), 63-68
- [17] Jobirov, F., Yuejie, Z. & Kibona C.A. (2022). Evaluating the profitability of beef cattle farming and its determinants among smallholder beef cattle farmers in the Baljovan District of Khatlon Region, Tajikistan. *Plos One*,17(9), e0274391. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0274391>
- [18] Prasetyo, E., Ekowati, T., & Gayatri, S. (2020). An income analysis of beef cattle fattening system and its contribution to the total household income in Central Java Province. (2020) *Journal of The Indonesian Tropical Animal Agriculture*, 45 (4), 365-372. DOI: <https://doi.org/10.14710/jitaa.45.4.365-372>
- [19] Sugiarto, M., Wakhidati, Y.M., Einstein, A., & Saleh, D. (2019). The influence of artificial insemination (AI) cost on the profitability of beef cattle farming in Banjarnegara District, Central Java Province, Indonesia. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 247, 012046. DOI: <https://doi.org/10.1088/1755-1315/247/1/012046>
- [20] Mugwabana, T.J., Muchenje, V., Nengovhela, N.B., Nephawe, K.A., & Nedambale, T.L. (2018). Challenges with the implementation and adoption of assisted reproductive technologies under the communal farming system. *Journal of Veterinary Medicine and animal health*. 10(10), 237-244. DOI: <https://doi.org/10.5897/JVMAH2018.0707>

Antecedents of Professional Skepticism, Auditor Experience, and Time Pressure in Fraud Detection

Seri Suriani^{1*}, Herminawaty Abubakar², Indrayani Nur³, Sugiarti Selamat⁴, Abustan⁵

¹Department of Financial Management, Faculty of Economic and Bussines, University Bosowa Makassar City, 90231, Indonesia.

²Department of Management, Faculty of Economic and Bussines, University Bosowa Makassar City, 90231, Indonesia

³University Bosowa Makassar City, 90231, Indonesia.

^{4,5,6}Department of Urban and Regional Planning, Faculty of Engineering, University Bosowa Makassar City, 90231, Indonesia

Received: 02 Aug 2023,

Receive in revised form: 03 Sep 2023,

Accepted: 10 Sep 2023,

Available online: 20 Sep 2023

©2023 The Author(s). Published by AI
Publication. This is an open access article
under the CC BY license

(<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

Keywords— Work Experience, Professional Skepticism, Time Pressure, Auditor's Ability, Fraud Detection.

Abstract— Fraud is an unlawful act committed by individuals, both from within and outside an organization, with the aim of obtaining personal or group benefits that directly harm others. Regional autonomy, which leads to the central government delegating authority to district/city areas, can also transfer the potential for fraud from the center to the regions. One of the government's efforts in preventing and detecting fraud is through audits; however, the performance of fraud detection is highly influenced by professional skepticism, auditor experience, and the limited time provided. This study aims to: (1) Analyze professional skepticism as an antecedent in an auditor's fraud detection. (2) Analyze the level of auditor experience in handling fraud, as not all auditors with experience uncover fraudulent activities. (3) Analyze the moderating role of time pressure in fraud detection. Data were obtained through observation, in-depth interviews, surveys, documentation, and the use of questionnaires. This research is a causal associative study. The total sample collected was 45 individuals, selected using convenience sampling. The results of this study indicate that: 1) Work Experience has a positive influence on Auditor's Ability to Detect Fraud. 2) Professional Skepticism has a positive influence on Auditor's Ability to Detect Fraud. 3) Time Pressure has a negative influence on Auditor's Ability to Detect Fraud. 4) Work Experience, Professional Skepticism, and Time Pressure collectively influence Auditor's Ability to Detect Fraud.

I. INTRODUCTION

External auditors have two main roles: providing assurance to stakeholders that financial statements have been prepared in accordance with applicable standards and reflect the true state of affairs of a business entity, and ensuring that the financial statements do not contain material misstatements caused by either error or fraud (Martins, O S and Júnior, R V. 2020). The distinction between error and fraud, as per audit standards, lies in the underlying intent, whether the misstatement is intentional or unintentional (Jan, Chyan-Long. 2021). In carrying out their role, auditors must conduct thorough and meticulous

examinations to ensure that the presented financial statements do not mislead the users of the financial reports.

Financial statements that are misrepresented increase the likelihood of fraud (Jan, Chyan-long., 2018; Yao, Jianrong., et al 2019). Fraud has been on the rise with various evolving methods, necessitating continuous enhancement of auditor's ability to detect fraudulent activities (Chi-Chi O. A., & Ebimobwei A., 2012; Mangala, D., & Kumari, P., 2017). However, auditors must still be capable of uncovering fraud when it occurs during the course of an audit. The challenge faced is that auditors have limitations in detecting fraud, which can result in a gap or unmet expectations between the service users who

anticipate assurance that the presented financial statements are free from material errors and reflect the true state of affairs, and the reality that auditors might not be able to detect all instances of fraud (Saladrigues, Ramon & Grañó, Marta., 2014; Olojede, P., Erin, O., Asiriwa, 2020).

Every auditor possesses distinct capabilities in detecting fraud due to various factors, such as varying levels of experience, differing skeptical attitudes, and the circumstances encountered during work, such as time pressure. Experience refers to the knowledge or expertise gained through direct observation or participation in events (Suyatno, Suyatno, Wantini Wantini, 2018; Cuevas-Parra, Patricio, & E. Kay M. Tisdall. 2019; Olojede, P., Erin, O., Asiriwa., 2020). This influences the auditor's sensitivity to fraud signals. Auditors with extensive experience and a track record of encountering fraud tend to be more meticulous in fraud detection compared to those with limited experience. Experienced auditors can identify, understand, and even uncover the causes of fraud more effectively. Their broader knowledge about errors and fraud equips them to perform better in detecting instances of fraud compared to less experienced auditors (Smith, M., 2005; Kusumawati, A. and Syamsuddin, S., 2018; Henze, Jennifer, 2019; Mousavi, Maryam., et al 2022).

In addition to work experience, a professional skeptical attitude is crucial for an auditor in assessing audit evidence. Professional skepticism refers to a critical stance in evaluating the reliability of assertions or evidence obtained, requiring an auditor to maintain a sufficiently high level of confidence in an assertion or evidence acquired while also considering the sufficiency and appropriateness of the evidence obtained (Pratama, Bima., et al. 2019; Prasetya Muttiwijaya, Gede Teguh & Ariyanto, Dodik., 2019). If an auditor possesses a low skeptical attitude, their ability to detect fraud diminishes as they might easily trust assertions provided by management without substantial supporting evidence. Conversely, if an auditor maintains a high level of skepticism, the likelihood of undetected fraud decreases, as they become more critical and meticulous in evaluating the obtained evidence. Nonetheless, the auditor's responsibility to detect fraud remains consistent, irrespective of varying levels of skepticism. Disparities in skeptical attitudes among auditors can lead to challenges in detecting fraud, as less skeptical auditors might not identify instances of fraud even if they've performed their audit duties competently.

Auditors frequently encounter situations where time is exceedingly limited, referred to as time pressure. Time budget pressure is a circumstance in which auditors must complete tasks within an exceptionally restricted timeframe or under stringent time and budget constraints

(Mohd Nor, Mohd Nazli., 2022) Time pressure can make auditors feel rushed as they strive to complete tasks within the available time frame. However, if the planned time does not align with the actual time needed, auditors might overlook minor details that are considered insignificant in order to meet deadlines. These minor matters can impact an auditor's confidence that the audited financial statements reflect the true state of affairs and could potentially create openings for fraudulent activities.

In fraud detection, a substantial portion of evidence consists of indirect evidence. Indicators of fraud typically manifest as symptoms, such as suspicious documentation, employee complaints, or suspicions from colleagues. Initially, fraudulent activities might manifest through certain characteristics, commonly referred to as "red flags," encompassing both environmental conditions and individual behaviors. Subsequently, the aim of this study is to analyze the influence of professional skepticism, work experience, and time pressure on the independent auditor's ability to detect fraud.

II. LITERATURE REVIEW

a). Professional skepticism

Professional skepticism is an intellectual and methodological approach where individuals engage in critical and rational analysis of information, claims, or ideas, especially in the context of professional or expert fields such as auditing (Nelson, Mark., 2009; Nadhim Hassan Rasheed., 2023). It involves questioning biases, assumptions, and conclusions without sufficient evidence or substantiation. Professional skepticism is highly significant in fraud detection, professional development, and decision-making across various domains, including finance, engineering, and many others (Said, Lola., 2018; Herawati, Astrid., 2023). It promotes critical thinking and rigorous thought, assisting professionals in avoiding errors, uncovering fraud, and making informed decisions (Grenier, Jonathan., 2013; Chen, Ya-Hui., 2023). Furthermore, several principles of professional skepticism encompass: 1). Seeking strong evidence: Professional skeptics always seek verifiable and well-supported evidence before accepting or rejecting claims or theories. 2). Openness to change: They are willing to change their opinions or beliefs based on new information or arguments. 3). Critical analysis: They carefully examine methods, sources, and arguments presented to assess their validity and credibility. 4). Respect for science and evidence: They lean towards a science-based and evidence-based approach, rejecting baseless claims or unfounded speculation. 5). Independent thinking: They don't accept information or opinions solely due to widespread acceptance or authority; instead, they form their

own opinions based on their personal analysis. 6). Tolerance for uncertainty: They recognize that definitive answers are not always attainable and can accept that some questions remain unanswered. 7). Healthy doubt: They avoid hastily accepting or rejecting claims or theories without sufficient information or further investigation. Professional skepticism doesn't imply negativity or automatic rejection of everything new or unconventional. Instead, it promotes a balanced and critical approach to information analysis and decision-making.

b). Auditor Experience

Auditor experience pertains to the knowledge, skills, and learning acquired while conducting audit activities (Smith, G., 2005; Jeppesen, K.K., 2007; AL Fayi, S.M., 2022). Auditors are professionals specialized in examining and evaluating financial, operational, or other information within an organization to ensure compliance with appropriate standards, regulations, and practices (Abdelrahim, Ayman., et al. 2022; Grima, Steven., et al. 2023). This activity aims to provide assurance or recommendations to enhance efficiency and operations. An auditor's experience can greatly vary depending on the type of audit, field of specialization, and level of responsibility.

An auditor's experience encompasses various aspects of their work in assessing, examining, and providing assurance over the financial and operational information of an entity (Bailey, C., et al. 2023; Tuo, L., et al. 2023; Rompotis, G. & Balios, D. 2023). Furthermore, some common experiences encountered by an auditor include: 1). Financial Document Examination: Auditors conduct in-depth examinations of financial documents such as financial statements, accounting records, and transaction evidence to ensure accuracy and completeness. 2). Business Understanding: Auditors need to understand the client's business operations, the industry in which they operate, as well as relevant trends and risks. This aids auditors in identifying potential issues and providing better insights within the business context. 3). Internal Control Audit: Auditors evaluate an organization's internal control system to ensure that its processes are efficient, effective, and reliable. 4). Substantive Testing: Auditors perform detailed testing of specific transactions and account balances to ensure the accuracy and appropriateness of disclosed financial information. 5). Client Communication: Auditors interact with client management to obtain additional information, explain the audit process, and discuss findings and recommendations. 6). Team Collaboration: In larger audits, auditors may work as part of a team with other members to cover various aspects of the audit and ensure the accuracy and integrity of audit results. 7). Audit Report Compilation: After completing the examination, an auditor

must compile an audit report that includes findings, opinions, and recommendations based on the examination results. 8). Professional Development: Throughout your career as an auditor, you'll continuously develop analytical skills, knowledge of regulations and accounting standards, and an understanding of various industries. 9). Time Management: Balancing various audit tasks, such as data collection, analysis, and report drafting, requires effective time management skills. 10). Risk Evaluation: Auditors must be able to identify and assess risks that could impact the integrity of financial and operational information. 11). Legal and Regulatory Knowledge: Understanding regulations and laws related to different industries and business transactions is essential to ensure compliance with applicable standards. Moreover, an auditor's experience can vary based on industry, client size, audit type, and level of responsibility. Additionally, this experience evolves with career progression and advancements in the accounting and audit field.

c). Fraud Detection

Fraud detection is the process of identifying and uncovering fraudulent or illicit activities within an organization or specific context (Alleyne, P. & Howard, M. 2005; Soltani, M., et al. 2023; Hassan, S.W.U., 2023). Fraud involves deliberate and deceptive actions designed to gain financial advantage or other unethical or illegal benefits (Karpoff JM., 2021). Fraud detection involves the application of specialized methods, techniques, and tools to identify these activities and prevent potential losses or damages to the organization. When investigating fraud, organizations or financial and audit professionals need to follow a series of steps and implement appropriate techniques to identify, document, and prevent fraudulent activities. An overview of the fraud investigation process: 1). Identifying Fraud Indicators: The first step is to identify signs or clues that may indicate fraudulent activity. This might include unexplained discrepancies in financial data, unusual transactions, or suspicious patterns. 2). Establishing Objectives: Clearly define the purpose of the investigation. What do you want to discover or demonstrate through this investigation? This step will guide you in directing your research. 3). Gathering Evidence: Collect relevant evidence to support or refute allegations of fraud. This could involve analyzing financial documents, transactions, emails, phone records, etc. 4). Interviewing Witnesses and Involved Individuals: Interact with key individuals involved in suspicious activities to gather additional information and understand the situation. 5). Data Analysis: Use data analysis to identify patterns, trends, or anomalies that could reveal fraud. Technology can assist in identifying suspicious behavior. 6). Expert Consultation: In complex fraud cases, you may need advice from experts in fields such as

information technology, accounting, law, or other related areas. 7). Documenting Findings: Record all findings and evidence collected in a structured and well-documented manner. 8). Risk and Impact Assessment: Determine the level of risk and the impact of fraud on the organization or business. 9). Reporting Results: Present the investigation results in a clear and concise format, highlighting facts, evidence, and conclusions. 10). Taking Corrective Action: Based on investigation results, take necessary actions to prevent and mitigate future fraudulent actions. This might include enhancing internal control systems, implementing disciplinary actions, or even taking legal action. It's crucial to comply with applicable laws and regulations during the fraud investigation process and ensure the confidentiality of sensitive information. Additionally, the involvement of legal counsel and experts is often necessary to ensure that Auditor's actions are in accordance with the law and to protect the Auditor's interests.

d). Time Pressure

Time pressure in auditing refers to the imposed time constraints given to the audit team to complete examination tasks aimed at evaluating financial or operational information of an entity (Akther, Taslima, & Fengju Xu, 2020; Porcuna-Enguix, Luis, et al, 2021; Abdelrahim, Ayman, & Husam-Aldin N. Al-Malkawi, 2022; Grima, Steven, et al, 2023). Time pressure can present a significant challenge in the work of auditors as audits typically need to be concluded within a specified timeframe, especially when there are tight deadlines such as financial reporting or regulatory requirements (Annelin, Alice & Svanström, Tobias, 2021; Samagaio, A. & Felício, T. 2023). Furthermore, factors that can lead to time pressure in auditing include: 1) Financial Reporting Deadlines: Audits must be completed within a timeframe that allows for the compilation and submission of financial reports within the limits set by regulations and reporting standards. 2) Resource Limitations: At times, the audit team might have limited resources in terms of team members, expertise, or available tools. 3) Process or Organizational Structure Changes: If the audited entity undergoes significant changes in business processes or organizational structure, auditors might need to adapt their examination approach in a short time. 4) Other Client Commitments: Clients might have other commitments or deadlines that affect their availability to interact with the audit team. 5) Audit Complexity and Size: The larger and more complex the audit, the more time may be required to complete it. Time pressure can impact the quality and depth of the examination, as the audit team needs to prioritize and manage their time efficiently. It can also elevate stress levels within the audit team, especially when tight deadlines must be met.

To address time pressure in auditing, auditors often adopt strategies such as: a) Careful Planning: Formulating a well-detailed audit plan can aid in efficiently allocating resources and time. b) Clear Client Commitments: Engaging in discussions with clients regarding realistic expectations and timeframes for the examination. c) Appropriate Test Selection Method: Utilizing effective and relevant testing techniques to optimize time usage. d) Skilled Team: Ensuring that team members possess suitable skills and knowledge to swiftly and accurately complete tasks. e) Open Communication: Communicating with clients about time constraints and potential impacts if tight deadlines must be met. It is crucial for auditors to maintain a balance between efficiency and quality during the time pressure of an audit, ensuring that the results remain accurate and reliable.

III. RESEARCH METHODOLOGY

This study uses a quantitative-qualitative approach Concurrent Triangulation. This study uses data simultaneously based on data obtained in the field. Triangulation in research is carried out in the following ways, namely (i) triangulation of data sources, (ii) triangulation of theory, and (iii) extension of observation time.

a). Research sites

This research was carried out at five Public Audit Firms in South Sulawesi, namely (i) Public Accounting Firm Kusnadi Purnomo and Partners (ii) Public Accounting Firm Mulyadi and Partners, (iii) Public Accounting Firm Drs. Balesius Mangande, Msi, (iv) Herly Weku Wase Public Accounting Firm (v) Drs. Public Accounting Firm. Rusman Thoeng, M.Com, BAP. This research was carried out for one year (2023).

b). Research Approach

The research approach used is a combination of qualitative and quantitative (mixed method) and the type of research chosen is a case study which prioritizes data quality [19], [20]. The quantitative approach uses quantitative descriptive analysis and testing hypotheses obtained from qualitative research results which are then tested using regression analysis and Path Analysis methods.

c) Data Collection Method

The approach employed in this research is a case study. The steps involved are as follows: (a) Understanding the research context. To support this, the researcher conducted observations and strengthened them through in-depth interviews; (b) Entering the field. In this process, a deeper understanding of the situation is achieved, and the background of the individuals who are subjects of the

research is studied to enhance the researcher's relationship with the subjects, ensuring a harmonious process; (c) Participating while collecting data. The data collection methods utilized in this research are: (1) Observation; (2)

In-depth interviews; (3) Survey conducted with a sample of 110 respondents using questionnaire instruments; (4) Documentation. The data collection methods are illustrated in Figure 2.

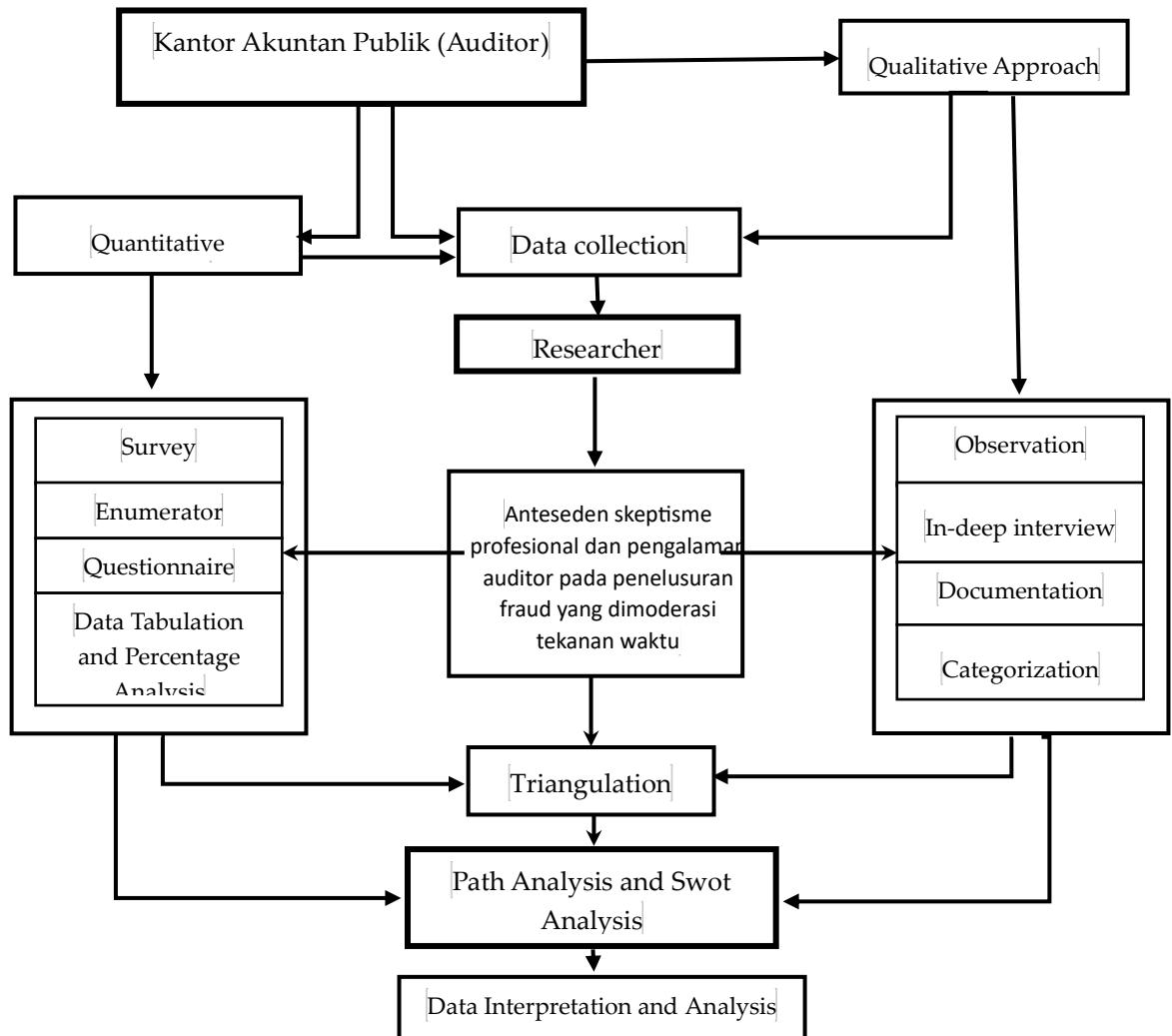


Fig.2. Flow of Data Collection Methods

d) Data Analysis Method

The data analysis phase is carried out to formulate fundamental concepts and analyze the data. Data analysis in this research involves organizing, sorting, categorizing, coding, and classifying. This organization is conducted to uncover research themes that can be elevated to substantive theory. The data analysis approach integrates both qualitative and quantitative data analysis, encompassing tabulation of data and results, along with professional judgment and expertise-based analysis. This includes biophysical analysis, socio-economic and cultural analysis, as well as institutional analysis. The steps employed for qualitative research are simultaneously applied to quantitative research. During interpretation or analysis, each dataset is subject to reduction; qualitative data

undergoes categorization, while quantitative data is subjected to descriptive statistical analysis and hypothesis testing using Path Analysis. Subsequently, an interpretation with a triangulation approach is carried out.

IV. RESEARCH RESULTS AND DISCUSSION

The data for this study was collected by distributing questionnaires to the respondents. A total of 48 questionnaires were distributed, out of which 45 questionnaires were returned, resulting in a return rate of 93.75%. Validity and reliability tests were conducted using a subsample of 30 respondents. Some statement items were found to be invalid, necessitating their removal from further analysis. All four variables were deemed reliable as they

yielded Cronbach's alpha values greater than 0.60. Following the classical assumption tests, it was determined that the data followed a normal distribution, exhibited no heteroscedasticity, had no multicollinearity issues, and displayed linear characteristics. As a result, hypothesis testing could be performed.

The data obtained from the questionnaires is categorized into professional skepticism levels, which are further divided into three categories: high, moderate, and low. Below is the illustration depicting the categories of professional skepticism tendencies.

Table 1. Professional Skepticism Category

Category	Interval	Frekwesi	Persentase
high	$x > 33$	24	53,3 %
medium	$22 \leq x \leq 33$	21	46,7%
low	$x < 22$	0	0%
Total		45	100%

From Table 1, it can be observed that the majority falls into the high category of professional skepticism, with a percentage of 53.3% or a total of 24 respondents.

The data obtained from the questionnaires is classified into categories of audit experience, which are divided into three categories: high, moderate, and low. Below is the table illustrating the categories of audit experience tendencies:

Table 2. Categories of Audit Experience

Category	Interval	Frekwesi	Persentase
High	$x > 9$	11	24.4
Medium	$6 \leq x \leq 9$	30	26.7
Low	$x < 9$	4	9%
Total		45	100%

Table 2, it can be observed that the majority falls into the moderate category of work experience, with a percentage of 66.7% or a total of 30 respondents.

The data obtained from the questionnaires is categorized into time pressure levels, which are divided into three categories: high, moderate, and low. Below is Table 3, illustrating the categories of time pressure tendencies.

Table 3. Time Pressure Categories

Category	Interval	Frekwesi	Persentase
High	$x > 18$	2	4.4
medium	$12 \leq x \leq 18$	43	95.6
Low	$x < 12$	0	0%
Total		45	100%

From table 3 it can be seen that the majority of time pressure categories are moderate with a percentage of 95.6% or 43 respondents.

Auditor's Ability to Detect Fraud.

The data that has been obtained from the questionnaire is classified into the auditor's ability to detect fraud which is divided into three categories, namely the high category, the medium category, and the low category. The following is a table of tendencies in the auditor's ability to detect fraud.

Table 4. Category of auditor's ability to detect fraud

Category	Interval	Frekwesi	Persentase
High	$x > 36$	36	80%
Medium	$24 \leq x \leq 36$	9	20%
Low	$x < 24$	0	0%
Total		45	100%

From table 4 it can be seen that the majority of the auditor's ability to detect fraud is high with a percentage of 80% or a total of 36 respondents.

Hypothesis Testing

The results of the simple linear regression analysis on the influence of professional skepticism on auditors' ability to detect fraud can be expressed as follows:

$$Y = 13.701 + 0.715X2$$

By examining this equation, it can be seen that the impact of professional skepticism on auditors' ability to detect fraud is positive, and H2 is accepted. There is a positive influence between professional skepticism and auditors' ability to detect fraud. This is supported by the significance value of 0.000 ($0.000 < 0.05$). The regression coefficient value of 0.715, with a positive direction, indicates that higher skepticism among auditors leads to a better ability to detect fraud. There is a negative influence between time pressure and auditors' ability to detect fraud.

This is demonstrated by the significance value of 0.000 ($0.000 < 0.05$). The regression coefficient value of -1.120, with a negative direction, indicates that higher time pressure faced by auditors leads to a decrease in their ability to detect fraud. Professional skepticism is an attitude of critical thinking, suspicion, and not readily accepting information possessed by an auditor while evaluating financial information and evidence provided by the audited company. This skeptical attitude allows auditors to be more meticulous, question, and delve deeper into information, thereby aiding in identifying potential fraud or inconsistencies in financial statements. Professional skepticism contributes positively to auditors' ability to detect fraud due to the following reasons: 1). Reducing the Risk of Overreliance: Skeptical attitudes prevent auditors from overly relying on information provided by management or other parties. This is crucial because fraud often involves manipulation of information or concealment of facts. 2). Encouraging Critical Inquiry: Skeptical auditors tend to ask more questions and delve deeper to find evidence. This can help identify inconsistencies or discrepancies that may indicate fraud. 3). Identifying Suspicious Patterns: Skeptical attitudes can help auditors recognize patterns or transactions that deviate from the usual pattern. This can direct attention to areas more susceptible to fraud. 4). Heightening Awareness of Weak Evidence: A skeptical auditor is more cautious about weak or inconsistent evidence. They will not ignore potential indications of fraud just because the existing evidence seems convincing. 5). Promoting Further Investigation: Skeptical attitudes prompt auditors to conduct further investigation and verification of the provided information. This can help uncover fraud that might not be apparent at first glance. In the context of auditing, professional skepticism is an essential and internationally recognized principle. Auditors who exercise professional skepticism effectively have a higher chance of detecting potential fraud or material misstatements in financial statements. However, it is important for auditors to strike a balance between healthy skepticism and the cooperation required with the audited parties.

The results of the simple linear regression analysis on the influence of work experience on auditors' ability to detect fraud can be expressed as follows:

$$Y = 31.717 + 0.773 X1$$

By examining this equation, it can be seen that the impact of work experience on auditors' ability to detect fraud is positive, and H1 is accepted. There is a positive influence between work experience and auditors' ability to detect fraud. This is supported by the significance value of 0.000 ($0.000 < 0.05$). The regression coefficient value of

0.773, with a positive direction, indicates that the greater the work experience of an auditor, the better their ability to detect fraud. Work experience can have a positive impact on an auditor's ability to detect fraud in a company's financial statements due to the following reasons: 1). In-Depth Understanding of Transactions and Business Processes: The longer an auditor works in a particular industry or company, the better their understanding of transactions and business processes commonly occurring in that sector. This enables them to more easily identify transactions that may be suspicious or deviate from the usual pattern. 2). Knowledge of Risks and How Violations Occur: Work experience provides auditors with a deep understanding of potential risks and violations that may occur in various situations. This helps them become more sensitive to signs of fraud and more effective at directing attention to vulnerable areas. 3). Understanding of Policies and Internal Controls: With experience, auditors can develop a better insight into a company's policies and internal controls. This helps them identify weaknesses or potential violations in control systems that could be exploited for fraudulent purposes. 4). Developed Intuition and Instinct: Work experience in auditing various companies can develop an auditor's instincts and intuition. They can quickly sense inconsistencies or suspicious patterns in financial statements. Furthermore, it should be noted that not all experiences will automatically enhance fraud detection abilities. Auditors must continue to hone their skills and knowledge and adapt to changes in the business environment to remain effective in their tasks.

The results of the simple linear regression analysis on the influence of time pressure on auditors' ability to detect fraud can be expressed as follows:

$$Y = 55.720 - 1.120X3$$

By examining this equation, it can be seen that the impact of time pressure on auditors' ability to detect fraud is negative, and H3 is accepted. There is a negative influence between time pressure and auditors' ability to detect fraud. This is supported by the significance value of 0.000 ($0.000 < 0.05$). The regression coefficient value of -1.120, with a negative direction, indicates that higher time pressure faced by auditors leads to a decrease in their ability to detect fraud. High time pressure during the audit process can hinder auditors' ability to identify and investigate potential fraud or deviations in financial statements. Time pressure can have a negative impact on auditors' ability in this study due to the following reasons: 1). Insufficient Time for In-Depth Analysis: Detecting fraud requires in-depth analysis of transactions, documents, and available information. High time pressure may force auditors to overlook this in-depth analysis and focus more on

completing the audit quickly. 2). Limited Opportunity for Further Examination of Evidence: Auditors facing time pressure may not have the opportunity to conduct further tracing or verification needed to confirm information. This can result in important evidence being missed or inadequately examined. 3). Increased Risk of Judgment Errors: Time pressure can lead auditors to make rushed and less thorough judgment decisions. This could mean they overlook subtle or unusual indications that might indicate fraud. 4). Overlooking Fraud Indicators: In time-pressed situations, auditors tend to be more inclined to overlook fraud indicators that may not be immediately apparent or require longer time to understand. 5). Limited Time for Analyzing Patterns and Trends: Detecting fraud often involves analyzing patterns, trends, and data comparisons from period to period. High time pressure may prevent auditors from conducting thorough analyses in these areas. Furthermore, time pressure is a reality in the audit world, especially nearing reporting periods or busy audit periods. However, management and auditors must collaborate to ensure that time pressure does not compromise audit quality and the ability to detect fraud. In situations of high time pressure, it's important for auditors to remain focused on sound audit principles, prioritize tasks, and report time constraints to relevant management or parties.

The results of the multiple linear regression analysis on the influence of time pressure, professional skepticism, and work experience on auditors' ability to detect fraud can be expressed as follows:

$$Y = 33.158 + 0.550X_1 + 0.382X_2 - 0.799X_3$$

From the calculation results using SPSS, the significance value shows a result of 0.000. Since the significance value is less than 0.05 ($0.000 < 0.05$), it can be said that the combined influence of work experience, professional skepticism, and time pressure on auditors' ability to detect fraud is statistically significant. By examining the equation and its significance, it can be seen that the variables of work experience, professional skepticism, and time pressure influence auditors' ability to detect fraud. Thus, H4 is accepted. The findings of this study support the fourth hypothesis, which states, "Work experience, professional skepticism, and time pressure collectively influence auditors' ability to detect fraud." Work experience, professional skepticism, and time pressure collectively account for 52.2% of the changes in auditors' ability to detect fraud, while the remaining 47.8% is influenced by other variables outside the scope of this study. All three factors – professional skepticism, work experience, and time pressure – have an impact on an auditor's ability to detect fraud. Professional skepticism is a critical and suspicious attitude held by an auditor in

assessing financial information. A skeptical attitude helps auditors avoid being overly trusting of the information provided and encourages them to dig deeper to find signs of fraud. Professional skepticism can assist auditors in identifying inconsistencies, errors, or suspicious patterns that may indicate fraud. Time pressure can have a negative impact on auditors' ability to detect fraud. When there is pressure to complete the audit quickly, auditors may be forced to reduce the time needed for in-depth analysis, evidence tracing, and better understanding of transactions. Work experience plays a crucial role in an auditor's ability to detect fraud. The more experience an auditor has in auditing various types of companies and industries, the better they will understand business transactions, common patterns, as well as potential risks and indications of fraud. Work experience enables auditors to quickly identify suspicious or inconsistent transactions with usual practices. Time pressure may cause auditors to overlook subtle indications of fraud or decide not to pursue further analysis due to time constraints. Furthermore, these three factors interact with each other and can collectively influence an auditor's ability. For instance, an auditor with strong work experience and professional skepticism might be better equipped to handle time pressure compared to an auditor with less experience and skepticism. To detect fraud effectively, auditors should ideally possess a combination of broad experience, strong skeptical attitude, and an environment that allows them to work without excessive time pressure. Company management and audit teams need to collaborate to ensure that audit conditions support auditors in performing their tasks to the best of their abilities.

V. CONCLUSION

The Influence of Professional Skepticism and Time Pressure on Auditors' Ability to Detect Fraud. The low significance value ($0.000 < 0.05$) indicates that the relationship between professional skepticism and auditors' ability to detect fraud is unlikely to occur by chance and holds strong statistical significance. The positive regression coefficient value of 0.715 shows that the higher the level of professional skepticism of an auditor, the better their ability to detect potential fraud. This is consistent with the common understanding that a strong skeptical attitude helps auditors be more sensitive to signs of fraud in financial statements. The low significance value ($0.000 < 0.05$) demonstrates that time pressure significantly influences auditors' ability to detect fraud. The negative regression coefficient value of -1.120 indicates that the higher the time pressure faced by an auditor, the lower their ability to detect potential fraud. This highlights that high time pressure can hinder auditors'

capacity to conduct in-depth analysis and identify signs of fraud. Furthermore, these findings align with the general understanding of the importance of professional skepticism in auditing, as well as the negative impact of high time pressure on audit quality. Effective management of professional skepticism and avoidance of excessive time pressure are crucial factors in supporting auditors' ability to accurately and effectively detect fraud.

Significant Positive Influence between Work Experience and Auditors' Ability to Detect Fraud. The significance value lower than 0.05 indicates that the relationship between these variables is not a chance occurrence and is strong enough to be accepted as a meaningful relationship. Furthermore, the positive regression coefficient value of 0.773 indicates that any increase in an auditor's work experience will be followed by a higher increase in their ability to detect fraud. With a coefficient value close to 1, this suggests that work experience has a substantial impact on the ability to detect fraud. In this study, the statistical analysis results show that the more work experience an auditor possesses, the better they are at detecting potential fraud or deviations in financial statements. These findings support the common belief that work experience can provide insights and a better understanding of business aspects, risks, and signs of fraud, thereby enhancing auditors' ability to perform their tasks.

Negative Influence between Time Pressure and Auditors' Ability to Detect Fraud. With a low significance value ($0.000 < 0.05$), these results indicate that the relationship between time pressure and auditors' ability to detect fraud is not coincidental and holds strong statistical significance. The negative regression coefficient value of -1.120 also indicates a negative direction of the relationship between time pressure and auditors' ability to detect fraud. The higher the time pressure faced by an auditor, the more their ability to detect potential fraud diminishes. These findings align with the general understanding that high time pressure can hinder auditors from conducting in-depth analysis, thoroughly examining evidence, and identifying potential signs of fraud within financial statements. Therefore, effective management of time pressure within the audit environment is crucial to ensure quality and accuracy in fraud detection.

Professional skepticism, work experience, and time pressure collectively have an influence on auditors' ability to detect fraud. The significant calculated F-value (17.027) and the low significance value ($0.000 < 0.05$) indicate that the variables of professional skepticism and work experience together have a significant and positive impact on auditors' ability to detect fraud. This suggests that the higher the level of professional skepticism and work

experience of an auditor, the better their ability to identify potential fraud. The low significance value ($0.000 < 0.05$) indicates that the variable of time pressure has a significant and negative influence on auditors' ability to detect fraud. This implies that the higher the time pressure faced by an auditor, the lower their ability to detect potential fraud. Fundamentally, these analysis results show that strong skeptical attitudes (professional skepticism) and high work experience contribute positively to auditors' ability to detect fraud, while time pressure has a negative impact on their ability. Managing and enhancing skeptical attitudes, work experience, and controlling time pressure are crucial factors in ensuring that auditors' ability to detect fraud remains optimal. With low significance values, these analysis results indicate that these findings are not merely coincidental but represent consistent and reliable relationships between the variables.

REFERENCES

- [1] Abdelrahim, Ayman, and Husam-Aldin N. Al-Malkawi. 2022. "The Influential Factors of Internal Audit Effectiveness: A Conceptual Model" *International Journal of Financial Studies* 10, no. 3: 71. <https://doi.org/10.3390/ijfs10030071>
- [2] Akther, Taslima, and Fengju Xu. 2020. "Existence of the Audit Expectation Gap and Its Impact on Stakeholders' Confidence: The Moderating Role of the Financial Reporting Council" *International Journal of Financial Studies* 8, no. 1: 4. <https://doi.org/10.3390/ijfs8010004>
- [3] AL Fayi, S.M. (2022), "Internal audit quality and resistance to pressure", *Journal of Money and Business*, Vol. 2 No. 1, pp. 57-69. <https://doi.org/10.1108/JMB-11-2021-0053>
- [4] Alleyne, P. & Howard, M. 2005, An exploratory study of auditors' responsibility for fraud detection in Barbados, *Managerial Auditing Journal*, Vol. 20 No. 3, pp. 284-303. <https://doi.org/10.1108/02686900510585618>
- [5] Annelin, Alice & Svanström, Tobias. 2021. The triggers and consequences of audit team stress: Qualitative evidence from engagement teams. *International Journal of Auditing*. <https://doi.org/10.1111/ijau.12254>
<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/ijau.12254>
- [6] Bailey, C., Brody, R.G., Gupta, G. and Nash, J. 2023, The objectivity of accounting professionals based in India, *Managerial Auditing Journal*, Vol. 38 No. 6, pp. 813-831. <https://doi.org/10.1108/MAJ-02-2023-3831>
- [7] Chen, Ya-Hui, Kung-Jeng Wang, and Shih-Hsun Liu. 2023. "How Personality Traits and Professional Skepticism Affect Auditor Quality? A Quantitative Model" *Sustainability* 15, no. 2: 1547. <https://doi.org/10.3390/su15021547>
- [8] Chi-Chi O. A., Ebimobowei A. (2012). Fraudulent activities and forensic accounting services of banks in Port Harcourt, Nigeria. *Asian Journal of Business and Management*, 4(2), 124-129.

- [9] Cuevas-Parra, Patricio, and E. Kay M. Tisdall. 2019. "Child-Led Research: Questioning Knowledge" *Social Sciences* 8, no. 2: 44. <https://doi.org/10.3390/socsci8020044>
- [10] Grenier, Jonathan. (2013). Encouraging Professional Skepticism in the Industry Specialization Era. SSRN Electronic Journal. 10.2139/ssrn.1533622. DOI:[10.2139/ssrn.1533622](https://doi.org/10.2139/ssrn.1533622)
- [11] Grima, Steven, Peter J. Baldacchino, Simon Grima, Murat Kizilkaya, Norbert Tabone, and Lauren Ellul. 2023. "Designing a Characteristics Effectiveness Model for Internal Audit" *Journal of Risk and Financial Management* 16, no. 2: 56. <https://doi.org/10.3390/jrfm16020056>
- [12] Hassan, S.W.U., Kiran, S., Gul, S., Khatatbeh, I.N. and Zainab, B. 2023, The perception of accountants/auditors on the role of corporate governance and information technology in fraud detection and prevention, *Journal of Financial Reporting and Accounting*, Vol. ahead-of-print No. ahead-of-print. <https://doi.org/10.1108/JFRA-05-2023-0235>
- [13] Henze, Jennifer, Barbara Schröter, and Christian Albert. 2018. "Knowing Me, Knowing You—Capturing Different Knowledge Systems for River Landscape Planning and Governance" *Water* 10, no. 7: 934. <https://doi.org/10.3390/w10070934>
- [14] Herawati, Astrid & Sutrisno, T & Purwanti, Lilik. (2023). Determinants of auditor's ability to detect fraud with professional skepticism as moderation at the inspectorate general of the ministry of public works and public housing. *International journal of business, economics & management*. 6. 123-133. 10.21744/ijbem.v6n2.2132. DOI:[10.21744/ijbem.v6n2.2132](https://doi.org/10.21744/ijbem.v6n2.2132)
- [15] Jan, Chyan-long. 2018. "An Effective Financial Statements Fraud Detection Model for the Sustainable Development of Financial Markets: Evidence from Taiwan" *Sustainability* 10, no. 2: 513. <https://doi.org/10.3390/su10020513>
- [16] Jan, Chyan-Long. 2021. "Detection of Financial Statement Fraud Using Deep Learning for Sustainable Development of Capital Markets under Information Asymmetry" *Sustainability* 13, no. 17: 9879. <https://doi.org/10.3390/su13179879>
- [17] Jeppesen, K.K. (2007), "Organizational risk in large audit firms", *Managerial Auditing Journal*, Vol. 22 No. 6, pp. 590-603. <https://doi.org/10.1108/02686900710759398>
- [18] Karpoff JM. 2021. The future of financial fraud. *Journal of Corporate Finance*. 2021 Feb;66:101694. doi: 10.1016/j.jcorpfin.2020.101694. Epub 2020 Jul 16. PMID: PMC7363599.
- [19] Kusumawati, A. & Syamsuddin, S. 2018, The effect of auditor quality to professional skepticism and its relationship to audit quality, *International Journal of Law and Management*, Vol. 60 No. 4, pp. 998-1008. <https://doi.org/10.1108/IJLMA-03-2017-0062>
- [20] Mangala, D., & Kumari, P. (2017). Auditors' Perceptions of the Effectiveness of Fraud Prevention and Detection Methods. *Indian Journal of Corporate Governance*, 10(2), 118–142. <https://doi.org/10.1177/0974686217738683>
- [21] Martins, O S and Júnior, R V. 2020, The Influence of Corporate Governance on the Mitigation of Fraudulent Financial Reporting. *Rev. bras. gest. neg.*. Vol. 22(1):65-84. DOI: 10.7819/rbgn.v22i1.4039
- [22] Mohd Nor, Mohd Nazli & Smith, Malcolm & Ismail, Zubaidah & Taha, Roshaza. (2017). The effect of time budget pressure on auditors' behaviour. *Advanced Science Letters*. 23. 356-360. 10.1166/asl.2017.7185.
- [23] Mousavi, Maryam, Grzegorz Zimon, Mahdi Salehi, and Nina Stępnicka. 2022. The Effect of Corporate Governance Structure on Fraud and Money Laundering. *Risks* 10: 176. <https://doi.org/10.3390/risks10090176>
- [24] Nadhim Hassan Rasheed, May Ablahad Afram. (2023) تأثير استخدام العصف الذهني في تحسين الشك المهني للمدقق الخارجي لاكتشاف الغش في القوائم المالية دراسة لأراء عينة من المدققين الخارجيين في العراق. *Tikrit Journal of Administrative and Economic Sciences* 18:60, 1, pages 1-25. <https://doi.org/10.1080/23311975.2022.2059043>
- [25] Nehme, Rabih & Michael, Amir & Haslam, Jim. (2021). The impact of time budget and time deadline pressures on audit behaviour : UK evidence. *Meditari Accountancy Research*. ahead-of-print. 10.1108/MEDAR-09-2019-0550.
- [26] Nelson, Mark. (2009). A Model and Literature Review of Professional Skepticism in Auditing. *Auditing A Journal of Practice & Theory*. 28. 10.2308/aud.2009.28.2.1. DOI:[10.2308/aud.2009.28.2.1](https://doi.org/10.2308/aud.2009.28.2.1)
- [27] Olojede, P., Erin, O., Asiriwuwa, 2020, O. et al. Audit expectation gap: an empirical analysis. *Futur Bus J* 6, 10 (2020). <https://doi.org/10.1186/s43093-020-00016-x>
- [28] Porcuna-Enguix, Luis, Elisabeth Bustos-Contell, José Serrano-Madrid, and Gregorio Labatut-Serer. 2021. "Constructing the Audit Risk Assessment by the Audit Team Leader When Planning: Using Fuzzy Theory" *Mathematics* 9, no. 23: 3065. <https://doi.org/10.3390/math9233065>
- [29] Prasetya Muttiwijaya, Gede Teguh; Ariyanto, Dodik. 2019. Pengaruh Self Efficacy, Skeptisisme Profesional, Independensi, dan Kompleksitas Tugas Terhadap Audit Judgment. *E-Jurnal Akuntansi*, [S.l.], v. 27, n. 2, p. 1290 - 1315, may 2019. ISSN 2302-8556. Available at: <<https://ojs.unud.ac.id/index.php/akuntansi/article/view/45870>>
- [30] Pratama, Bima & Ali Ahmad, Zulfikar & Innayah, Maulida. (2019). Obedience Pressure, Professional Ethics, Attitude of Skepticism and Independency Towards Audit Judgment. *Journal of Accounting Science*. 2. 141. 10.21070/jas.v2i2.1238.
- [31] R. L. Harrison, T. M. Reilly, and J. W. Creswell, (2020). Methodological Rigor in Mixe Methods: An Application in Management Studies," *J. Mix. Methods Res.*, vol. 14, no. 4, pp. 473 495
- [32] Rompotis, G. and Balios, D. 2023, Audit quality, firm performance and risk: evidence from Greece, *Review of Accounting and Finance*, Vol. ahead-of-print No. ahead-of-print. <https://doi.org/10.1108/RAF-02-2023-0038>
- [33] Said, Lola & Munandar, Agus. 2018. The Influence Of Auditor's Professional Skepticism And Competence On Fraud Detection: The Role Of Time Budget Pressure. *Jurnal Akuntansi dan Keuangan Indonesia*. 15. 104-120. 10.21002/jaki.2018.06. DOI:[10.21002/jaki.2018.06](https://doi.org/10.21002/jaki.2018.06)

- [34] Saladrígues, Ramon & Grañó, Marta. 2014. Audit expectation gap: fraud detection and other factors. *European Accounting and Management Review*. 120-142. 10.26595/eamr.2014.1.1.6.
- [35] Samagaio, A. & Felício, T. 2023, The determinants of internal audit quality, *European Journal of Management and Business Economics*, Vol. ahead-of-print No. ahead-of-print. <https://doi.org/10.1108/EJMBE-06-2022-0193>
- [36] Samsu, 2017. Metode penelitian: teori dan aplikasi penelitian kualitatif, kuantitatif, mixed methods, serta research & development
- [37] Smith, G. 2005, Communication skills are critical for internal auditors, *Managerial Auditing Journal*, Vol. 20 No. 5, pp. 513-519. <https://doi.org/10.1108/02686900510598858>
- [38] Smith, M., Haji Omar, N., Iskandar Zulkarnain Sayd Idris, S. and Baharuddin, I. 2005, Auditors' perception of fraud risk indicators: Malaysian evidence, *Managerial Auditing Journal*, Vol. 20 No. 1, pp. 73-85. <https://doi.org/10.1108/02686900510570713>
- [39] Soltani, M., Kythreotis, A. & Roshanpoor, A. 2023, Two decades of financial statement fraud detection literature review; combination of bibliometric analysis and topic modeling approach, *Journal of Financial Crime*, Vol. ahead-of-print No. ahead-of-print. <https://doi.org/10.1108/JFC-09-2022-0227>
- [40] Suyatno, Suyatno, Wantini Wantini, Dholina Inang Pambudi, Muqowim Muqowim, Agus Tinus, and Lilis Patimah. 2023. "Developing Pre-Service Teachers' Professionalism by Sharing and Receiving Experiences in the *Kampus Mengajar* Program" *Education Sciences* 13, no. 2: 143. <https://doi.org/10.3390/educsci13020143>
- [41] Tuo, L., Han, S., Rezaee, Z. & Yu, J. 2023, What does corporate sustainability reporting imply to auditors? Evidence from going-concern opinions and discretionary accruals, *International Journal of Accounting & Information Management*, Vol. 31 No. 3, pp. 478-503. <https://doi.org/10.1108/IJAIM-04-2022-0070>
- [42] Yao, Jianrong, Yanqin Pan, Shuiqing Yang, Yuangao Chen, and Yixiao Li. 2019. "Detecting Fraudulent Financial Statements for the Sustainable Development of the Socio-Economy in China: A Multi-Analytic Approach" *Sustainability* 11, no. 6: 1579. <https://doi.org/10.3390/su11061579>

Revolutionizing Student Engagement: Artificial Intelligence's Impact on Specialized Learning Motivation

Samreen Rizvi

Tata Consultancy Services (TCS), Uttar Pradesh, India

Received: 05 Aug 2023,

Receive in revised form: 01 Sep 2023,

Accepted: 11 Sep 2023,

Available online: 20 Sep 2023

©2023 The Author(s). Published by AI
Publication. This is an open access article
under the CC BY license

(<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

Keywords— Artificial Intelligence, Student Motivation, Specialist Formation, Personalized Learning, Adaptive Learning Environments.

Abstract— The achievement of specialist formation necessitates students to be highly determined in order to take part actively in the learning and honing of skills. This article investigates how Artificial Intelligence (AI) can help increase student commitment during their preparation for a specialized field. It is proposed that AI-powered technologies such as virtual assistants, intelligent tutoring systems, and algorithms are able to provide personalized feedbacks, adaptable evaluations, and individualized curriculums which address each learner's particular needs and preferences¹. The paper surveys empirical studies as well as theoretical frameworks which present evidence on the advantageous effects of AI on motivation among students including autonomy, competency, and relatedness along with other factors. Moreover; it also delves into possible ethical issues associated with utilizing AI to boost student enthusiasm like data security or algorithmic bias – both must be taken into account carefully so that its integration into education can be done responsibly yet fruitfully. In conclusion; this abstract highlights the necessity for additional research alongside partnership between educators/ researchers/ developers who use AI technology if we want to make full use out of it while stimulating motivation amongst learners thus enabling successful realization of specialist formation objectives.

I. INTRODUCTION

In the arena of education, student motivation is essential for achieving successful learning outcomes and enabling a profound engagement with subject matter. The process of becoming an expert in one's field necessitates high levels of enthusiasm from students to excel; therefore, educators have explored different approaches to encourage motivation within educational contexts. One promising method that has emerged is the integration of Artificial Intelligence (AI) technologies.

Through AI techniques such as data analysis, adaptive feedback, and personalized learning experiences, educators are able to build dynamic learning environments tailored to individual needs and progress - leading to heightened motivation among learners during specialist formation². This paper aims at exploring how AI can be utilized as a

potent tool in promoting student momentum while developing specialized skills or knowledge. By reviewing existing literature on this topic area, we will uncover theoretical conceptions behind it along with empirical evidence that attests its effectiveness - ultimately illuminating ways that AI can bolster student enthusiasm towards their coursework or studies.

In this research, the impact of Artificial Intelligence on student motivation during specialist formation is thoroughly explored in order to inform educators, policymakers and researchers regarding practical implications. Furthermore, ethical considerations related to AI utilization are discussed in order to guarantee that such integration remains aligned with moral principles while protecting student privacy and promoting responsible usage.

The findings of this study offer a plethora of opportunities for creating an engaging learning environment that encourages students' motivation as well as sharpening their skills on becoming successful specialists³. Thus, Artificial Intelligence has the potentiality to transform traditional education into dynamic one that provides students with empowering experiences on their journey towards expertise attainment.

II. EXPLORING THEORETICAL FRAMEWORKS FOR MOTIVATION

Motivation is a multifaceted concept that drives individuals to take action and persist in achieving their goals. To gain a better understanding of how Artificial Intelligence (AI) can be used to bolster student motivation during specialized instruction, several theoretical frameworks have been developed—including Self-Determination Theory (SDT) and Expectancy-Value Theory (EVT).

SDT outlines the innate psychological needs for autonomy, competence, and relatedness which must be fulfilled for an individual to experience intrinsic motivation, engagement, and well-being⁴. AI technologies are uniquely equipped to provide students with autonomy by allowing them customize learning pathways based on their own interests; adaptive feedback mechanisms facilitated by AI improve true comprehension through tailored guidance according to each learner's progress; plus collaborative activities enabled by the technology facilitate connectedness between peers who share similar objectives.

In addition EVT proposes that belief systems concerning task value as well as expectancy of success motivate individuals towards achievement. In this regard AI can prove invaluable in increasing perceived worthiness while also heightening expectations of victory via personalized content delivery methods adapted from each user's performance history or level of expertise.

All together these theories demonstrate how artificial intelligence has immense potential when it comes to fortifying student inspiration—a key factor impacting academic success!

Rewriting Cognitive Evaluation Theory: Leveraging AI to Foster Student Motivation in Specialist Formation of Cognitive Evaluation Theory (CET) illuminates the significance of intrinsic motivation and extrinsic rewards when determining an individual's engagement and performance. CET emphasizes that if external rewards are perceived as controlling, this can decrease a person's internal desire to learn. However, when these rewards are seen as informational and uphold autonomy, intrinsic motivation may be heightened. Consequently, AI

technologies can foster students' self-motivation by providing valuable feedback that bolsters their competence and independence while undergoing specialist formation.

To maximize the positive impacts of AI on student motivation during specialist training, it is important to integrate theoretical frameworks such as autonomy, competence relatedness expectancy value and intrinsic motivation into its design process⁵. By doing so successfully we create personalized adaptive learning experiences which enable learners to engage with greater enthusiasm than ever before! In addition any successful implementation must consider how best to use words or phrases for maximum effect – every word should have meaning; verbs need strengthening; adjectives require more impact - all combining together effectively resulting in an educational system capable of motivating students even further throughout their studies towards becoming specialists

III. PERSONALIZED LEARNING & ADAPTIVE FEEDBACK WITH AI

The application of Artificial Intelligence (AI) to student motivation during specialist formation is a key factor in enhancing learning outcomes. AI capabilities provide students with personalized, adaptive experiences that recognize their individual needs and interests. Through the use of sophisticated algorithms, these systems can customize content, activities, instructions and feedback for each learner's unique requirements.

Personalized Learning: Tailored Content & Strategies:

With data-driven insights into learners' preferences and progress, AI technologies enable educators to tailor the educational experience specifically for them. From instructional strategies to content selection and even learning experiences themselves - courses can be tailored around individuals' strengths weaknesses and interests providing an engaging environment which maximizes learning potentials.

Adaptive Feedback: Supportive Guidance & Reinforcement:

In addition to personalized instruction pathways created by AI technology, adaptive feedback mechanisms are also essential components when it comes to boosting student motivation while forming specialists. Rather than traditional one-size-fits-all approaches, these systems assess responses from students on specific tasks before offering targeted guidance or support based on the data collected⁶. This type of actionable advice not only helps reinforce achievements but provides valuable direction

where improvement opportunities exist – encouraging learners towards successful outcomes.

One example of AI-enabled personalized learning is the use of intelligent tutoring systems (ITS). These advanced systems leverage AI algorithms to assess students' knowledge and skills, pinpoint any gaps in understanding, and provide tailored instruction and support. ITS can dynamically adjust the level of difficulty, pace, and content based on each student's abilities and progress - a true testament to its adaptability which ensures that every individual is appropriately challenged while being provided with necessary guidance.

Data analytics combined with machine learning algorithms can further enhance this personal approach by analyzing how learners interact with educational resources; looking for patterns or trends in order to generate real-time recommendations or interventions. For instance, AI technologies could suggest additional activities or learning pathways according to students' performance levels as well as interests - ultimately providing them more opportunities for exploration beyond their current curriculum.

The integration of personalized learning along with adaptive feedback within an AI-driven environment offers many advantages when it comes to specialist formation: tailoring the experience encourages autonomy among learners while also fostering a sense of ownership over their own journey⁷; furthermore they receive targeted assistance through continual guidance so that they stay motivated throughout their development process. This kind of contextualized teaching enables students not only feel competent but relevant too - making sure that engagement levels remain high from start all until completion!

IV. EXPLORING THE BENEFITS OF GAMIFIED AND PERSONALIZED AI EDUCATION

When it comes to education, gamification provides an opportunity to unlock greater motivation and engagement among learners. By introducing game elements such as levels, badges, leaderboards and rewards into the learning process – all powered by Artificial Intelligence (AI) technologies – students can be enthralled within a captivating yet interactive environment that stimulates their interest⁸. With the capability of tapping into intrinsic motivations such as challenge and curiosity combined with personalized experiences tailored for each student's skill level or pace of learning due to AI algorithms – educational platforms can help foster more successful outcomes than ever before.

To make this happen requires strategic design through motivational techniques which involves analyzing data from student behaviour patterns using AI technology then personalizing content accordingly based on individual goals and preferences. For instance, if a certain concept is proving difficult for one learner but not another - adaptive difficulty settings will allow progress at both ends without compromising either journey's overall outcome objectives; thus keeping everyone motivated along their respective paths towards success!

The use of artificial intelligence (AI) to power gamified learning is quickly becoming a popular choice among educators. By providing real-time feedback and progress tracking, AI allows students to measure their growth and accomplishments in an organized way. Interactive visualizations, performance dashboards, and personalized improvement recommendations help cultivate a sense of self-awareness and efficacy which are critical components for sustaining motivation.

Adaptive gamification experiences take this one step further by adjusting the content based on student's performance using machine learning algorithms that analyze interactions, styles, and responses⁹. With dynamic difficulty levels tailored around each individual's skill level learners can remain challenged without feeling frustrated or uninterested - creating optimal engagement opportunities for effective instruction.

Though introducing AI into educational settings requires careful consideration regarding objectives as well as instructional strategies to ensure relevance; educators must also provide guidance throughout the process so that gameplay remains meaningful while teaching essential skills necessary for success later on in life.

V. EMOTIONAL SUPPORT & SOCIAL INTERACTION PROMOTES MOTIVATION

The role of Artificial Intelligence (AI) in enhancing student motivation during specialist formation is heavily dependent on emotional and social engagement. Through the incorporation of AI technologies, educational experiences can become more immersive, personalized, and meaningful by facilitating interactions that recognize and respond to students' emotions.

A key component in this process is emotional engagement – understanding how individuals feel based on facial expressions, tone of voice, physiological responses etc.. By analyzing these indicators with AI systems it allows for a personalization of instruction that adapts depending on an individual's state or mood; if one displays signs of

frustration they can be offered additional resources or alternate explanations - allowing them to continue learning without feeling overwhelmed¹⁰. Furthermore through conversational interaction with virtual assistants powered by AI technology there is increased guidance given as well as encouragement from a source who has the capacity to empathize when needed. This creates an environment where students will have feelings such as belongingness along with confidence leading towards greater levels overall wellbeing - further motivating their desire for knowledge acquisition during special formation .

Incorporating emotional and social engagement AI in education presents exciting opportunities for collaboration, interaction, and peer learning. Leveraging advanced algorithms to connect students with shared interests can help create a sense of community while promoting active participation among learners. Through virtual classrooms, online forums, and other platforms powered by AI-driven technologies, individuals can exchange ideas while developing essential social-emotional skills such as empathy and effective communication¹¹. Moreover, simulated scenarios that are designed to hone these competencies offer an immersive opportunity for personal growth within a supportive environment.

Nevertheless, it is imperative that ethical considerations be taken into account when implementing these technologies in the educational setting. Clear policies must be established regarding data security to ensure student privacy is protected at all times; this includes regulating how data is collected or used from any sources related to emotions or social interactions gathered through the use of AI tools¹². By upholding stringent standards concerning responsible usage of information technology in education systems today we will lay down strong foundations upon which future generations may build their own knowledge safely without fear nor compromise on their basic rights as citizens under law - ultimately allowing them greater access towards success both personally professionally alike!

VI. CONCLUSION

The use of Artificial Intelligence (AI) in boosting student motivation during specialist formation is an ever-growing and highly encouraging realm within the field of education. This review has brought to light different ways AI can have a positive effect on student enthusiasm, such as through personalized learning, adaptive feedback, gamification, emotional and social involvement.

Personalized learning enabled by AI technologies allows students to receive individualized experiences that align with their own needs, interests and speed. By implementing AI algorithms into educational platforms they can assess

learner data - recognizing strengths or weaknesses - providing tailored content along with challenges accordingly. Not only does this lead to increased engagement from learners but also promotes autonomy within the process of studying which further motivates them for continued self-improvement.

Adaptive feedback is another area whereupon AI plays a key role in enhancing student inspiration. With help from these systems they are able to analyze responses given by students while tracking progress made at the same time; all while giving timely advice that's particular yet constructive enough so it meets any specific requirements each learner might have at hand. Such real-time guidance helps individuals monitor their growth rate more closely as well as feel satisfied after obtaining results thus fueling even more ambition for future success throughout specialist formation studies .

Gamification combined with artificial intelligence grants thrilling chances towards creating motivational scenarios when it comes down to exploring various areas related to knowledge acquisition . In order for this approach work efficiently game elements such as levels , awards , rewards & leaderboards should be used wisely so those intrinsic motivations could be tapped into , curiosity aroused & sense accomplishment once achieved set widely amongst participants¹³. At its core lies personalization provided via usage of special algorithms allowing each user get just enough challenge level without getting overwhelmed or underwhelmed respectively — both being equally unproductive states which don't contribute anything towards successful completion rate nor overall satisfaction obtained afterwards .

Finally emotional & social connection between parties involved inside teaching/learning dynamic must not be overlooked either — something easily achievable thanks modern day technology featuring builtin capabilities powered by artificial intelligence itself helping foster strong relationships based off mutual trust over understanding one another better than before having said interactions take place in first place¹⁴; leading onto improved bonding experience resulting greater desire follow through study plan until very end due feeling belongingness ultimately created among peers existing inside virtual space interacting together regularly basis since beginning journey began up till very last session took part months later upon starting become certified professionals graduating afterwards ready fresh new start life ahead brightest minds planet today had offer world growing population seeking quality driven education anyone regardless origin background other factors considered irrelevant context question originates¹⁵

REFERENCES

- [1] Abdeldayem, M. M., & Aldulaimi, S. H. (2020). Trends and opportunities of artificial intelligence in human resource management: Aspirations for public sector in Bahrain. *International Journal of Scientific and Technology Research*, 9(1), 3867-3871.
- [2] Chiu, T. K., & Chai, C.-s. (2020). Sustainable curriculum planning for artificial intelligence education: A self-determination theory perspective. *Sustainability*, 12(14), 5568.
- [3] Demchenko, I., Maksymchuk, B., Bilan, V., Maksymchuk, I., & Kalynovska, I. (2021). Training future physical education teachers for professional activities under the conditions of inclusive education. *BRAIN. Broad Research in Artificial Intelligence and Neuroscience*, 12(3), 191-213.
- [4] Fazlollahi, A. M., Bakhaidar, M., Alsayegh, A., Yilmaz, R., Winkler-Schwartz, A., Mirchi, N., . . . Bajunaid, K. (2022). Effect of artificial intelligence tutoring vs expert instruction on learning simulated surgical skills among medical students: a randomized clinical trial. *JAMA Network Open*, 5(2), e2149008-e214900
- [5] Hwang, G.-J., & Tu, Y.-F. (2021). Roles and research trends of artificial intelligence in mathematics education: A bibliometric mapping analysis and systematic review. *Mathematics*, 9(6), 584.
- [6] Joshi, S., Rambola, R. K., & Churi, P. (2021). *Evaluating artificial intelligence in education for next generation*. Paper presented at the Journal of Physics: Conference Series.
- [7] Karasievych, S., Maksymchuk, B., Kuzmenko, V., Slyusarenko, N., Romanyshyna, O., Syvokhop, E., . . . Vykrushch, V. (2021). Training future physical education teachers for physical and sports activities: Neuropedagogical approach. *BRAIN. Broad Research in Artificial Intelligence and Neuroscience*, 12(4), 543-564.
- [8] Kosholap, A., Maksymchuk, B., Branitska, T., Martynets, L., Boichenko, A., Stoliarenko, O., . . . Maksymchuk, I. (2021). Neuropsychological bases of self-improvement of own physical health of future teachers in the course of university education. *BRAIN. Broad Research in Artificial Intelligence and Neuroscience*, 12(3), 171-190.
- [9] Kulkov, I. (2023). Next-generation business models for artificial intelligence start-ups in the healthcare industry. *International Journal of Entrepreneurial Behavior & Research*, 29(4), 860-885.
- [10] Nasimovna, N. A. (2022). NEW PEDAGOGICAL TECHNOLOGIES IN TEACHING ENGLISH LANGUAGE TO STUDENTS WITH NO SPECIALIZED FOREIGN LANGUAGE. *American Journal of Pedagogical and Educational Research*, 6, 76-79.
- [11] Paek, S., & Kim, N. (2021). Analysis of worldwide research trends on the impact of artificial intelligence in education. *Sustainability*, 13(14), 7941.
- [12] Prots, R., Yakovliv, V., Medynskyi, S., Kharchenko, R., Hryb, T., Klymenchenko, T., . . . Maksymchuk, B. (2021). Psychophysical training of young people for homeland defence using means of physical culture and sports. *BRAIN. Broad Research in Artificial Intelligence and Neuroscience*, 12(3), 149-171.
- [13] Shaffer, K. J., Gaumer, C. J., & Bradley, K. P. (2020). Artificial intelligence products reshape accounting: time to re-train. *Development and learning in organizations: an international journal*, 34(6), 41-43.
- [14] Song, P., & Wang, X. (2020). A bibliometric analysis of worldwide educational artificial intelligence research development in recent twenty years. *Asia Pacific Education Review*, 21, 473-486.
- [15] Sun, X. (2021). 5G joint artificial intelligence technology in the innovation and reform of university English education. *Wireless Communications and Mobile Computing*, 2021, 1-10.

Assessing the Clinical and Epidemiological profile of patients affected by chagas disease in Belem, Pará, from 2015 to 2018

Avaliação do perfil clínico e epidemiológico dos pacientes acometidos pela doença de Chagas em Belém, Pará, no período de 2015 a 2018

Arthur Vinicius Alves Maciel, João Vitor Oliveira Moraes, João Vitor Rezende dos Santos Sabola, Luan Monte Pereira, Maria Eduarda Rendeiro Furtado, Pedro Raimundo Cunha Silva, Elaine de Oliveira e Silva, Maria Clara Almeida Sadala dos Santos, João Vitor Tavares da Costa, Edyane Oliveira e Silva, Emanuela Bandeira da Silva, Isabela Lacerda Avila, Juliane dos Santos Costa, Pedro Thiago Malcher de Amorim Dias, Lara Rosa Cardoso e Cardoso, Danielle Lima Barbosa, Manuella Ferraz de Souza Monteiro, Joely Lúcia de Souza Rodrigues, Enaile Dias Pontes, Vitória Marques Bigatão, Gabrielle de Freitas Nogueira, Gabriela Mutran dos Anjos, Valeria Pereira Rezende de Almeida, Silvia Kelly Jacques Sousa de Assis, Thais Costa Valente, João Lucas Barbosa Nery Marques, Daniel Rêgo Sousa, Lucas Stoessel Klautau Sadala, Dienyelle de Nazaré Costa Barbosa, Magno Ferreira da Silva, José Victor Silva Lima, Fabio Andres Ayala Neri, Edmilso Lopes Cabral, Naylane Sousa Pinheiro, Maria Helena Rodrigues de Mendonça²

Centro Universitário Metropolitano da Amazônia, Brasil.

Received: 04 Aug 2023,

Receive in revised form: 08 Sep 2023,

Accepted: 18 Sep 2023,

Available online: 26 Sep 2023

©2023 The Author(s). Published by AI

Publication. This is an open access article under the CC BY license

(<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

Keywords— Chagas Disease, Epidemiologia, Public Health

Palavras-chave— Doença de Chagas, Epidemiologia, Saúde Pública

Abstract— Chagas disease is a chronic health condition with high morbidity and mortality. It has an impact on public health and social and economic aspects, and despite efforts and health surveillance measures, outbreaks of the disease still occur. Objective: To evaluate the epidemiological profile of patients affected by Chagas' disease in Belém between 2015 and 2018. Methodology: This is a cross-sectional, retrospective study based on data collected from the notification and disease system, with data collected on cases in the established period, with information such as schooling, age group and gender. Results: There was a higher prevalence of young patients aged between 20 and 59, with a predominance of males and no correct identification of schooling in the notifications. In addition, there was an increase in the number of cases in 2017, but within the expected level of endemicity. Conclusion: Despite the epidemiological transition and the general decrease in the number of cases, Chagas disease is still an important factor to be evaluated by public health, with preventive policies being maintained, as well as public hygiene and basic sanitation situations.

Abstrata— A doença de Chagas é uma condição crônica de saúde com elevada morbidade e mortalidade. Tem impacto na saúde pública e nos aspectos sociais e econômicos e, apesar dos esforços e medidas de vigilância sanitária, ainda ocorrem surtos da doença. Objetivo: Avaliar o perfil epidemiológico dos pacientes acometidos pela doença de Chagas em Belém entre 2015 e 2018. Metodologia: Trata-se de um estudo transversal, retrospectivo, baseado em dados coletados no sistema de notificação e doenças, com dados coletados de casos no período estabelecido, com informações como escolaridade, faixa etária e sexo. Resultados: Houve maior prevalência de pacientes jovens com idade entre 20 e 59 anos, com predomínio do sexo masculino e sem identificação correta da escolaridade nas notificações. Além disso, houve aumento no número de casos em 2017, mas dentro do nível de endemicidade esperado. Conclusão: Apesar da transição epidemiológica e da diminuição geral do número de casos, a doença de Chagas ainda é um fator importante a ser avaliado pela saúde pública, mantendo-se as políticas preventivas, bem como as situações de higiene pública e saneamento básico.

I. INTRODUCTION

Desde as primeiras pesquisas de Carlos Chagas e seu filho, Evandro Chagas sobre a Doença de Chagas no século XX, percebe-se que houveram diversos avanços no que concerne ao diagnóstico e tratamento dessa doença. O pai foi responsável por observar casos de arritmia em pacientes, insuficiência cardíaca devido à inflamação do miocárdio e ninhos de parasita durante a verificação da autópsia. Além de que ter comprovado a fibrose no miocárdio presente no quadro crônico da doença. Por conseguinte, Evandro foi responsável em sugerir o bloqueio do ramo direito, que tem como função conduzir os impulsos para o ventrículo direito e na documentação no avanço do diagnóstico da doença, utilizando o Eletrocardiograma de 3 derivações e raio x de tórax. Com isso, em 1934, já havia estudos avançados sobre o quadro clínico e suas peculiaridades, incluindo: etiologia, vetor e reservatório da doença. Todavia, é notável que ainda há inúmeros casos de mortes por essa patologia, especialmente em Belém do Pará. (BESTETTI, 2016)

O agente etiológico dessa doença é o protozoário *Trypanosoma cruzi* (T. cruzi), essa moléstia ocorre exclusivamente nas Américas e, por isso, também obtém o nome de tripanossomíase americana. É da ordem Kinetoplastida e da família Trypanosomatidae. Possui duas vias de infecção, que são as vias vetorial clássica e a oral. A primeira é por meio da picada juntamente com a defecação do barbeiro e em suas fezes está a forma infectante, chamada de Tripomastigota Metacíclica. A segunda é pela ingestão de alimentos contaminados, assim, o T. cruzi infecta as células da boca e do estômago. No Brasil, a predominância dos casos registrados é na fase crônica da doença por intermédio do *Triatoma infestans*. Entretanto, os casos e surtos mais recentes encontrados,

foram causados pela doença na fase aguda e por meio da via oral, ocasionada pelas fezes dos triatomíneos encontradas nos alimentos. (GALVÃO, 2016).

Por base nisso, a Doença de Chagas é uma patologia que possui duas fases, a fase aguda, que pode ser sintomática ou assintomática, e uma fase crônica, que pode se manifestar nas formas indeterminada, cardíaca, digestiva ou cardiodigestiva. A fase aguda tem característica sintomatológica leve, moderada ou sem apresentação de sintomas. Neste caso, há o predomínio do parasita na circulação sanguínea em quantidades expressivas, havendo manifestação de febre. Nesta fase, é detectável anticorpos IgM, que está envolvido na baixa quantidade de parasitas no sangue e assim, crescendo o número de anticorpos IgG no teste de sorologia. Por conseguinte, na fase crônica existem poucos parasitas circulando no sangue e um aumento significativo de anticorpos IgG, em sua fase de início geralmente é de aspecto assintomático, porém em seu processo de evolução pode apresentar sintomas seja no aparelho digestivo, no sistema cardíaco ou de ambos os sistemas. É também notório a forma indeterminada, ou seja, sem comprometimento de nenhum sistema, mas que pode se transformar para um estado crônico, de fato a posteriori. (DIAS et al.,2015).

Devido à globalização, a chegada de imigrantes da América Latina em países como Estados Unidos e Canadá foi altíssima e, com isso, trouxe doenças e dentre elas, doenças tropicais como a doença de Chagas. Nos Estados Unidos mais de 300.000 cidadãos podem estar infectados. Além disso, um estudo feito por Schmunis (2010), estimou que 3,5% de imigrantes canadenses oriundos da América Latina estavam infectados. A doença de chagas possui caráter endêmico nos países latino-americanos, ou seja, é

característica dessas regiões e com a enorme quantidade de casos registrados fora dela, torna-se de uma importância de cunho mundial. Apesar de tal problemática, os profissionais da saúde tenderão a reconhecer os sintomas da doença e seu tratamento à medida que haja aumento dessa mazela em países não latino-americanos. (MENDES et al., 2017).

Na questão regional, o desmatamento na floresta amazônica é um fator de suma importância que contribui com a transmissão da doença. Segundo o Instituto Nacional de Pesquisas Especiais (INPE), dados dos anos de 2015 até 2018 sobre a relação do desmatamento e registro de doença de Chagas estão em evidência, haja vista que, com o desmatamento, a população invade o habitat do vetor *Triatoma infestans*, onde eles constroem casas feitas de madeira e com estrutura precária, consequentemente, o vetor, que teve seu habitat destruído, irá migrar para dentro dessas residências e isso irá contribuir para o aumento da transmissão da doença (BARBOSA, 2019).

Em relação à questão local, o estado do Pará é referência em casos de doença de Chagas. Em 2020, foi realizado um estudo sobre o perfil epidemiológico da doença entre os anos de 2010 até 2017, o resultado foi que houve 1.515 casos confirmados de doença de chagas aguda, com predominância no sexo masculino entre a faixa etária de 20-39 anos, sendo que 75,84% do total foi por transmissão oral. (AVIZ et al., 2020)

O açaí é uma iguaria muito consumida na região Norte que, quando mal preparado, faz com que o inseto *Triatoma infestans* também conhecido como “barbeiro” esteja inserido em pequenos pedaços dentro da mistura. Com isso, populações precárias que não tem acesso ao açaí com tratamento adequado tornam-se alvos vulneráveis à doença (FERREIRA et al, 2016).

Além disso, 26 casos foram notificados pelo Instituto Evandro Chagas no bairro do Benguí em 2016, devido a ingestão do açaí contaminado (DANIEL, 2016). Contudo, é perceptível que a área da saúde negligencia a questão do diagnóstico em relação aos aparatos necessários para efetuar os procedimentos de melhor qualidade para garantir precisão e confiabilidade no diagnóstico (DIAS, 2016; BASTOS, 2017)

A doença de Chagas não tem vacina e sua relação está diretamente relacionada com situações habitacionais. Alguns cuidados devem ser tomados para o controle da disseminação desta doença por meio da conservação das casas, aplicação de inseticidas e utilização de telas em portas e janelas que são medidas preventivas que devem ser adotadas, principalmente em ambientes rurais. A

melhor forma de prevenção é o combate ao inseto transmissor (DIAS et al., 2015).

A vigilância epidemiológica é fundamental para a detecção e prevenção da doença, a fim de que tenha redução dos agravos de qualquer forma de transmissão e manifestação dessa enfermidade. No caso, os principais agentes da Vigilância Epidemiológica são a própria comunidade, os sistemas locais de saúde e educação como também instituições de saúde pública. Tendo em mente que os municípios ou microrregiões são as principais áreas de unidade básica dessa vigilância (DIAS, 2000).

Além disso, há a presença da Vigilância Sanitária que tem como objetivo de eliminar, amenizar ou prevenir e de intervir em problemas sanitários decorrentes do ambiente. Entretanto, a falta de investimento nesse setor é uma barreira. Dentre esses desafios está a falta de apoio financeiro, já que a média destinada a saúde pelo governo federal no Brasil em 2018 foi de 3,6% e a mundial cerca de 11,7%. Acrescentando também a necessidade de médicos, a demora no atendimento e falta de leitos. Com isso, o SUS é exponencialmente prejudicado, afetando serviços de suporte e tratamento para doenças como é o caso da Doença de Chagas e assim, acarretando diretamente na vida das pessoas (NUNES, 2020).

Estima-se que 145 milhões dos brasileiros não possuem seguro privado de saúde e são dependentes do Sistema Único de Saúde (SUS) a fim de garantir sua sobrevivência em casos de adoecimento ou para manter-se saudável através de práticas de prevenção. Em relação à doença de chagas, o medicamento utilizado em seu tratamento é o benzonidazol, que é distribuído de forma exclusiva pelo SUS, além de que implantes como o marcapasso também estão no campo de atuação do SUS. Por esse motivo, negligenciar a necessidade dessas pessoas significa negar a elas o seu único meio de adentrar o sistema de saúde na sua plena função (COSTA, 2018).

II. OBJETIVO

2.1 Objetivo Geral

Avaliar o perfil clínico-epidemiológico dos pacientes acometidos pela Doença de Chagas em Belém entre os anos de 2015 a 2018 no Sistema de Agravos e Notificações (SINAN) e pelo Departamento de Informações do Sistema Único de Saúde (DATASUS).

2.2 Objetivos Específicos

a) Analisar o número de casos registrados de Doença de Chagas na fase aguda no município de Belém, Pará.

b) Caracterizar a situação epidemiológica da Doença de Chagas na fase aguda no município de Belém, Pará, quanto à idade, escolaridade e sexo.

III. MATERIAS E MÉTODOS

Trata-se de um estudo transversal, retrospectivo e descritivo, o qual foi realizado por meio da coleta de dados no Sistema de Informação de Agravos de Notificação do Departamento de Informática do SUS (SINAN/DATASUS) no ano de 2020, durante os meses de agosto a outubro do ano corrente. As informações foram obtidas de acordo com os casos de notificação em relação à região metropolitana de Belém-PA, quanto a fatores como sexo, escolaridade e faixa etária durante o período de 2015 a 2018 sobre a doença de chagas aguda.

As informações foram obtidas de acordo com os casos de notificação em relação à região metropolitana de Belém-PA, quanto a fatores como sexo, escolaridade e faixa etária durante o período de 2015 a 2018 sobre a doença de chagas aguda em março de 2023.

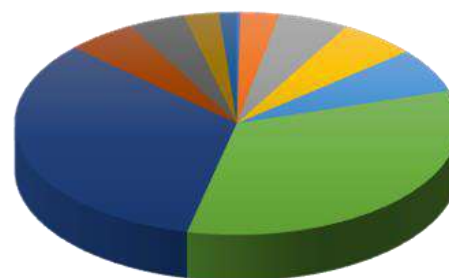
Os dados foram coletados a partir de planilhas no Microsoft Excel, onde os mesmos foram tabulados e organizados para a distribuição em tabelas e formação dos gráficos, além da avaliação dos percentuais. Os vieses quanto à tabulação dos dados foram diminuídos pela análise de 2 avaliadores independentes, além de não haver conflito de interesse na elaboração do trabalho, por parte dos autores.

As informações oriundas do SINAN/DATASUS são de livre acesso a população brasileira e os dados gerados garantem os princípios éticos contidos na resolução N°

466/2012 do Conselho Nacional de Saúde, dessa forma não há necessidade de submissão a um Comitê de Ética em Pesquisa.

IV. RESULTADOS

Os dados coletados no SINAN no período de 2015 a 2018 acerca do acometimento agudo da doença de chagas demonstram que 391 casos foram notificados nesse período, e que a faixa etária com maior prevalência era entre 20-39 anos e 40-59 anos, ambas com mais de 33% dos casos. Acerca da prevalência por sexo, o masculino foi pouco maior que o feminino, com mais de 52% dos casos, e em se tratando do quesito escolaridade 94,5% ignoraram esse fator e em 5,5% foi marcado a opção nenhum..



■ <1 ano ■ 1-4 anos ■ 5-9 anos ■ 10-14 anos
 ■ 15-19 anos ■ 20-39 anos ■ 40-59 anos ■ 60-64 anos
 ■ 65-69 anos ■ 70-79 anos ■ 80+ anos

Fig. 1: Número de casos notificados da Doença de Chagas aguda por faixas etárias entre 2015 a 2018, em Belém, PA.

Fonte: Dados do DATASUS, 2023.

Table.1: Número dos casos notificados de doença de Chagas aguda no SINAN pela prevalência de sexos entre 2015 e 2018, em Belém, PA.

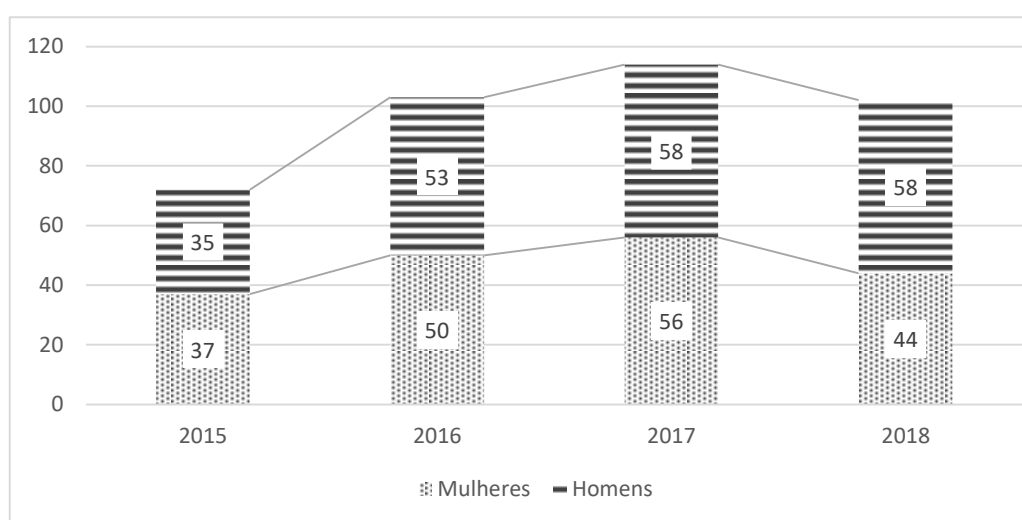
Sexo	2015	2016	2017	2018
Masculino	35 (48,6%)	53 (51,4%)	58 (50,8%)	58 (56,8%)
Feminino	37 (51,4%)	50 (48,6%)	56 (49,2%)	44 (43,2)
Total	72 (100%)	103 (100%)	114 (100%)	102 (100%)

Table.2: Número de casos notificados da Doença de Chagas no SINAN quanto a faixas etárias de 2015 a 2018, em Belém, PA.

Faixas etárias	2015	2016	2017	2018
<1ano	0 (0%)	1 (0,97%)	0 (0%)	0 (0%)
1-4 anos	3 (4,1%)	0 (0%)	4 (3,5%)	4 (3,9%)
5-9 anos	2 (2,7%)	4 (3,8%)	10 (8,7%)	4 (3,9%)
10-14 anos	2 (2,7%)	9 (8,7%)	6 (5,4%)	5 (6%)

15-19 anos	3 (4,1%)	11 (10,6%)	4 (3,5%)	8 (7,8%)
20-39 anos	25 (34,7%)	35 (33,9%)	41 (35,9%)	29 (27,4%)
40-59 anos	28 (38,8%)	29 (28,1%)	37 (32,4%)	36 (35,2%)
60-64 anos	3 (4,1%)	4 (3,8%)	4 (3,5%)	9 (8,8%)
65-69 anos	4 (5,5%)	6 (5,8%)	5 (4,3%)	1 (0,9%)
70-79 anos	1 (1,3%)	4 (3,8%)	2 (1,7%)	3 (2,8%)
>80 anos	1 (1,3%)	0 (0%)	1 (0,8%)	3 (2,8%)
Total	72 (100%)	103 (100%)	114 (100%)	102(100%)

Fig. 2: Caracterização dos casos notificados de Doença de Chagas na fase aguda por proporção de sexos, segundo dados do DATASUS entre 2015 e 2018, em Belém, Pará.



Fonte: Dados do DATASUS, 2023.

Table captions appear centered above the table in upper and lower case letters. When referring to a table in the text, no abbreviation is used and "Table" is capitalized.

V. DISCUSSÃO

A doença de chagas em sua fase aguda é um diagnóstico difícil de ser realizado, geralmente em decorrência dos sintomas leves gerados nessa fase da doença e pelo caráter autolimitado na maioria dos casos. Assim, pode-se inferir que a subnotificação da doença de chagas é uma problemática de saúde pública hodierna, que necessita de medidas de controle e prevenção dessa patologia, sobretudo nas regiões em que a prevalência permanece estacionária.

A maior detecção de casos de doenças de chagas na fase aguda em Belém no período avaliado possivelmente ocorreu pelas políticas locais de fortalecimento da atenção primária e pela maior disponibilidade de exames laboratoriais para diagnóstico parasitológico, pois essa

doença é detectada em um exame comum da prática clínica, mesmo para pacientes assintomáticos ou com outras queixas. Entretanto, o que é discordante a essa informação é que nível endêmico em certos municípios paraenses, em que a atenção básica é deficitária como Abaetetuba e Breves, é semelhante a Belém e à nível nacional, que segundo VILHENA AO, et al (2020) pode decorrer acerca de vários fatores como desequilíbrio ecológico, aspectos socioculturais e políticos-econômicos.

Ao avaliar o perfil clínico-epidemiológico dos casos registrados de doença de chagas na fase aguda em Belém do Pará, Brasil, entre 2015 a 2018, se identificou uma maior prevalência do sexo masculino (52%), na faixa etária de 20 a 59 anos (66,5%), com uma tendência estacionária ao longos dos 4 anos analisados. Acerca dos dados sobre o nível de escolaridade dos pacientes acometidos, as informações do DATASUS eram incompletas, de maneira que apenas duas opções constavam no sistema, "nenhum" e "branco/ignorado".

O perfil verificado na análise em questão é concordante com as informações da literatura científica, tanto em comparação à nível nacional como em estudos epidemiológicos locais, o que demonstra, que apesar da subnotificação da doença de chagas na fase aguda, esses casos tem sido cada vez mais detectados. De acordo com SILVA GG, et al (2020) no estado do Pará o perfil epidemiológico mais afetado pela doença são homens de 20 a 39 anos, da raça parda e infectados principalmente por via oral, em decorrência dos hábitos alimentares locais. Não obstante ANDRADE ETS, et al (2020) identificou um perfil semelhante em uma análise ecológica por meio de dados nacionais do SINAN entre 2004 e 2014, com predomínio do sexo masculino, com indivíduos economicamente ativos, com proporções de infecção entre região rural e urbana sem diferenças significativas.

Em uma análise histórica, observou-se que em 2017 houve um aumento, dentro do nível de endemicidade esperado para a doença de chagas, o que é ratificado pelos achados de SILVA GG, et al (2020). Sobre a prevalência da doença nas faixas etárias as mais acometidas são as economicamente ativas, com discretas flutuações entre as categoriais de 20-39 anos e 40-59anos, que de acordo com VILHENA AO, et al (2020) demonstra a transição do perfil epidemiológico, que historicamente afeta populações em situações de vulnerabilidade e desigualdades (ribeirinhos, indígenas, comunidades rurais e quilombolas), para maior acometimento urbano, pela ausência de saneamento básico de qualidade e de um sistema íntegro e efetivo de vigilância sanitária, visto que a maior parte dos casos são em decorrência da transmissão oral por contaminação de alimentos.

A falta de informações nas notificações realizadas acerca da doença de chagas, seja para os critérios de forma de transmissão ou escolaridade, tornam-se, no contexto epidemiológico, obstáculos na estimativa do impacto das ações de controle e para o planejamento das mesas, de forma que há falhas na investigação epidemiológica. A ausência de dados concretos acerca da escolaridade, dados esse pertencente a ficha de notificação da doença de chagas, impede a avaliação das populações mais afetadas, assim como se há uma tendência ao acometimento de populações em maior situação de risco, ou se há uma cobertura homogênea da contaminação.

Em relação à transmissão vertical da doença de chagas, a taxa de infecção é de 5% das crianças nascidas de mãe acometidas, entretanto segundo o boletim epidemiológico de 2015 do Ministério da Saúde, a prevalência dessa forma de transmissão é baixa no Brasil, aproximadamente 0,02%. Assim, nesse contexto, foi observado que apenas 1 caso de doença de chagas foi identificado em menores de 1 ano, o

que demonstra efetividade do controle da doença no âmbito do cuidado obstétrico e do pré-natal, com diagnóstico precoce e tratamento efetivo.

Durante o período de 2015 a 2018 foram notificadas 3 mortes (0,016%) como causa direta da doença de chagas, e nenhum óbito notificado com outra causa, com aproximadamente 80% dos pacientes vivos e 17,6% não foi notificado a evolução. Em comparação à média estadual de mortalidade por doença de chagas, que segundo SILVA GG, et al (2020), foi de 0,015% de 2010 a 2017, e a média nacional é de 0,62% na série temporal de 1979-2009, a qual já pode ter sofrido alterações, de acordo com o Ministério da Saúde. As principais causas de morte estão associadas ao desenvolvimento das formas crônicas da doença, principalmente a cardíaca, e com uma relação ascendente de coinfeção com HIV. Entretanto, com a maior disponibilidade laboratorial e acurácia diagnóstica, a detecção e manejo adequado dos pacientes ainda com a forma aguda diminuem as complicações e mortalidade associada a doença de chagas.

VI. CONCLUSÃO

A doença de chagas ainda é uma patologia com muitas complicações e um problema de saúde pública, que necessita do fortalecimento das medidas de controle sanitário e epidemiológico, apesar da curva descendente e diminuição da incidência de casos em Belém e no Brasil. Nesse sentido, a transição do perfil epidemiológico da doença de indivíduos maiores de 40 anos, sexo feminino e majoritariamente de situações de vulnerabilidade, para indivíduos economicamente ativos de ambos os sexos sem heterogenicidade na relação rural e urbano, evidencia a adaptação da patologia ao meio social e a necessidade do fortalecimento das medidas de controle.

Assim, o fomento das medidas sanitárias para vigilância do manejo adequado dos medicamentos, as medidas de higiene pública, fornecimento de saneamento básico e sistema de esgoto, fazem parte de um plano de ações que devem ter como objetivo diminuir as formas de transmissão do protozoário. Ademais, o fortalecimento da vigilância em saúde, através da busca epidemiológica adequada dos casos notificados, do preenchimento corretas das notificações e do tratamento precoce dos pacientes acometidos, como formas de atuar diretamente na eliminação da circulação da doença e indiretamente através do panorama epidemiológico de cada região, que demonstrará as áreas e populações mais afetadas, assim como a efetividade de certas ações de controle.

REFERENCES

- [1] Bestettir, R.B. et al (2016). Descobertas de Carlos Chagas Como Pano de Fundo para a Construção Científica da Cardiopatia Chagásica Crônica. *Arquivos Brasileiros Cardiologia*, 1(1), 1-8.
- [2] Andrade, E. T. S. et al (2020). Transformação epidemiológica da Doença de Chagas Aguda no Brasil. *Sociedade Brasileira de Medicina Tropical*, 1(2) 1-10.
- [3] 3. BASTOS, T. M. Uso das sirtuínas do *Trypanosoma cruzi* como alvos moleculares no desenvolvimento de fármacos para o tratamento da doença de chagas. Tese (Doutorado em Patologia) – Faculdade de Medicina, Fundação Oswaldo Cruz, Universidade Federal da Bahia. Salvador, p. 130. 2017
- [4] Carvalho, A. A. A. Doença de Chagas e seus Vetores Sob o Olhar de Agentes Comunitários de Saúde da Região Administrativa de Ceilândia. Universidade de Brasília. Brasília. Tese (Graduação de Enfermagem) – Curso de Enfermagem, Faculdade de Ceilândia, Universidade de Brasília, p. 70, 2013.
- [5] Costa, F.A.C.(2018). As doenças negligenciadas e o Sistema Único de Saúde. *Revista Ciência & Saberes-Facema*, 4(1) 902-903.
- [6] Dias, J.C.P. et al (2016). II Consenso Brasileiro em Doença de Chagas, 2015. *Epidemiologia Serviço Saúde*, 25(1) 7-86.
- [7] Dias, J. C. P. (2000). Vigilância epidemiológica em doença de Chagas. *Caderno de Saúde Pública*, 16(2) 43-59.
- [8] Friedmann, A A. (2017). Eletrocardiograma no prognóstico da doença de chagas. *Diagnóstico Tratamento*, 22(4)166-168.
- [9] Gonçalves, N.V. (2017). Análise espaço-temporal da doença de chagas e seus fatores de risco ambientais e demográficos no município de Barcarena, Pará, Brasil. *Revista brasileira de epidemiologia*, 20(4)742-755.
- [10] Mendes, F.S.N. et al (2017). Modelos de previsão para tomada de decisão na doença de chagas. *Arquivos Brasileiros Cardiologia*, 108(5)470-472.
- [11] Ortiz, J.V et al (2019). Avaliação cardíaca na Fase Aguda da Doença de Chagas com Evolução Pós-Tratamento em Pacientes Atendidos no Estado do Amazonas, Brasil. *Arquivos Brasileiros Cardiologia*, 119(3)240-246.
- [12] Schmunis, G.A. et al (2010). Chagas Disease: A Latin American Health Problem Becoming a World Health Problem. *Acta Trop*, 115(1-2)14-21.
- [13] Silva, G.G, Aviz, G.B, Monteiro, R.C.(2020). Perfil epidemiológico da Doença de Chagas aguda no Pará entre 2010 e 2017. *Pará Research Medical Journal*, 4(49) 1-6.
- [14] Vilhena, A.O. et al (2020). Doença de Chagas aguda no estado do Pará, Brasil: série histórica de aspectos clínicos e epidemiológicos em três municípios, no período de 2007 a 2015. *Revista Pan-Amazônica de Saude*, 11(1)1-9.
- [15] Mendes, J.R. et al (2020). Cases of Chronic Chagas Disease in the State of Piauí according to the Public reference Laboratory in Health in the Period of 2013-2017. *IJAERS*, 7(3)416-420.
- [16] Silva, K.M.R. et al (2018). Prevalência das principais doenças investigadas na triagem sorológica em unidades de um hemocentro. *Revista Ciência & Saberes-Facema*, 4(1):835-840.
- [17] Hossne, W. S. (1984). *Metodologia Científica: para a área da saúde*. São Paulo, Unicamp.
- [18] Bastos, T. M. (2017). *Uso das sirtuínas do Trypanosoma cruzi como alvos moleculares no desenvolvimento de fármacos para o tratamento da doença de chagas*. (Tese de Doutorado em Patologia) – Faculdade de Medicina, Fundação Oswaldo Cruz, Universidade Federal da Bahia. Salvador.
- [19] Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde (2015). Doença de Chagas aguda no Brasil: série histórica de 200 a 2013. Boletim epidemiológico. Brasília. 46(21).
- [20] WHO - World Health Organization. Chagas disease (American trypanosomiasis). FactSheet N° 340. Available from: <<http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs340/en/>>, 2017.

Consequences of Excessive Application of Pesticides and Impacts on the Environment and Human Health

Consequências da Aplicação Demasiada de Agrotóxicos e os Impactos no Meio Ambiente e na Saúde Humana

Fernando Ernesto Ucker¹, Tarek Chaher Kalaoun², Renan Krupok Matias³, Fábio
Henrique Casarini Gerônimo⁴, Leticia Chaves Fonseca Ucker⁵, Dhiene Leão Silva⁶

¹Coordenador e Professor do Departamento de Engenharias, Centro Universitário Araguaia, Goiânia – GO – Brasil,

Email: fernando@uniaraguaia.edu.br

²Professor do Departamento de Engenharias, Centro Universitário Araguaia, Goiânia – GO – Brasil,

Email: tarekkalaoun@uniaraguaia.edu.br

³Professor do Departamento de Engenharias, Centro Universitário Araguaia, Goiânia – GO – Brasil,

Email: renan.matias@uniaraguaia.edu.br

⁴Professor do Departamento de Engenharias, Centro Universitário Araguaia, Goiânia – GO – Brasil,

Email: fabio.geronimo@uniaraguaia.edu.br

⁵Professora do Departamento de Engenharias, Instituto Federal de Goiás, Valparaíso de Goiás – GO – Brasil,

Email: leticia.chaves@ifg.edu.br

⁶Aluna do Departamento de Engenharias, Centro Universitário Araguaia, Goiânia – GO – Brasil,

Email: dhienleao@yahoo.com.br

Received: 10 Aug 2023,

Receive in revised form: 11 Sep 2023,

Accepted: 21 Sep 2023,

Available online: 30 Sep 2023

©2023 The Author(s). Published by AI
Publication. This is an open access article
under the CC BY license

(<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

**Keywords— pesticides, environment, human
health.**

**Palavras-chave— agrotóxicos, meio
ambiente, saúde humana.**

Abstract— *With the increasing increase in the world population there was a need for a greater supply of food for consumption. In order for farmers to have greater productivity, more profits and exports, they started to use pesticides on their plantations, making excessive use of this product. Knowing the damage that this product can cause, the objective of this work was to compare the research published to date on the possibility of the presence of pesticides in food and natural resources, in addition to their possible influences on the environment and the health of the population. The method used to develop this work was a bibliographical review on the topic of pesticides, the damage to the environment and human health due to their intensive use. The results obtained from the authors cited on the intensive use of pesticides are the risks of diseases in men such as cancer, infertility, impotence, miscarriages, among others. There is also a risk of contamination of breast milk and the birth of babies with autism. In the environment, there is contamination of soil, water, air, food and malformations and death of animals. In order to minimize the impacts of pesticides on the environment and human health, the correct use of this product is necessary, using them according to the leaflet, in the correct dosage, in addition to the correct disposal of packaging and aerial spraying at the limit according to the relevant law. This way you can have a better quality of life and thus preserve the environment for current and future generations.*

Resumo— Com o crescente aumento da população mundial houve a necessidade de maior oferta de alimentos para o consumo. Para que os agricultores tivessem maior produtividade, mais lucros e exportação deles, eles passaram a utilizar agrotóxicos nas plantações, fazendo o uso excessivo desse produto. Sabendo dos danos que este produto pode causar, o objetivo deste trabalho foi comparar as pesquisas publicadas até o momento sobre a possibilidade da presença dos agrotóxicos nos alimentos e nos recursos naturais, além de suas possíveis influências no meio ambiente e na saúde da população. O método utilizado para desenvolvimento do presente trabalho foi a revisão bibliográfica sobre o tema agrotóxico, os danos ao meio ambiente e a saúde humana devido ao uso intensivo deles. Os resultados obtidos dos autores citados sobre o uso intensivo dos agrotóxicos são os riscos de doenças no homem como o câncer, infertilidade, impotência, abortos entre outros. Existe também o risco de contaminação do leite materno e o nascimento de bebês com autismo. No meio ambiente, ocorre a contaminação do solo, da água, do ar, dos alimentos e malformações e morte dos nos animais. Para que se possam minimizar os impactos dos agrotóxicos no meio ambiente e na saúde humana, é necessário o uso correto deste produto, utilizando os mesmos conforme a bula, na dosagem correta, além do descarte correto das embalagens e a pulverização aérea no limite conforme a lei pertinente. Dessa forma pode-se ter uma melhor qualidade vida e assim preservar o meio ambiente para atuais e futuras gerações.

I. INTRODUÇÃO

Com o crescente aumento da população mundial houve a necessidade de maior oferta de alimentos para o consumo. Para que os agricultores tivessem uma maior produtividade, mais lucros e exportação deles, eles passaram a utilizar agrotóxicos nas plantações. Em 2008, o Brasil ultrapassou os Estados Unidos e assumiu o posto de maior mercado mundial de agrotóxicos. Na safra no ano de 2010, que envolve o segundo semestre de 2010 e o primeiro semestre de 2011, o mercado nacional de agrotóxicos movimentou 936 mil toneladas de produtos, sendo 833 mil toneladas produzidas no país, e 246 mil toneladas importadas (AUGUSTO, 2013).

Agrotóxicos são os produtos e os agentes de processos físicos, químicos ou biológicos, destinados ao uso nos setores de produção, no armazenamento e beneficiamento dos produtos agrícolas, nas pastagens, na proteção de florestas, nativas ou implantadas, de outros ecossistemas, de ambientes urbanos, hídricos e industriais, cuja finalidade seja alterar a composição de flora ou da fauna, a fim de preservá-las da ação dos seres vivos considerados nocivos (BRASIL, 1989). Portanto, pode-se definir que são produtos utilizados na agricultura para controlar insetos, doenças ou plantas daninhas que causam danos às plantações.

De acordo com Soares e Porto (2012) os agrotóxicos começaram a se popularizar em plena Segunda Guerra Mundial, quando os sistemas agrários sofreram um

profundo impacto no que diz respeito ao controle de pragas na agricultura: o DDT (Dicloro-Difenil-Tricloroetano). Esse produto acabou sendo rotulado como de baixo custo e eficiente, e o descobridor das qualidades inseticidas do DDT (Paul Mueller) acabou ganhando o prêmio Nobel de Medicina de 1948. Tais fatos em muito contribuíram para que o DDT fosse amplamente utilizado na agricultura e na saúde pública antes que seus efeitos nocivos tivessem sido amplamente pesquisados e debatidos publicamente.

Segundo Ribas e Matsumura (2009) o aumento considerável no volume de agrotóxicos aplicados tem propiciado uma série de transtornos e modificações para o ambiente, tanto pela contaminação das comunidades de seres vivos que o compõe, quanto pela sua acumulação nos segmentos bióticos e abióticos do ecossistema (biota, água, ar, solo, etc.)

Conforme o Instituto Nacional de Câncer (INCA, 2015):

Os efeitos adversos decorrentes da exposição crônica aos agrotóxicos podem aparecer muito tempo após a exposição, dificultando a correlação com o agente. Dentre os efeitos associados à exposição crônica a ingredientes ativos de agrotóxicos podem ser citados: infertilidade, impotência, abortos, malformações, neurotoxicidade, desregulação hormonal, efeitos sobre o sistema imunológico e câncer.

Um terço dos alimentos consumidos cotidianamente pelos brasileiros está contaminado pelos agrotóxicos, segundo análise de amostras coletadas em todas as 26 Unidades Federadas do Brasil, realizados pela ANVISA (AUGUSTO, 2013).

Atualmente, cabe ao Ministério da Saúde o controle de agrotóxicos, enquanto o controle ambiental cabe ao Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Renováveis (IBAMA). A venda dos mesmos só pode ser realizada sob prescrição e supervisão de um engenheiro agrônomo, que é o profissional especializado na produção agrícola.

A Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) possui um programa chamado Programa de Análise de Resíduos de Agrotóxicos (PARA), e os últimos resultados obtidos mostraram amostras com resíduos de agrotóxicos em quantidades acima do limite máximo permitido e com a presença de substâncias químicas não autorizadas para o alimento pesquisado. Constataram também a existência de agrotóxicos em processo de proibição pela ANVISA ou que nunca tiveram registro no Brasil (INCA, 2015). A ANVISA monitorou do ano de 2013 a 2015 o risco agudo para saúde, uma vez que, nas edições anteriores do PARA, as análises tinham o foco nas irregularidades observadas nos alimentos. O risco agudo está relacionado às intoxicações que podem ocorrer dentro de um período de 24 horas após o consumo do alimento que contenha resíduos. Este novo tipo de avaliação leva em consideração a quantidade de consumo de determinado alimento pelo brasileiro.

Foram avaliadas mais de 12 mil amostras de alimentos dentre eles cereais, leguminosas, frutas, hortaliças e raízes, totalizando 25 tipos de alimentos. O critério de escolha foi o fato de que estes itens representam mais de 70% dos alimentos de origem vegetal consumidos pela população brasileira. Um dos alimentos com maior quantidade de amostras analisadas foi a laranja. De 744 amostras, 90 possuíam potencial de risco agudo, e destas, 11% apresentavam riscos associados à presença do agrotóxico carbofurano (o pesticida que mais contribui para o potencial de risco agudo). O potencial de risco agudo também é atribuído ao agrotóxico carbendazim, encontrado no abacaxi (5% das amostras de abacaxi com potencial risco agudo continham essa substância). As análises do PARA sempre são feitas com o alimento inteiro, incluindo a casca. Dessa forma, o relatório cita que no caso do abacaxi e da laranja, dos quais as cascas não são consumidas normalmente, reduz-se, em parte, a possibilidade do risco. Em alimentos como abobrinha, pimentão, tomate, cenoura entre outros, algumas amostras apresentaram resíduos de agrotóxicos, contudo, o risco agudo calculado foi aceitável na maior parte das mesmas. As irregularidades encontradas pelo PARA podem não apresentar risco apreciável a saúde do consumidor de forma aguda (98,89% das amostras não

foram classificadas com potencial risco agudo), mas o agricultor que estiver em desacordo com as recomendações de uso dos órgãos competentes está exposto a um risco mais elevado (ANVISA, 2016).

Assim, o objetivo deste trabalho foi comparar as pesquisas publicadas até o momento sobre a possibilidade da presença dos agrotóxicos nos alimentos, nos recursos naturais, suas possíveis influências no meio ambiente e na saúde da população.

II. MATERIAL E MÉTODOS

O método utilizado para desenvolvimento do presente trabalho é a revisão bibliográfica sobre tema os agrotóxicos e os danos ao meio ambiente e a saúde humana devido ao uso intensivo deles. Foram utilizados para fins de comparação, artigos científicos, revistas, anais sobre o referido tema e estes dados pesquisados no Google Acadêmico, SciELO, Capes. As palavras-chave utilizadas foram: agrotóxicos; meio ambiente; e saúde humana.

III. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A classificação toxicológica de um produto formulado é feita com base nos resultados dos estudos toxicológicos agudos realizados com a formulação pretendida. Tanto o ingrediente ativo como os componentes têm um papel relevante na classificação toxicológica final do produto formulado. No Brasil, a classificação dos agrotóxicos, afins, preservativos de madeira é realizada em função da toxicidade aguda, deve ser determinada e identificada com os respectivos nomes das categorias e cores nas faixas do rótulo dos produtos em quatro classes, de acordo com o quadro I abaixo: (ANVISA, 2018).

Quadro 1: Classes toxicológicas e suas respectivas faixas de cores. Fonte: (ANVISA, 2018).

Classe	Classificação	Cor da faixa no rótulo da embalagem
I	Extremamente tóxico	Vermelho vivo
II	Altamente tóxico	Amarelo intenso
III	Medianamente tóxico	Azul intenso
IV	Pouco tóxico	Verde intenso

O agrotóxico visa alterar a composição da flora ou da fauna, a fim de preservá-las da ação danosa de seres vivos considerados nocivos. Também são considerados agrotóxicos as substâncias e produtos empregados como desfolhantes, dessecantes, estimuladores e inibidores de

crescimento (MMA, 2019). Os agrotóxicos podem ser divididos em duas categorias: (MMA, 2019).

1. Agrícolas: destinados ao uso nos setores de produção, no armazenamento e beneficiamento de produtos agrícolas, nas pastagens e nas florestas plantadas - cujos registros são concedidos pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, atendidas as diretrizes e exigências dos Ministérios da Saúde e do Meio Ambiente.

2. Não-agrícolas: destinados ao uso na proteção de florestas nativas, outros ecossistemas ou de ambientes hídricos - cujos registros são concedidos pelo Ministério do Meio Ambiente (MMA) /Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais (IBAMA), atendidas as diretrizes e exigências dos Ministérios da Agricultura, Pecuária e Abastecimento e da Saúde.

Destinados ao uso em ambientes urbanos e industriais, domiciliares, públicos ou coletivos, ao tratamento de água e ao uso em campanhas de saúde pública - cujos registros são concedidos pelo Ministério da Saúde/ANVISA, atendidas as diretrizes e exigências dos Ministérios da Agricultura e do Meio Ambiente.

A Lei Estadual nº 19.423 de julho de 2016, dispõe sobre a produção, o armazenamento, o comércio, o transporte interno, a utilização, o destino de resíduos e embalagens, a inspeção e a fiscalização de agrotóxicos, seus componentes e afins, no Estado de Goiás, e dá outras providências e afirma o seguinte em seu artigo segundo (GOIÁS, 2016):

“Artigo 2º item IV: cadastro de agrotóxicos e afins: ato privativo do Estado, que visa a obtenção de dados de agrotóxicos, e seus componentes e afins, previamente registrado no órgão federal competente, indispensáveis para sua utilização e comercialização no Estado de Goiás, a serem fornecidos pelo detentor do registro do agrotóxico ou afim;

V - Central de recebimento: estabelecimento mantido e credenciado por um ou mais fabricantes e registrantes, ou conjuntamente com comerciantes, destinado a triagem, recebimento, prensagem ou trituração e armazenamento provisório de embalagens vazias de agrotóxicos, seus componentes e afins, advindos dos estabelecimentos comerciais, postos de recebimento ou diretamente dos usuários;”

O artigo 8º do Decreto Estadual nº 9.286 de 03 de agosto de 2018 que regulamenta a Lei nº 19.423, de 26 de julho de 2016, e dispõe sobre a produção, o armazenamento, o comércio, o transporte interno, a utilização, o destino de resíduos e embalagens, a inspeção e a fiscalização de agrotóxicos, seus componentes e afins, no Estado de Goiás, afirma que (BRASIL, 2018):

“Art. 8º A entidade estadual de defesa agropecuária, ao deferir o pedido de cadastramento de agrotóxicos, dará conhecimento público do ato, através de um resumo contendo, no mínimo:

I - marca comercial e ingrediente ativo do agrotóxico;

II - registrante;

III - número de registro no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - MAPA;

IV - número do cadastro na entidade estadual de defesa agropecuária;

V - tipo de formulação;

VI - classe agrônômica de uso;

VII - classe toxicológica;

VIII - periculosidade ambiental.

Parágrafo único. Em caso de negativa do pedido de cadastramento de agrotóxico, a entidade estadual de defesa agropecuária notificará o interessado para saneamento dos vícios identificados ou, se for o caso, para ciência do indeferimento definitivo.”

O Decreto nº 4.074 de 04 de janeiro de 2002 em sua Seção II - Da destinação final de sobras e de embalagens preconiza (BRASIL, 2002):

“Art. 52. A destinação de embalagens vazias e de sobras de agrotóxicos e afins deverá atender às recomendações técnicas apresentadas na bula ou folheto complementar.

Art. 53. Os usuários de agrotóxicos e afins deverão efetuar a devolução das embalagens vazias, e respectivas tampas, aos estabelecimentos comerciais em que foram adquiridos, observadas as instruções constantes dos rótulos e das bulas, no prazo de até um ano, contado da data de sua compra.

§ 1º Se, ao término do prazo de que trata o caput, remanescer produto na embalagem, ainda no seu prazo de validade, será facultada a devolução da embalagem em até 6 meses após o término do prazo de validade.

§ 2º É facultada ao usuário a devolução de embalagens vazias a qualquer posto de recebimento ou centro de recolhimento licenciado por órgão ambiental competente e credenciado por estabelecimento comercial.

§ 3º Os usuários deverão manter à disposição dos órgãos fiscalizadores os comprovantes de devolução de embalagens vazias, fornecidas pelos estabelecimentos comerciais, postos de recebimento ou centros de

recolhimento, pelo prazo de, no mínimo, um ano, após a devolução da embalagem.

§ 4º No caso de embalagens contendo produtos impróprios para utilização ou em desuso, o usuário observará as orientações contidas nas respectivas bulas, cabendo às empresas titulares do registro, produtoras e comercializadoras, promover o recolhimento e a destinação admitidos pelo órgão ambiental competente.

§ 5º As embalagens rígidas, que contiverem formulações miscíveis ou dispersíveis em água, deverão ser submetidas pelo usuário à operação de tríplice lavagem, ou tecnologia equivalente, conforme orientação constante de seus rótulos, bulas ou folheto complementar.

§ 6º Os usuários de componentes deverão efetuar a devolução das embalagens vazias aos estabelecimentos onde foram adquiridos e, quando se tratar de produto adquirido diretamente do exterior, incumbir-se de sua destinação adequada.”

O Instituto Nacional de Processamento de Embalagens Vazias (INPEV, 2018) é uma entidade sem fins lucrativos criada por fabricantes de defensivos agrícolas com o objetivo de promover a correta destinação das embalagens vazias de seus produtos. Foi fundado em dezembro de 2001 e entrou em funcionamento em março de 2002. Segundo a INPEV:

“Com a mobilização constante e o engajamento de cada um desses agentes e da sociedade em geral, o inPEV ajudou a tornar o Brasil uma referência mundial em logística reversa de embalagens vazias de defensivos agrícolas. Por ação do Sistema Campo Limpo, cerca de 94% das embalagens plásticas primárias (que entram em contato direto com o produto) e 80% do total das embalagens de produtos comercializados anualmente recebem a correta destinação pós-consumo. Nenhum país do mundo registra uma cobertura tão ampla. Na França, que tem o segundo melhor desempenho, a destinação não passa de 77%; seguida do Canadá, com 73%. Os Estados Unidos são o nono lugar no *ranking*, com 33%. De

março de 2002 até hoje mais de 450 mil toneladas de embalagens foram retiradas do meio ambiente.”

Segundo Posicionamento do Instituto Nacional de Câncer, José de Alencar Gomes da Silva, acerca dos agrotóxicos (INCA, 2015):

“Vale ressaltar que a presença de resíduos de agrotóxicos não ocorre apenas em alimentos in natura, mas também em muitos produtos alimentícios processados pela indústria, como biscoitos, salgadinhos, pães, cereais matinais, lasanhas, pizzas e outros que têm como ingredientes o trigo, o milho e a soja, por exemplo. Ainda podem estar presentes nas carnes e leites de animais que se alimentam de ração com traços de agrotóxicos, devido ao processo de bioacumulação.”

Na visão de Soares e Porto (2007, apud Fassis, 2014. p. 38)¹, se a aplicação do agrotóxico acontecer próximo a um curso d'água que abasteça uma cidade e se houver contaminação, perde-se, portanto, a qualidade dessa água captada. Sabe-se que existe o desrespeito com a lei, muitos agricultores descartam as embalagens de agrotóxicos nos cursos d'água.

Com o uso descontrolado e intenso dos defensivos agrícolas, as pragas também podem se tornar muito resistentes à ação dos produtos. Causando o surgimento de outras pragas, como por exemplo, a Helicoverpa uma lagarta que tem surpreendido produtores e pesquisadores pelo seu poder de destruição, causando prejuízos, principalmente, às lavouras de milho, soja e algodão (BUENO, 2017).

De acordo com França et al., (2003 apud Palma, 2011. p. 58 e 59)², para implantação da agropecuária foram consumidos 86% de cerrado nativo. Sua cobertura vegetal natural, praticamente já foi totalmente substituída pela agricultura moderna de grãos. Com a profunda modificação dos ecossistemas, houve perda dos principais potenciais bióticos, alterações da qualidade da água, erosão laminar dos solos, agregado ao uso intensivo de produtos químicos.

Segundo Landrigan et al., (2002, apud Palma, 2011. p. 51)³ a contaminação do leite humano é ampla e é, o resultado de décadas de poluição descontrolada do ambiente por produtos tóxicos. Portanto o ser humano quando

¹ SOARES, W. L.; PORTO, M. F. Atividade agrícola e externalidade ambiental: uma análise a partir do uso de agrotóxicos no cerrado brasileiro. *Ciência e Saúde Coletiva*, v. 12, n. 1, p. 131-143, 2007.

² França F.O.S., Cardoso JLC, Wen FU, Malaque CMS. Acidentes e doenças do trabalho provocados por animais peçonhentos. In:

Mendes R, coordenador. *Patologia do trabalho*. 2. ed. São Paulo: Atheneu; 2003. v. 2, p. 949-986.

³ Landrigan JP, Sonawane B, Mattison D, McCally M, Garg A. Chemical Contaminants in Breast Milk and their Impacts on Children's Health: An Overview. *Environmental Health Perspectives*. 2002;110:313-315.

degrada o meio ambiente, coloca em risco sua qualidade de vida.

Conforme Solomon e Weiss (2002, apud Palma, 2011. p. 56)⁴, ainda que as vantagens do aleitamento materno superem os riscos da presença de contaminantes no leite humano, é de suma importância a contínua identificação desses compostos no leite, para que medidas de saúde pública possam ser tomadas para a diminuição dessa contaminação.

Instrução Normativa nº 2, de 3 de janeiro de 2008 – Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), (BRASIL, 2008):

Art. 10. Para o efeito de segurança operacional, a aplicação aeroagrícola fica restrita à área a ser tratada, observando as seguintes regras: I - não é permitida a aplicação aérea de agrotóxicos em áreas situadas a uma distância mínima de: a) quinhentos metros de povoações, cidades, vilas, bairros, de mananciais de captação de água para abastecimento de população; b) duzentos e cinquenta metros de mananciais de água, moradias isoladas e agrupamentos de animais; II - nas aplicações realizadas próximas às culturas susceptíveis, os danos serão de inteira responsabilidade da empresa aplicadora; III - no caso da aplicação aérea de fertilizantes e sementes, em áreas situadas à distância inferior a quinhentos metros de moradias, o aplicador fica obrigado a comunicar previamente aos moradores da área;

Bem como em Pinheiro (2009, apud Palma, 2011. p. 29)⁵, as doenças e intoxicações causadas pelos agrotóxicos já representam um problema de Saúde Pública no país. Cerca de 15% do serviço de toxicologia nos pronto-socorros das grandes cidades brasileiras são de vítimas desses produtos químicos. O uso exacerbado de agrotóxicos pode elevar o índice de doenças crônicas. Como essas doenças nem sempre são diagnosticadas com precisão, também se elevam os índices de subnotificações, prolongando assim o combate a esse problema.

O Ministério do Trabalho e Emprego (MTE) criou no ano de 2005 a Norma Regulamentadora de Segurança e Saúde no Trabalho na Agricultura, Pecuária, Silvicultura, Exploração Florestal e Aquicultura. A NR nº 31 tem por objetivo estabelecer os preceitos a serem observados na organização e no ambiente de trabalho, de forma a tornar compatível o planejamento e o desenvolvimento das atividades da agricultura, pecuária, silvicultura, exploração florestal e aquicultura com a segurança e saúde e meio

ambiente do trabalho. Estabelecendo os procedimentos e as exigências a serem atendidas com relação ao uso de agrotóxicos na agricultura, tanto por parte do empregador como dos empregados (BRASIL, 2005).

No inciso sexto da Lei Federal nº 7.802/1989, fica proibido o registro de agrotóxicos, seus componentes e afins (BRASIL, 1989):

- a) para os quais o Brasil não disponha de métodos para desativação de seus componentes, de modo a impedir que os seus resíduos remanescentes provoquem riscos ao meio ambiente e à saúde pública;
- b) para os quais não haja antídoto ou tratamento eficaz no Brasil;
- c) que revelem características teratogênicas, carcinogênicas ou mutagênicas, de acordo com os resultados atualizados de experiências da comunidade científica;
- d) que provoquem distúrbios hormonais, danos ao aparelho reprodutor, de acordo com procedimentos e experiências atualizadas na comunidade científica;
- e) que se revelem mais perigosos para o homem do que os testes de laboratório, com animais, tenham podido demonstrar, segundo critérios técnicos e científicos atualizados;
- f) cujas características causem danos ao meio ambiente.

Agrotóxicos, quando usados corretamente, causam pouco impacto adverso no meio ambiente. Entretanto, quando utilizado indiscriminadamente, sem as devidas precauções e cuidados em relação a manipulação, produção, estocagem e destino final, põe em risco não só o meio ambiente, mas também a saúde das pessoas que de alguma forma entram em contato com tais produtos. É evidente que traços de resíduos de pesticidas presentes no solo, água, ar e alimentos podem ser perigosos à saúde do homem e ao meio ambiente (CASSAL et al., 2014).

IV. IMPACTOS DOS AGROTÓXICOS NO MEIO AMBIENTE

O uso abusivo dos agrotóxicos causa danos para fauna, por meio de desequilíbrio ecológico e a biomagnificação. Os principais efeitos sobre espécies de animais silvestres são: diminuição da fertilidade, desregulação da produção de hormônios sexuais masculinos, femininos, tireóide, abortos, alterações dos órgãos sexuais. Entre os animais mais afetados estão minhocas, sapos, leões marinhos, focas,

⁴ Solomon GM, Weiss PM. Chemical contaminants in breast Milk: time trends and regional variability. Environ Health Perspect. 2002;110:339-347.

⁵ Pinheiro T. Agrotóxicos: um caso de Saúde Pública. Portal ecodebate: cidadania e meio ambiente. [acesso em 26 nov 2010].

Disponível em: <http://www.ecodebate.com.br/2009/06/12/agrotoxicos-um-caso-de-saude-publicaentrevista-com-tarcisio-pinheiro/>

pássaros, crocodilos, tartarugas, gastrópodes e abelhas. No Brasil já constataram a mortandade de peixes por vazamento de endossulfam no Rio Paraíba do Sul, detecção de piretróides em 12 de 23 golfinhos analisados e realizado radiografias e aspectos morfológicos de anfíbios e, através disso, se pode notar malformações dos animais coletados em lagoas e córregos em Lucas do Rio Verde (MT), em 2009 (FRIEDRICH, 2013).

O agrotóxico Thiodan é um organoclorado a base de endossulfam, ele pode chegar ao meio aquático pelo escoamento superficial e infiltração no solo por meio da irrigação agrícola e das chuvas, colocando em risco os organismos que ali residem. Consequentemente o tóxico pode causar alterações morfológicas nos tecidos de peixes, dependendo da concentração e tempo de exposição (MARCON et al., 2014). O número e o tamanho de estômatos em plantas podem ser influenciados pela presença de agrotóxico na área de plantio (AZEVEDO et al., 2012).

Outro estudo coordenado pelo professor Lionel Segui Gonçalves, do Departamento de Biologia da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto (FFCLRP) da USP, revelam a associação entre redução das populações de abelhas e uso de agrotóxicos, que vem causando a redução das abelhas em larga escala. Este desaparecimento traz como principal consequência a falta de alimentos. Aproximadamente 70% dos alimentos que consumimos dependem da polinização das abelhas. Elas também polinizam as áreas verdes. O problema, já considerado mundial, atinge quatro estados brasileiros (Piauí, Rio Grande do Sul, Minas Gerais e São Paulo) (GONÇALVES, 2013).

Pode-se evidenciar o ranking de alimentos de acordo com o percentual de amostras inadequadas para o consumo, segundo a Anvisa (2011). O caso mais grave é o do pimentão, com 92% das amostras irregulares, contra 63% dos morangos, 57% do pepino, 54% das amostras de alface e 50% de cenoura. O tomate, que já teve no topo do ranking, nessa análise obteve contaminação de 16% (CASSAL et al., 2014).

Fatores de risco para a contaminação da água e do solo por agrotóxicos no Cerrado Brasileiro. Na lavoura temporária a cada 10.000 hectares aumenta 6% às chances de contaminação do solo e da água, a poluição do ar por queimadas ou poeira/pulverização de agrotóxicos aumenta o risco de contaminação da água em 57% e para solo em 7,6 vezes. Atividade agrícola prejudicada por pragas, risco para contaminação de solo aumenta em 2,6 vezes (SOARES e PORTO, 2006).

A pulverização aérea com agrotóxicos contamina as plantas, o ar, o solo e as águas. Mesmo que houvesse

condições adequadas para a distribuição do veneno, como calibração da aeronave, temperatura e ventos, o método de pulverização aérea retém 32% dos agrotóxicos nas plantas, enquanto 49% vão para o solo e 19% são dispersados para áreas fora da região onde é feita a aplicação. A problemática envolvendo a pulverização aérea é razão não apenas de conflitos judiciais e de discussões acerca da necessidade de alterações na legislação brasileira, mas também de conflitos entre diferentes países (FERREIRA, 2015).

Dentre os cultivos que utilizam agrotóxicos em larga escala encontra-se o tabaco. O Brasil é o maior exportador mundial de folha de tabaco e o estado do RS é maior produtor brasileiro. A literatura indica que a migração da produção do tabaco dos países desenvolvidos para os em desenvolvimento é uma estratégia da indústria, tendo em vista a manutenção e o fortalecimento do oligopólio favorecido por políticas econômicas, ambientais e trabalhistas frágeis. Soma-se a isso a preocupante a situação de que há uma grande exposição química dos trabalhadores rurais e do ambiente a agrotóxicos que possuem pouca informação toxicológica, inclusive àqueles que já tiveram sua comercialização proibida no Brasil, sendo vendidos clandestinamente (SANTOS et al., 2015).

Casos relevantes de desastres ambientais com vazamentos de agrotóxicos têm sido registrados no Brasil, como o acidente na cidade de Resende (RJ) envolvendo o vazamento de milhares de litros do agrotóxico endossulfam, que atingiu o Rio Paraíba do Sul e afetou 37 municípios, deixando mais de 700 mil pessoas sem abastecimento de água e mais de 20 mil pescadores sem poder trabalhar (PORTO e SOARES, 2012).

O principal efeito tóxico do agrotóxico diflubenzuron em animais de experimentação relatado na literatura é a formação de sulfemoglobina e metemoglobina, efeitos pelos quais estes metabólitos são utilizados como indicativos de alteração da homeostasia do organismo exposto. Estudos sugerem que a formação de metemoglobina ocorre devido à presença do metabólito *p*-cloroanilina (PCA), principalmente quando a exposição ocorre pela via inalatória e oral. E, desta forma, tal metabólito sanguíneo pode ser utilizado como um biomarcador de exposição, visto que a metemoglobina é um pigmento endógeno resultante do contato com o xenobiótico (SILVA et al., 2015).

A legislação brasileira já é aquiescente em relação aos agrotóxicos. Por exemplo, no Brasil, é aceitável o limite da concentração desses produtos na água potável na ordem de 5 mil vezes superior ao definido pela Comunidade Européia. Sem contar que os produtos usados aqui apresentam maiores riscos e danos à saúde; muitos deles, inclusive, já nem são usados nos seus países de origem. No

total, 30% dos 504 agrotóxicos de uso permitido no Brasil são vetados na União Européia (COSTA et al., 2018).

V. IMPACTOS DOS AGROTÓXICOS NA SAÚDE HUMANA

A contaminação ambiental e alimentar pode ser constatada no leite materno. Parte dos agrotóxicos utilizados tem a capacidade de se dispersar no ambiente, e outra parte pode se acumular no organismo humano, inclusive no leite materno. O leite contaminado, ao ser consumido pelos recém-nascidos, pode provocar agravos à saúde, pois os mesmos são mais vulneráveis a exposição a agentes químicos presentes no ambiente, por suas características fisiológicas e por se alimentar, quase exclusivamente com o leite materno até os seis meses de idade (AUGUSTO, 2013).

Enquanto a média nacional de exposição de agrotóxicos é de 7,3 litros por habitante, em Mato Grosso pode chegar a 67 litros. Ainda, de acordo com Pignati, o uso de agrotóxicos, além de ser recorrente, é feita de maneira irregular. O produto é pulverizado próximo a áreas de preservação e córregos (PIGNATI, 2019).

Estudo coordenados por Pignati, da Universidade Federal de Mato Grosso, identificou a contaminação de leite materno com agrotóxicos de mães que moravam na zona urbana de cidades de economia agrícola. O mesmo grupo demonstrou a existência desses produtos em águas de chuva e no ar (COSTA et al., 2018).

Pesquisas feitas em dois dos principais municípios produtores de grãos de Mato Grosso encontraram resíduos de agrotóxicos no sangue e na urina de moradores, em poços artesianos, em amostras de ar e de água da chuva coletadas em escolas públicas e no leite materno (LONDRES, 2011).

Entre a população que pode ser afetada por exposição aos agrotóxicos encontram-se as crianças com malformações congênitas devido à exposição materna aos agrotóxicos no período gestacional. Isto porque alguns estudos têm associado à malformação congênita ao fato da mãe residir em lugares próximos às áreas de lavoura. O estudo realizado em Mato Grosso (MT) encontrou 100% a mais de ocorrência de malformação congênita entre as crianças de mães expostas aos agrotóxicos durante o período periconcepcional em relação às demais.

A associação estatística entre mães que vivem com companheiro e ocorrência de malformações congênitas poderia ser justificada pelo manuseio de roupas e ferramentas contaminadas trazidas pelo marido, que usualmente é quem está mais exposto aos agrotóxicos (OLIVEIRA et al., 2014).

Além da exposição mista, as vias de penetração no organismo também são variadas, podendo ser oral, inalatória e ou dérmica simultaneamente. Estas concomitâncias não são consideradas nos estudos experimentais mesmo a partir da possibilidade de exposições por diferentes vias modificarem a toxicocinética do agrotóxico, podendo torná-lo ainda mais nocivo (AUGUSTO, 2013).

O Paraná é o terceiro maior consumidor de agrotóxicos do Brasil, com 80 tipos de agrotóxicos liberados para o cultivo do fumo, 56% deles enquadrados como extremamente tóxicos ou altamente tóxicos. Dados do Sistema de Informação de Agravos de Notificação (Sinan), do Ministério da Saúde, apresentam, no período de 2007 a 2015, registro médio anual de 740 casos de intoxicação por agrotóxicos no Brasil, sendo 98,7% deles de intoxicações agudas e 1,3% crônicas (MURAKAMI et al., 2017).

A deficiência auditiva pode gerar uma condição incapacitante no indivíduo. No adulto pode produzir uma série de alterações psicossociais, podendo prejudicar o processamento da linguagem verbal, limitando assim a comunicação e o convívio social. Um estudo realizado no estado do Rio de Janeiro (RJ) foi encontrado um alto índice de perdas auditivas (unilateral ou bilateral) no grupo dos agricultores: 62,85% na área da fala e 71,42% na área das frequências agudas, já no grupo dos não agricultores foram encontrados alterações somente de 14,28% para área da fala e 34,28% para a média das frequências agudas. Os valores encontrados nos indivíduos expostos e não expostos aos agrotóxicos são valores próximos aos encontrados em outros trabalhos (KÓS et al., 2014).

No Brasil, o *diflubenzuron* é um agrotóxico amplamente utilizado em campanhas de saúde pública para o controle de vetores de doença, principalmente do mosquito transmissor do vírus da dengue, o *Aedes aegypti*. Esta substância química veio a ser utilizada em substituição do *larvicida Temephos* e do *adulticida Cipermetrina*, que possuem uma toxicidade maior em exposições crônicas para os trabalhadores que os manipulam quando comparado ao *diflubenzuron* (SILVA et al., 2015).

Os resultados das avaliações em 2008 revelaram o uso não autorizado do agrotóxico *Metamidofós* em culturas de alface, arroz, batata, feijão, laranja, mamão, morango, pimentão, repolho, tomate e uva. Trata-se de grande problema de saúde pública, pois esses alimentos são geralmente consumidos in natura e fazem parte dos hábitos alimentares da população brasileira. Esse composto que age em insetos e mamíferos diminuindo a atividade da enzima acetilcolinesterase, essencial na transmissão normal de impulsos nervosos. Seu efeito nocivo é prolongado, pois

apresenta efeito residual de 10 a 12 dias (OLIVEIRA, 2016).

As questões de saúde e ambientais relacionadas com o uso de agrotóxicos na produção agropecuária são complexas. Em Rio Verde – GO, no mês de maio de 2013, 40 crianças de uma escola rural foram intoxicadas pelo banho recebido de agrotóxicos por um avião que jogava o veneno na plantação próxima da escola. Neste mês de julho, na Índia mais de 20 crianças morreram por terem consumido merenda escolar contaminada por agrotóxico. Estes fatos agudos e frequentes são apenas a ponta de um enorme iceberg de doenças devido a exposição aos agrotóxicos que estão ocultadas pela falta de informação nos sistemas de saúde da maioria dos países produtores agrícolas (AUGUSTO, 2013).

Em março de 2011 foram divulgados novos dados da pesquisa mostrando que até mesmo o leite materno está contaminado por venenos agrícolas. Em Lucas do Rio Verde foram coletadas amostras de leite de 62 mulheres atendidas pelo Programa Saúde da Família. A coleta foi feita entre a 3ª e a 8ª semana após o parto. Em 100% das amostras foi encontrado ao menos um tipo de agrotóxico. Em 85% dos casos foram encontrados entre 2 e 6 tipos. Entre as variáveis estudadas, ter tido aborto foi uma variável que se manteve associada a presença de três agrotóxicos. A substância com maior incidência e conhecida como DDE (diclorodifenildicloroetileno), um derivado de outro agrotóxico, o DDT, que foi proibido pelo Governo Federal em 1998 por provocar infertilidade nos homens e abortos espontâneos nas mulheres (LONDRES, 2011).

Bhatt et al., (1999) também notaram que a exposição a pesticidas pode estar associada ao aumento do risco de doenças neurodegenerativas, particularmente a Doença de Parkinson. Pesquisas relacionadas ao risco de autismo, efeitos de desenvolvimento da exposição precoce a agrotóxicos e mecanismos biológicos básicos pelos quais os mesmos podem induzir ou agravar características fisiopatológicas do autismo (SHELTON et al, 2012).

O trabalho, uma parceria entre a Fundação Oswaldo Cruz e a UFMT (Universidade Federal de Mato Grosso), mediu efeitos do uso de agrotóxicos em Campo Verde e Lucas do Rio Verde (medio-norte de Mato Grosso). O monitoramento da água de poços revelou que 32% continham resíduos de agrotóxicos. Das amostras de água da chuva analisadas, mais de 40% estavam contaminadas com venenos. Já 11% das amostras de ar tinham resíduos de agrotóxicos como o endossulfam– que está com o banimento programado pela ANVISA por seu potencial de provocar defeitos congênitos (nascimento de bebês com malformações genéticas), abortos espontâneos, problemas

no desenvolvimento, além de problemas neurológicos, imunológicos e hormonais. A pesquisa agora analisa a correlação entre esses dados e registros de intoxicações, câncer, malformação fetal e distúrbios neuropsicológicos nos municípios. “Sabemos que a incidência desses problemas é maior onde há o uso intensivo desses produtos”, diz o médico Wanderley Pignati, da UFMT, um dos coordenadores da pesquisa (LONDRES, 2011).

O debate em torno do uso de agrotóxicos na produção agrícola é discutido por diversos campos do conhecimento, desde aqueles relacionados ao desenvolvimento econômico e social, até o campo da saúde. Nesse último, esse debate se destaca considerando que há uma contaminação crescente de solos e águas, uma diminuição da biodiversidade e o adoecimento do trabalhador rural e da população urbana, com a ocorrência de acidentes de trabalho, intoxicações humanas, cânceres, malformações e casos de suicídios relacionados às exposições agudas e crônicas aos agrotóxicos (SANTOS et al.,2015).

VI. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Para que se possam minimizar os impactos dos agrotóxicos no meio ambiente e na saúde humana, é necessário o uso correto deste produto. Deve-se, então, utilizar os mesmos conforme a bula, na dosagem correta, evitando assim seu uso intensivo, o descarte correto das embalagens e a pulverização aérea no limite conforme a lei pertinente. As pessoas que manuseiam agrotóxicos são necessárias o uso de equipamento de proteção individual, minimizando os riscos de exposição ao produto. É de suma importância o monitoramento do solo, da água, do ar e dos alimentos, para assim serem analisados e verificar a quantidade de resíduos de agrotóxicos neles encontrados. Dessa forma pode-se ter uma melhor qualidade vida e assim preservar o meio ambiente para atuais e futuras gerações.

REFERÊNCIAS

- [1] ANVISA, Agência Nacional de Vigilância Sanitária. *Guia para elaboração de rótulo e bula de agrotóxicos, afins e preservativos de madeira agrotóxicos*. Guia nº 12, versão 1, Brasília, 19 de janeiro de 2018 Disponível em <http://www.anvisa.gov.br>. Acesso em: 11 abr. 2019.
- [2] ANVISA. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. *Consulta Pública nº 262, de 10 de outubro de 2016 D.O.U de 11/10/2016*. Disponível em: <http://portal.anvisa.gov.br/documents/10181/2858730/CONSULTA+P%C3%9ABLICA+N+262+GGTOX.pdf/e01d7f65-5f83-482e-b1e3-685560a029fd>. Acesso em: 02 nov. 2018.
- [3] AMARAL, V. ANVISA. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. *Mercado de Agrotóxicos e Regulamentação*. Debate: impacto regulatório no mercado de agrotóxicos.

- Disponível em: <https://bit.ly/2P2ErfG>. Acesso em: 18 out. 2018.
- [4] AZEVEDO, C. F.; BRUNO, R. L. A.; QUIRINO, Z. G. M.; REGO, E. R.; GOMES, K. R.; BEZERRA, A. K. D. Efeito de sistemas de consórcio e inseticida na formação dos estômatos em plântulas de erva-doce (*Foeniculum vulgare* Mill.). *Rev. Bras. Pl. Med.*, Botucatu, v.14, p.205-213, 2012.
- [5] AUGUSTO, L. G. S. *Panorama da Insustentabilidade do Modelo Químico Dependente da Agricultura Brasileira*. REUNIÃO ANUAL DA SBPC. UPE e FIOCRUZ, Recife, PE. v. 65, p. 2, jul. 2013. Disponível em: <http://www.sbpnet.org.br/livro/65ra/PDFs/arf_2303_565.pdf> Acesso em: 11 jan.2019.
- [6] BARRIGOSI, J. A. F. EMBRAPA, Agência Embrapa de informação e tecnologia. *Uso de Agrotóxicos*. Brasília, DF. Disponível em: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/arroz/arvore/CONT000fohgb6co02wyiv8065610dc2ls9ti.html>. Acesso em 18 de out. de 2018.
- [7] BHATT, M. H.; ELIAS, D. M. A.; MANKODI, B. S. et al. Acute and reversible parkinsonism due to organophosphate pesticide intoxication. *Neurology*, 52: 1.467. PMID:10227636, DOI: 10.1212/wnl.52.7.1467 Disponível em:<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10227636>. Acesso em 18 de out. de 2018.
- [8] BRASIL, NORMA REGULAMENTADORA Nº 31 - NR 31. *Segurança E Saúde No Trabalho Na Agricultura, Pecuária Silvicultura, Exploração Florestal E Aquicultura*. Disponível em: <http://www.guiatrabalhista.com.br/legislacao/nr/nr31.htm>. Acesso em: 26 de nov. 2018.
- [9] BRASIL. LEI Nº 7.802, DE 11 DE JULHO DE 1989. *Dispõe sobre a pesquisa, a experimentação, a produção, a embalagem e rotulagem, o transporte, o armazenamento, a comercialização, a propaganda comercial, a utilização, a importação, a exportação, o destino final dos resíduos e embalagens, o registro, a classificação, o controle, a inspeção e a fiscalização de agrotóxicos, seus componentes e afins, e dá outras providências*. Brasília, DF, julho de 1989 Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L7802.htm. Acesso em: 18 de out. 2018.
- [10] BRASIL. DECRETO Nº 9.286, De 03 De Agosto De 2018. *Regulamenta a Lei nº 19.423, de 26 de julho de 2016, que dispõe sobre a produção, o armazenamento, o comércio, o transporte interno, a utilização, o destino final de resíduos e embalagens, a inspeção e a fiscalização de agrotóxicos, seus componentes e afins, no Estado de Goiás, e dá outras providências*. Brasília, DF, agosto de 2016. Disponível em: http://www.gabinetcivil.goias.gov.br/decretos/numerados/2018/decreto_9286.htm Acesso em: 26 nov. 2018.
- [11] BRASIL. DECRETO Nº 4.074, De 4 De Janeiro De 2002. *Regulamenta a Lei no 7.802, de 11 de julho de 1989, que dispõe sobre a pesquisa, a experimentação, a produção, a embalagem e rotulagem, o transporte, o armazenamento, a comercialização, a propaganda comercial, a utilização, a importação, a exportação, o destino final dos resíduos e embalagens, o registro, a classificação, o controle, a inspeção e a fiscalização de agrotóxicos, seus componentes e afins, e dá outras providências*. Brasília, DF, janeiro de 2002. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/2002/D4074.htm. Acesso em: 26 nov. 2018.
- [12] BUENO, A. F. *Dia de campo na TV – Manejo sustentável dos insetos-praga da soja*. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/30933565/dia-de-campo-na-tv---manejo-sustentavel-dos-insetos-praga-da-soja>. Acesso em: 03 nov. 2018.
- [13] BRASIL. LEI Nº 7.802, DE 11 DE JULHO DE 1989. *Dispõe sobre a pesquisa, a experimentação, a produção, a embalagem e rotulagem, o transporte, o armazenamento, a comercialização, a propaganda comercial, a utilização, a importação, a exportação, o destino final dos resíduos e embalagens, o registro, a classificação, o controle, a inspeção e a fiscalização de agrotóxicos, seus componentes e afins, e dá outras providências*. Brasília, DF, julho de 1989 Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L7802.htm. Acesso em: 18 out. 2018.
- [14] BARATA-SILVA, C; DOS SANTOS T. P; GOUVÊA, A. V; ARIANE, L; MOREIRA J. C. Adaptação da metodologia de análise de metemoglobina como biomarcador de efeito da exposição ao agrotóxico diflubenzuron. *Quim. Nova*, Rio de Janeiro Vol. 38, No. 4, 533-537, 2015. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.5935/0100-4042.20150038>. Acesso em: 13 fev. 2019.
- [15] CASSAL, V. B; AZEVEDO, L. F; FERREIRA, R. P; DA SILVA, D. G; SIMÃO, R. L. Agrotóxicos: uma revisão de suas consequências para a saúde pública. *Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental*, Bagé, RS. e-ISSN 2236 1170 - V. 18 n. 1 Abr 2014, p.437-445. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.5902/2236117012498>. Acesso em 12 dez. 2018.
- [16] COSTA, A. M; RIZZOTTO, M. L. F; LOBATO, L. V. C. A questão dos agrotóxicos rompe os limites da ética da preservação da saúde e da vida. Rio de Janeiro, RJ. *Saúde Debate*, v. 42, n. 117, p. 346-353, abr-jun 2018 DOI: 10.1590/0103-1104201811700. Disponível em: Acesso em: 22 nov. 2018.
- [17] FERREIRA, M. L. P.C; A pulverização aérea de agrotóxicos no Brasil: cenário atual e desafios. **R. Dir. sanit.**, São Paulo, SP. v.15 n.3, p. 18-45, nov. 2014/fev. 2015. DOI: Disponível em: <http://dx.doi.org/10.11606/issn.2316-9044.v15i3p18-45>. Acesso em 11 fev. 2019.
- [18] FRIEDRICH, K. *Impactos dos agrotóxicos na saúde humana. Toxicologia e Saúde Pública Departamento de Farmacologia e Toxicologia*. Instituto Nacional de Controle de Qualidade em Saúde INCQS-FIOCRUZ. Jaguariúna, outubro 2013. Disponível em: http://www.cnpma.embrapa.br/down_site/forum/2013/agrotocicos/palestras/Forum2013_KARENFRIEDRICH.pdf. Acesso em: 27 abr. 2019.
- [19] FASSIS, F. *Educação Ambiental E O Uso De Agrotóxicos*. Unesp. Universidade Estadual Paulista Júlio De Mesquita

- Filho Instituto De Biociências. Rio Claro, 2014. p. 38. Acesso em: 03 nov. 2018.
- [20] FRANK, A. L.; MCKNIGHT, R.; KIRKHORN, S. R.; GUNDERSON, P. Issues of agricultural safety and health. *Annual Review of Public Health*. Palo Alto, v. 25, p. 25-45, 2004.
- [21] GOIÁS. LEI N° 19.423 de julho de 2016. *Dispõe sobre a produção, o armazenamento, o comércio, o transporte interno, a utilização, o destino final de resíduos e embalagens, a inspeção e a fiscalização de agrotóxicos, seus componentes e afins, no Estado de Goiás, e dá outras providências*. Brasília, DF, julho de 2016 Disponível em: <http://www.gabinetecivil.go.gov.br/pagina_leis.php?id=21279> Acesso em 26 nov. 2018.
- [22] GONÇALVES, L. S; BOEMER, T. *Campanha mostra efeitos de agrotóxicos em abelhas*. Serviço de Comunicação Social da Prefeitura USP do Campus de Ribeirão Preto, SP. Disponível em: <http://www.usp.br/agen/?p=159106>. Acesso em: 03 nov. 2018.
- [23] INCA. INSTITUTO NACIONAL DE CÂNCER. *Posicionamento do Instituto Nacional de Câncer José Alencar Gomes da Silva acerca dos agrotóxicos*. Disponível em: <http://www1.inca.gov.br/inca/Arquivos/comunicacao/posicionamento_do_inca_sobre_os_agrotoxicos_06_abr_15.pdf>. Acesso em: 18 out. 2018.
- [24] INPEV. *Instituto Nacional de Processamento de Embalagens Vazias. Histórico de criação e objetivos do INPEV*. Disponível em: <https://www.inpev.org.br/inpev/quem-somos/>. Acesso em: 18 out. 2018.
- [25] JANIE F. S; IRVA, H. P; ISAAC, N. P. Tipping the Balance of Autism Risk: Potential Mechanisms Linking Pesticides and Autism. *Environ Health Perspect* 120:944-951 (2012). Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1289/ehp.1104553>. Acesso em: 21 dez. 2018.
- [26] KÓS, M. I; MIRANDA, M. F; GUIMARÃES, R.M; MEYER, A. Avaliação do sistema auditivo em agricultores expostos à agrotóxicos. *Rev. CEFAC* [online]. 2014, vol.16, n.3, pp.941-948. ISSN 1516-1846. mai-jun; 16(3):941-948. Rio de Janeiro, RJ. 2014. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/1982-0216201420212> Acesso em: 24 jan. 2019.
- [27] LONDRES, F. *Agrotóxicos no Brasil: um guia para ação em defesa da vida*. – Rio de Janeiro, RJ. AS-PTA – Assessoria e Serviços a Projetos em Agricultura Alternativa, 2011.190 p. ISBN 978-85-87116-15-4. Disponível em: <http://aspta.org.br/wp-content/uploads/2011/09/Agrotoxicos-no-Brasil-mobile.pdf>. Acesso em: 11 mar. 2019.
- [28] MURAKAMI, Y; PINTO, N. F; ALBUQUERQUE, G. S. C; PERNA, P. O; LACERDA, A. Intoxicação crônica por agrotóxicos em fumicultores. *Saúde Debate*, Rio de Janeiro, v. 41, n. 113, p. 563-576, abr-jun 2017.
- [29] MARCON, L; FILHO, P. B. da SILVA; LOPES, D. S; MOUNTEER, A. H; BENJAMIN. O inseticida Thiodan® sobre o desenvolvimento folicular de lambaris. *Ciência Rural*, Santa Maria, v.44, n.12, p.2245-2251, dez, 2014. ISSN 0103-8478 Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/0103-8478cr20140400>. Acesso em: 04 fev. 2019.
- [30] MTE. Ministério do Trabalho e Emprego. *Norma Regulamentadora NR 31 Segurança e Saúde no Trabalho na Agricultura, Pecuária e Silvicultura, Exploração Florestal e Aquicultura*. Disponível em: <<http://trabalho.gov.br/images/Documentos/SST/NR/NR31.pdf>> Acesso em: 27 jan. 2019.
- [31] Ministério do Meio Ambiente, MMA. *Seminário, diálogos setoriais sobre o controle e regulação de agrotóxicos e biocidas*. Produtos Agrotóxicos Disponível em: <http://www.mma.gov.br/seguranca-quimica/gestao-das-substanciasquimicas/produtos-agrot%C3%B3xicos.html>. Acesso em: 18 out. 2018.
- [32] OLIVEIRA, K. M. Controle sanitário de agrotóxicos no Brasil: o caso do Metamidofós. *Revista Cadernos Ibero-Americanos de Direito Sanitário*. 2016 abr./jun, 5(2):160-176. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.17566/ciads.v5i2.291> Acesso em: 17 jan. 2019.
- [33] OLIVEIRA, N. P; MOI, G. P; SANTOS, M. A; SILVA, A. M. C; PIGNATI, W. A. Malformações congênitas em municípios de grande utilização de agrotóxicos em Mato Grosso, Brasil. *Ciência & Saúde Coletiva*, v. 19, n. 10, p.4123-4130, 2014 DOI: 10.1590/1413-812320141910.08512014.
- [34] PORTO, M. F; SOARES, W. L. Modelo de desenvolvimento, agrotóxicos e saúde: um panorama da realidade agrícola brasileira e propostas para uma agenda de pesquisa inovadora. *Rev. bras. Saúde Ocup.*, São Paulo, v. 37, n. 125, p.17-50, 2012.
- [35] PALMA, D. C. A. *Agrotóxicos em leite humano de mães residentes em Lucas do Rio Verde – MT*. Universidade Federal do Mato Grosso – Instituto de Saúde Coletiva. Cuiabá, 2011. 104p. CDU 612.664:632.95.024(817.2). Disponível em: <https://www.ufmt.br/ppgsc/arquivos/857ae0a5ab2be9135cd279c8ad4d4e61.pdf>. Acesso em: 28 nov. 2018.
- [36] PIGNATI, W. *Exposição a agrotóxicos em MT é quase 10 vezes maior do que média nacional*. ABRASCO. Mato Grosso, MT. Abril de 2019. Disponível em: <https://www.abrasco.org.br/site/outras-noticias/saude-da-populacao/exposicao-ao-agrotoxico-em-mato-grosso-e-quase-10-vezes-maior-do-que-media-nacional/40362/>. Acesso em 18 abr. 2019.
- [37] RIBAS, P. P., MATSUMURA, A. T. S. *A química dos agrotóxicos: impacto sobre a saúde e meio ambiente*. Revista Liberato, Novo Hamburgo, Porto Alegre, RS. v. 10, n. 14, p. 49-158, jul./dez. 2009. Disponível em: [http://www.liberato.com.br/sites/default/files/arquivos/Revista_SIER/v.%2010,%20n.%2014%20\(2009\)/3.%20A%20qu.%20EDmica%20dos%20agrot%F3xicos.pdf](http://www.liberato.com.br/sites/default/files/arquivos/Revista_SIER/v.%2010,%20n.%2014%20(2009)/3.%20A%20qu.%20EDmica%20dos%20agrot%F3xicos.pdf). Acesso em: 14 out. 2018.
- [38] SOARES, W. L. & PORTO, M. F. Atividade agrícola e externalidade ambiental: uma análise a partir do uso de agrotóxicos no cerrado brasileiro. *Ciência & Saúde Coletiva*, Rio de Janeiro, RJ. 2007, v.12, n.1, p.131-143. ISSN 1413-

8123. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-81232007000100016>. Acesso em: 22 dez. 2018.

- [39] SANTOS, V. C. F; RUIZ, E. N. F; RIQUINHO, D. L; MESQUITA, M. O. Saúde e ambiente nas políticas públicas em municípios que cultivam tabaco no sul do Brasil. *Rev Gaúcha Enferm.* Porto Alegre, RS. 2015. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/1983-1447.2015.esp.57189>. Acessado em: 11 mar. 2019.

Analysis of Air Quality in Parque Vaca Brava

Análise da Qualidade do Ar no Parque Vaca Brava

Fernando Ernesto Ucker¹, Tarek Chaher Kalaoun², Renan Krupok Matias³, Fábio Henrique Casarini Gerônimo⁴, Leticia Chaves Fonseca Ucker⁵, Rosane de Paula Castro⁶, Elisângela de Souza Silva⁷

¹ Coordenador e Professor do Departamento de Engenharias, Centro Universitário Araguaia, Goiânia – GO – Brasil,
Email: fernando@uniaraguaia.edu.br

² Professor do Departamento de Engenharias, Centro Universitário Araguaia, Goiânia – GO – Brasil,
Email: tarekkaoun@uniaraguaia.edu.br

³ Professor do Departamento de Engenharias, Centro Universitário Araguaia, Goiânia – GO – Brasil,
Email: renan.matias@uniaraguaia.edu.br

⁴ Professor do Departamento de Engenharias, Centro Universitário Araguaia, Goiânia – GO – Brasil,
Email: fabio.geronimo@uniaraguaia.edu.br

⁵ Professora do Departamento de Engenharias, Instituto Federal de Goiás, Valparaíso de Goiás – GO – Brasil,
Email: leticia.chaves@ifg.edu.br

⁶ Professora do Departamento de Engenharias, Centro Universitário Araguaia, Goiânia – GO – Brasil,
Email: rosanecastro@uniaraguaia.edu.br

⁷ Aluna do Departamento de Engenharias, Centro Universitário Araguaia, Goiânia – GO – Brasil,
Email: elissouza@hotmail.com

Received: 06 Aug 2023,

Receive in revised form: 14 Sep 2023,

Accepted: 23 Sep 2023,

Available online: 30 Sep 2023

©2023 The Author(s). Published by AI
Publication. This is an open access article
under the CC BY license
(<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

Keywords — Carbon monoxide, Air pollution, Health effect.

Palavras-chave — Monóxido de carbono, Poluição do ar, Efeito na saúde.

Abstract — Global concern about climate change is present in different segments of society. These changes can also be measured by, for example, air quality standards in urban centers. The objective of this work is to monitor and analyze the amount of carbon monoxide of vehicular origin due to the burning of non-renewable fuels around the Vaca Brava Park, and to evaluate the consequences that this pollutant brings to the health of the population and to the environment. Park Vaca Brava is in the municipality of Goiânia, has an area of 79,890.63 m². Samples were taken at three points in the Park, in the main busiest avenues in its surroundings, and the fourth sample was carried out inside the Park to compare the amount of carbon monoxide with the other points. These points were chosen because they present a large volume of people that pass in the place for the practice of physical exercises, and also for having a large agglomeration of vehicle in its surroundings, as a result of the commerce being quite busy in this region, due to this, the traffic vehicle is quite intense. In the period of study carried out in the park, there was a small change of this pollutant in November 2022, February, March and May 2023, in the other months no CO value was detected. It was also observed that the values of carbon monoxide in most of the months studied were not detected by the device. The green area of the park is quite important to regulate the air quality in this region and make it fresher and healthier for those who frequent the place.

Resumo — A preocupação global com as mudanças climáticas está presente em diferentes segmentos da sociedade. Estas mudanças também podem ser medidas, por exemplo, pelos padrões de qualidade do ar nos centros urbanos. O objetivo deste trabalho é monitorar e analisar a quantidade de monóxido de carbono de origem veicular proveniente da queima de combustíveis não renováveis no entorno do Parque Vaca Brava, e avaliar as consequências que esse poluente traz para a saúde da população e para o ambiente. O Parque Vaca Brava fica no município de Goiânia, possui área de 79.890,63 m². As amostras foram coletadas em três pontos do Parque, nas principais avenidas de maior movimento do seu entorno, e a quarta amostra foi realizada dentro do Parque para comparar a quantidade de monóxido de carbono com os demais pontos. Esses pontos foram escolhidos por apresentarem um grande volume de pessoas que passam no local para a prática de exercícios físicos, e também por possuir uma grande aglomeração de veículos em seu entorno, em decorrência do comércio ser bastante movimentado nesta região, por conta disso, o trânsito de veículos é bastante intenso. No período de estudo realizado no parque, houve pequena alteração deste poluente em novembro de 2022, fevereiro, março e maio de 2023, nos demais meses não foi detectado valor de CO. Observou-se também que os valores de monóxido de carbono na maioria dos meses estudados não foram detectados pelo aparelho. A área verde do parque é bastante importante para regular a qualidade do ar desta região e torná-lo mais fresco e saudável para quem frequenta o local.

I. INTRODUÇÃO

A preocupação global com as mudanças climáticas está presente nos diferentes segmentos da sociedade. Estas mudanças também podem ser mensuradas, por exemplo, por meio de padrões de qualidade do ar em centros urbanos. Esses indicadores, além de evidenciarem os impactos da poluição atmosférica, destacam que os efeitos adversos das emissões antrópicas podem ser verificados com o aumento de incidências de doenças respiratórias e cardiovasculares nas populações urbanas (GERAVANDI et al., 2015).

Assim, a gestão pública reconhece a importância dos programas de gerenciamento da qualidade do ar como forma de fiscalizar as atividades potencialmente poluidoras e garantir um desenvolvimento ecologicamente equilibrado. No entanto, a implantação de programas tradicionais de monitoramento, como o que preconiza a Agência de Proteção Ambiental dos EUA (USEPA), requer grandes orçamentos e profissionais especializados para sua efetividade (SNYDER et al., 2013).

A Agência Internacional de Investigação em Câncer IARC (2013) classificou a poluição do ar como cancerígena para os seres humanos. Nesse sentido, a poluição atmosférica é um importante fator para o desenvolvimento e exacerbação de doenças respiratórias, como asma, doença pulmonar obstrutiva crônica e câncer

do pulmão, bem como um impacto substancial na doença cardiovascular. Essa poluição é causada pelas emissões de veículos automotores, que carregam diversas substâncias tóxicas, que em contato com o sistema respiratório podem produzir vários efeitos negativos sobre a saúde.

O Brasil, como todo país em desenvolvimento, apresenta um crescimento expressivo na frota veicular de suas regiões metropolitanas Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB, 2016). Ainda de acordo com o autor supracitado, nas áreas metropolitanas, o problema da poluição do ar tem constituído numa das mais graves ameaças à qualidade de vida de seus habitantes. Em geral, os veículos automotores são os principais causadores da poluição do ar, essa poluição é causada em grande parte pelo monóxido de carbono (CO), que é uma substância inodora, insípida e incolor.

É considerado um gás tóxico porque se liga rapidamente a hemoglobina do sangue, formando um composto estável, a carboxihemoglobina, que impede a hemoglobina de se ligar ao oxigênio e transportá-lo aos pulmões. Altas concentrações de CO estão associadas a centros urbanos com intensa circulação de veículos (BRAGA et al., 2002).

De acordo Moreau e Siqueira (2011), o CO também reage com a molécula de Hb por um processo muito parecido ao do O₂, formando desta forma, a

carboxihemoglobina (COHb). Quando em elevadas concentrações no ar inspirado, o CO entrará em uma competição no sangue, com o O₂ pelas moléculas de Hb. A consequência dessa ação é que o Fe da Hb se liga com mais força ao CO do que ao O₂, este processo ocorre através de uma ligação covalente estável. Desta forma, a Hb dificilmente estará livre para transportar o O₂. Portanto, quanto maior a quantidade de CO inalado, maior será a quantidade de moléculas de Hb impossibilitadas de transportar O₂, tendo como consequências graves danos à saúde (MOREAU; SIQUEIRA, 2011).

Já para Bohm (2014), o bom funcionamento dos órgãos, é necessário à oxigenação das células. Entretanto, alguns órgãos precisam de mais oxigenação que outros, assim, o sistema nervoso central é o maior consumidor de O₂, tornando-o muito sensível a falta deste gás. A formação da carboxiemoglobina (COHb) e a manifestação de sinais e sintomas clínicos dependem principalmente da concentração do CO no ar atmosférico inspirado, do período de exposição, do tipo de atividade física e da susceptibilidade individual (GILMAN, 2003). A concentração natural de COHb no sangue de pessoas não fumantes é de aproximadamente 0,5% (valor de referência para essa população), devido a produção endógena de CO durante a primeira etapa da degradação do grupo heme. A estimativa percentual da COHb no sangue da população é empregada como IB de exposição ao CO na monitoração biológica (MB) (OGA; CARMARGO; BATISTUZZO, 2003).

Com o crescimento da frota de veículos de forma desordenada, as alterações antrópicas são os principais motivos que contribuem para a poluição do ar, principalmente nas áreas urbanas com pouca vegetação e arborização. O monóxido de carbono é um dos principais contribuintes para a má qualidade do ar nas regiões urbanas, principalmente em período de estiagem. Com base nisso, analisar a qualidade do ar na região do parque vaca brava é de grande importância para a população que frequenta o parque em horário que a quantidade de circulação de veículo é grande neste local. O intuito é avaliar se esses gases estão de acordo com os parâmetros da legislação brasileira atual.

Conforme a Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB, 2015), as emissões de gases poluentes de um veículo automotor ocorrem de três maneiras: pela queima de combustível do motor (emissão de escapamento), pela evaporação do combustível armazenado no veículo, seja durante o uso ou o repouso do veículo, (emissão evaporativa), e por gases gerados durante o processo de abastecimento do tanque de combustível do veículo (emissão de abastecimento). Esta

última forma de emissão passou a ser analisada com mais detalhes pela Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB) a partir de 2015.

O objetivo desse trabalho é monitorar e analisar a quantidade de monóxido de carbono no parque Vaca Brava, devido queima dos combustíveis não renováveis e avaliar as consequências que este traz para a saúde da população e para o meio ambiente. Além de identificar o horário mais vulnerável e de maior incidência dessa poluição, sabendo que o tráfego de veículos é bastante intenso neste local.

II. MATERIAL E MÉTODOS

O estudo em questão foi realizado em pontos estratégicos no entorno do parque Vaca Brava. Conforme dados da Prefeitura de Goiânia (2007), o Parque Vaca Brava, localizado no município de Goiânia, possui área de 79.890,63 m². Segundo o Conselho Regional de Arquitetura e Urbanismo de Goiás (CAU-GO) a vegetação do parque está dividida por área. Nas áreas próximas a nascente há densa vegetação remanescente da mata de galeria, com exemplares de até 5 metros de altura. Nas áreas próximas ao lago, encontra-se vegetação rasteira (grama) e nas proximidades das áreas de ginástica observam-se plantas ornamentais.

A vegetação do parque é então composta por espécies nativas e exóticas, de acordo com Conselho Regional de Arquitetura e Urbanismo de Goiás (CAU-GO, 2012). Nas suas proximidades tem shopping, bares, hospital, faculdade, supermercados, grandes edifícios e vários comércios, gerando fluxo intenso de automóveis. A Figura 1, mostra as localização dos 4 pontos de amostragem no parque.



Fig 1: Localização do Parque Vaca Brava e dos pontos da coleta de monóxido de carbono (Google Earth Pro, 2023).

Os pontos onde foram realizadas as amostragens da qualidade do ar estão situados nas principais avenidas do parque Vaca Brava. Também apresentam um volume de pessoas que passam no local para a prática de exercícios

físicos. Os locais de coleta foram estabelecidos da seguinte forma: Ponto 1 (P1), situado na Av. T.10 com Av. T-3, é o ponto com maior movimento de veículos. Existe um ponto de ônibus e um local para a prática de atividades físicas. Já no ponto 2 (P2), o fluxo de veículo é menos intenso, localizado no cruzamento da Av. T-3 com Av. T-12. No ponto 3 (P3), localizado no cruzamento da Av. T-66 com Av. T-15, o fluxo de veículos também é menos intenso. No último ponto de medição, ponto 4 (P4), a coleta da amostra foi realizada no interior do parque para comparar o nível de qualidade do ar com os demais pontos.

O equipamento utilizado para detectar e realizar a quantificação das concentrações dos gases poluentes foi um aparelho detector e medidor de gás portátil, modelo - NCO-01, fabricado por next. O aparelho apresenta leitura momentânea das concentrações de monóxido de carbono (CO) em partes por milhão (ppm), e temperatura em graus Celsius. O aparelho funciona da seguinte forma: na parte superior, há uma entrada de gases que contém uma película branca, quando detecta o gás o aparelho acusa o valor de monóxido de carbono, ou seja, quando é detectado o poluente, o aparelho informa valor máximo que foi encontrado naquele momento. Após isso, volta ao valor zero para uma nova medição.

A coleta de dados foi realizada três vezes ao dia, das 07:30 às 08:30 horas, 12:30 às 13:30 horas e das 17:30 às 18:30 horas, conforme o horário de Brasília. A medição começou no mês de outubro de 2022, sempre realizada nos dias 27 e 28 de cada mês. Após o término da pesquisa esses dados foram comparados conforme os parâmetros na Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA, 1990).

III. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As emissões de origem antrópica foram intensificadas a partir da Revolução Industrial, com o aumento da demanda por fontes energéticas e o uso especialmente de combustíveis fósseis. As indústrias eram geralmente concentradas em regiões geográficas específicas, tal condição somada à ausência de políticas de controle das emissões e preocupação com os impactos de poluentes sobre a sociedade culminou no surgimento de vários problemas locais relativos à poluição atmosférica (MACHADO, 2005).

Pode-se dizer que, estudos referentes à poluição atmosférica vêm se desenvolvendo fortemente desde 1930, por conta de todos os avanços realizados pela ciência, e seu conhecimento enfático da atmosfera terrestre. As questões ambientais ganham corpo no que se referem aos estudos dos impactos e projeções de um futuro propenso à escassez de vários elementos naturais, sendo de suma

importância para a continuação da vida terrestre (HELENE *et al.*, 2009).

No Brasil o pioneirismo está na obra de Monteiro (1976), na qual observa-se um esforço teórico visando uma análise integrada da cidade, vendo a relação homem-natureza de forma processual e integrada. A tese do Sistema Clima Urbano (SCU), apresentada por Monteiro (1976), conjuntura três subsistemas, o Termodinâmico (I), Físico-Químico (II) e Hidrometeorológico (III) visando compreender a cidade para além dos exercícios formais ou meramente baseados nas estruturas do tecido urbano ou, do ponto de vista climático, para além do contexto meramente dos dados meteorológicos.

Segundo a Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB, 2016), em 2015, na Região Metropolitana de São Paulo (RMSP), as fontes móveis e fixas foram responsáveis pela emissão para a atmosfera de aproximadamente 167 mil t/ano de monóxido de carbono, 44 mil t/ano de hidrocarbonetos, 80 mil t/ano de óxidos de nitrogênio, 5 mil t/ano de material particulado e 7 mil t/ano de óxidos de enxofre. Desses totais, os veículos são responsáveis por 97% das emissões de CO, 79% de HC, 68% de NOx, 40% de Material Particulado (MP) e 22% de SOx.

De acordo a Organização Mundial de Saúde (OMS), a poluição do ar é um fator determinante para o bem-estar da população. Estudos desta Instituição estimam que, em 2012, a cada 8 mortes no mundo, 1 foi atribuída à exposição a poluentes atmosféricos, tornando esse tipo de poluição o maior fator de risco ambiental para o desenvolvimento de doenças. Essas estatísticas indicaram cerca de 7 milhões de mortes ligadas a poluição atmosférica, em 2012.

Em paralelo às questões ambientais mais amplas e preocupações com impactos de longo prazo, há uma corrente de preocupação imediatista, pois o lançamento de poluentes no ambiente promove implicações sociais e econômicas em curto prazo. Os vários poluentes contribuem para desequilíbrios ambientais, mas a poluição atmosférica assume protagonismo quando o assunto se refere às doenças respiratórias. O ar poluído é significativamente danoso à saúde, dessa forma, se a população está sob atmosfera contaminada, não há alternativas pontuais a serem realizadas, mas sim ações em contextos mais amplos, tendo como objetivo a melhoria da qualidade do ar para todos os indivíduos (DAPPER *et al.*, 2016).

Conforme a Resolução N° 003 da Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA, 1990) sobre padrões de qualidade do ar, as concentrações de poluentes atmosféricos que, ultrapassadas, poderão afetar a saúde, a

segurança e o bem-estar da população, bem como ocasionar danos à flora e à fauna, aos materiais e ao meio ambiente em geral. Julga-se como poluente atmosférico qualquer forma de matéria ou energia com intensidade e em quantidade, concentração, tempo ou características em desacordo com os níveis estabelecidos, e que tornem ou possam tornar o ar impróprio, nocivo ou ofensivo à saúde, inconveniente ao bem-estar público, danoso aos materiais e ao meio ambiente, prejudicial à segurança, ao uso e poder da propriedade e às atividades normais da comunidade.

O artigo 3º da resolução nº 003/90 do CONAMA, que estabelece os padrões de qualidade do ar, classifica o Monóxido de Carbono como padrão Primário e Secundário, e a concentração média de 8 (oito) horas, de 10.000 (dez mil) microgramas por metro cúbico de ar (9 ppm), que não deve ser excedida mais de uma vez por ano. Concentração média de 1 (uma) hora, de 40.000 (quarenta mil) microgramas por metro cúbico de ar (35 ppm), que não deve ser excedida mais de uma vez por ano.

As redes de monitoramento no Brasil seguem os mesmos problemas que o estabelecimento de padrões adequados de qualidade do ar. Em 2014, o Instituto de Energia e Meio Ambiente realizou o Primeiro Diagnóstico da Rede de Monitoramento da Qualidade do Ar no Brasil e registrou dados alarmantes. Dentre as 27 unidades federativas, 15 não dispõem de nenhum dado referente a qualidade do ar ou o monitoramento foi realizado por um curto período. O estudo elencou três fragilidades no monitoramento da qualidade do ar. As redes que existem nem sempre monitoram a totalidade de parâmetros regulados no país, não há monitoramento contínuo e a descontinuidade compromete a representatividade dos dados apresentados (IEMA, 2014).

A má qualidade do ar tem sido associada diretamente às emissões veiculares, devido ao elevado crescimento da frota de veículos, sobretudo nos grandes centros urbanos. As projeções de agências internacionais é que no mundo, dois bilhões de veículos deverão estar nas ruas em 2050 (GTS, 2011 e EIA, 2014). No caso do Brasil, onde mais de 80% da sua população vive em áreas urbanas, admite-se que a maior parte das emissões veiculares se concentra nessas regiões (ANDERSON, 2009; CARVALHO, 2011; YAMAMOTO *et al.*, 2014).

No sistema de transportes brasileiro a gasolina (com adição de 25% de etanol), o diesel (com adição de 5% de biodiesel) e o etanol são os três principais combustíveis utilizados (MME, 2007). Basicamente, para os veículos a diesel (motores com ignição espontânea), as concentrações das espécies poluentes de maior influência são as partículas e NOx, enquanto as concentrações de

monóxido de carbono e de hidrocarbonetos são principalmente derivadas de veículos de ciclo Otto (motores com ignição por faísca) (ANDERSON, 2009; ACHOUR *et al.*, 2011; YAO *et al.*, 2013). Deste modo, ressalta-se que estas emissões são dependentes do modo de operação dos veículos. Por exemplo, veículos que operam em partida a frio emitem quantidades consideravelmente maiores que em condições estabilizadas de temperatura do motor (MANZOLI; SCHAAL, 2009).

Dentre diversas fontes produtoras de poluição, podem ser citados os veículos automotores, emissões industriais e a queima de biomassa, sendo esta última mais comum em regiões agrícolas ou de mata nativa, como no cerrado brasileiro (TELLES *et al.*, 2006; ARBEX *et al.*, 2012). Destaca-se entre os poluentes o monóxido de carbono (CO), o dióxido de enxofre (SO₂), o dióxido de nitrogênio (NO₂) e o material particulado de pequenas dimensões (MP_{2,5}), que podem provocar agressões ao organismo quando o indivíduo permanece em exposição nos ambientes com concentrações acima do limiar tolerável (BARCELLOS *et al.*, 2009). Além disso, dependendo da situação climática local, estes poluentes primários podem sofrer alterações químicas dando origem a formação de poluentes secundários, principalmente o ozônio, agravando ainda mais a qualidade do ar respirado (ARÁNGUEZ *et al.*, 1999; BARCELLOS *et al.*, 2009).

As mudanças climáticas propriamente, em situações de altas ou baixas temperaturas, associadas com as variações da umidade relativa do ar, também têm sido descritas como diretamente responsáveis pelo comprometimento do sistema respiratório e cardiovascular (ROSA *et al.*, 2008; ROGOT; PADGETT., 1976). Assim, tanto a poluição ambiental como as variações climáticas podem, de forma conjunta ou isolada, influenciar a saúde humana, principalmente das populações mais susceptíveis como idosos e crianças (BOTELHO *et al.*, 2003; SILVA-JÚNIOR *et al.*, 2011).

De acordo Cançado *et al.* (2006), a alta concentração de CO é considerada muito tóxica para os seres humanos, pois pode causar intoxicação aguda, deixando sequelas ou promover a morte por asfixia. A interação da hemoglobina com o CO é 240 vezes maior do que com o oxigênio (O₂), assim, carboxihemoglobina é formada em vez da oxihemoglobina.

Quando a atmosfera é rica em CO, O₂ tem dificuldade a atingir o tecido, causando morte por asfixia. A aguda afeta de envenenamento por CO são bem compreendidos. Geralmente, em pessoas saudáveis, dor de cabeça desenvolve quando as concentrações de COHb chegar a 10%; tinnitus (zumbido no ouvido) e vertigens a 20%; náuseas, vômitos e fraqueza em 20-30%; turvação da

consciência e coma em torno de 35%; e morte em cerca de 50%. No entanto, os resultados de longo prazo, a exposição de CO baixa concentração são menos bem compreendidas. Por causa da natureza crítica de fluxo sanguíneo de O₂ entrega ao coração e cérebro, estes órgãos, bem como os pulmões (o órgão primeiro a entrar em contato com o poluente), têm recebido mais atenção (SIQUEIRA *et al.* 1997; CHASIN *et al.*, 1994).

Durante os Jogos Olímpicos de Atlanta, EUA, uma série de medidas foram implementadas, a fim de reduzir a poluição urbana. Durante as três semanas de jogos, o tráfego diminuiu cerca de 22%. Houve uma redução nos níveis de pico diários de O₃ (28%), NO₂ (7%), CO (19%) e matéria particulada (MP₁₀) (16%) em comparação com os três semanas, antes e após os jogos. Nesse período, houve uma diminuição de 40% em crianças consultas por asma e um declínio de 11-19% em cuidados com a asma em todas as idades nos serviços de emergência da cidade. Durante os Jogos Olímpicos de Pequim, houve uma diminuição na PM 2,5 de 78,8 µ GM - 3 para 46,7 µ GM - 3, e em O₃ concentrações a partir de 65,8 ppb a 61 ppb e uma diminuição de 41,6% no tratamento da asma em serviços de emergência (SHAFIG *et al.* 2008 ; JOHNSON *et al.*,1999).

A frota de veículos no Brasil em 2018 chega num total de 100.746.553 milhão em todo território. Já em Goiás, esse valor é de 3.965.088 milhão, somente em Goiânia são 1.217.939 milhão de veículos nas ruas, quase um habitante por carro, de acordo o IBGE, em Goiânia possui 1.466.105 habitantes. A frota de veículos em Goiânia teve um grande crescimento nos períodos 2007 a 2013, após esse período, esse dado vem caindo de acordo com o Departamento Estadual de Trânsito de Goiás (DETRAN, 2018).

No Estado de Goiás, é objetivo da Secretaria de Estado do Meio Ambiente (SECIMA, 2018), expandir as ações de monitoramento da qualidade do ar de modo a incorporar novas tecnologias, que abranjam técnicas mais atualizadas de monitoramento e que permitam obter dados de poluição atmosférica referentes aos demais poluentes legislados, para diversas regiões do Estado. Desta forma, esperamos que o monitoramento da qualidade do ar possa avançar, e assim cumprir plenamente o seu papel na contribuição para o estabelecimento de ações que resultem em uma melhor qualidade ambiental no Estado de Goiás e no Brasil.

O clima predominante na região do Estado de Goiás é o tropical sazonal, de inverno seco. O Estado possui apenas duas estações sazonais, que são a seca e a chuvosa. A estação seca tem seu início no mês de abril e estende-se até a primeira quinzena de outubro. Já a estação

chuvosa tem seu início na segunda quinzena de outubro e se estende até março do ano seguinte (SECIMA, 2018).

Ainda de acordo com o autor supracitado, durante a estiagem, os sistemas de alta pressão atmosférica atuam sobre a região de Goiás, promovendo uma maior estabilidade atmosférica. Desta forma, durante esse período, os eventos que favorecem a dispersão dos poluentes atmosféricos ficam bastante limitados, resultando em concentrações maiores de poluentes, esse os sistemas também inibem a formação de nuvens e a ocorrência de chuvas, o que também contribui para um aumento da concentração de poluentes nesse período.

Em 2017, esse padrão foi observado, onde a região de Goiânia passou por um período aproximado de 4 meses com ausência de chuvas. A precipitação média anual fica entre 1200 e 1800 mm, concentrando-se nos meses de primavera e verão (outubro a março – estação chuvosa). Entre os meses de maio a setembro, os índices pluviométricos reduzem bastante, podendo chegar a zero, assim, a estação seca na região possui de três a cinco meses de duração (SECIMA, 2018).

Na Tabela 1 são apresentados os resultados dos estudos referentes qualidade do ar no Parque Vaca Brava, no período de outubro de 2022 a maio 2023. Pôde-se observar que os valores de monóxido de carbono ficaram abaixo da legislação Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA, 1990). De acordo com o estudo realizado no parque, houve uma pequena alteração desse poluente em novembro 2022, fevereiro, março e maio de 2023. Em novembro dia 27 o valor do monóxido de carbono foi detectado em 4 ppm no primeiro horário matutino no ponto 2. No dia 28 no horário das 12h:30min às 13h:30min o valor de monóxido de carbono ficou em 1 ppm no ponto 4, foi notado neste local a presença de 3 roçadeiras que estavam realizando a poda da grama no parque, ainda em novembro no dia 28 neste mesmo horário nos pontos 1,2 e 3 os valores de CO ficaram em média 1,33 ppm, esse período foi de maior incidência de temperatura altas e a umidade mais baixo de todo mês de novembro, de acordo Tabela 3 - Escola de Agronomia – UFG , é importante também ressaltar que neste horário o tráfego de veículo e o mais intenso.

Em março 2023 no dia 28, o valor de monóxido de carbono foi detectado nos pontos 1 com valor de 4 ppm e ponto 2 de 2 ppm nos horário de 12h:30min às 13h:30min, período em que o tráfego de veículos é bastante intenso com incidências de temperaturas mais altas do dia, houve 5 dias de estiagem, antes da medição no parque, entre os dias 22 à 27, já no dia da medição dia 28, houve 2,8 mm de precipitação, com ventos de 0,3 km/h e 67,5% de umidade do ar,

informações obtido de acordo com a Tabela 3 - Escola de Agronomia – UFG. Nos demais pontos não foi detectado nenhuns valores de monóxido de carbono, no ponto 3 o tráfego de veículos e menos intenso. Já o ponto 4 fica mais afastado de tráfego de veículo, abaixo das árvores. Também em maio 2023 no dia 28, foi constatado no ponto 1 no horário das 12h:30min às 13h:30min o valor de 1 ppm, período em que o tráfego de veículo é intenso e horário com temperatura mais altas do dia, com baixa precipitação e umidade do ar de todo período de estudo no parque.



Fig 2: Parque Vaca Brava.

Os valores de monóxido de carbono encontrados na Tabela 1 são referentes ao período com menos incidências de temperaturas, ventos mais fracos maior umidade do ar, dessa forma alguns pesquisadores relatam, que não há níveis de exposição que não prejudiquem a saúde das pessoas que estão ali expostos a esse gás, diz Saldiva *et al.*, (1994); Caçado *et al.*, (2006).

Desse modo de alguma forma as pessoas que usam o parque para lazer estão sujeitas a esse risco, aumentando assim o risco no período de estiagem com altas temperaturas e umidade relativa do ar baixa, podendo piorar ainda com a chegada das queimadas que neste período é muito intensa. Analisando então, que no período de mais crítico do ano com altas temperaturas e umidade baixas, o risco à saúde de quem usa o parque para exercício físico ou pra outros fins, estão expostos a risco maiores à saúde, principalmente os idosos e crianças que são mais vulneráveis neste período a doenças respiratórias.

Tabela 1 – Tabela de valores de monóxido de carbono e temperatura medida nos pontos de coleta do Parque Vaca Brava.

Pontos de coletas	2022				2023											
	Outubro		Novembro		Dezembro		Janeiro		Fevereiro		Março		Abril		Maio	
	CO ¹	TEMP ²	CO	TEMP	CO	TEMP	CO	TEMP	CO	TEMP	CO	TEMP	CO	TEMP	CO	TEMP
DIA 27																
07h30 - 08h30																
Ponto 1	ND ³	29,00	ND	27,20	ND	26,00	ND	26,30	ND	28,10	ND	27,70	ND	25,90	ND	25,05
Ponto 2	ND	27,10	04	26,60	ND	26,10	ND	25,00	ND	30,10	ND	27,70	ND	28,56	ND	26,90
Ponto 3	ND	27,00	ND	26,40	ND	26,40	ND	24,40	ND	29,40	ND	27,45	ND	30,06	ND	26,86
Ponto 4	ND	25,00	ND	25,80	ND	26,00	ND	24,10	ND	27,80	ND	26,90	ND	28,50	ND	26,50
MÉDIA		27,02	04	26,5		26,12		24,95		28,85		27,44		30,06		26,57
12h30 - 13h30																
Ponto 1	ND	37,00	ND	35,60	ND	35,30	ND	31,00	ND	33,80	ND	37,40	ND	39,13	ND	37,56
Ponto 2	ND	36,60	ND	35,70	ND	37,60	ND	30,80	ND	34,50	ND	37,10	ND	40,00	ND	40,03
Ponto 3	ND	36,10	ND	36,30	ND	37,50	ND	30,50	ND	35,60	ND	36,20	ND	36,80	ND	37,43

Ponto 4	ND	35,40	ND	35,50	ND	35,60	ND	29,50	ND	33,80	ND	34,00	ND	35,03	ND	34,46
MÉDIA		36,27		35,77		36,5		30,45		34,43		36,17		37,74		37,38
17h30 - 18h30																
Ponto 1	ND	36,50	ND	38,10	ND	33,30	ND	29,70	ND	31,60	ND	27,80	ND	31,80	ND	30,83
Ponto 2	ND	36,60	ND	34,60	ND	32,00	ND	27,30	ND	30,60	ND	26,90	ND	29,96	ND	28,90
Ponto 3	ND	36,10	ND	27,20	ND	30,20	ND	26,90	ND	29,80	ND	26,20	ND	30,00	ND	28,5
Ponto 4	ND	35,40	ND	27,20	ND	29,20	ND	26,20	ND	29,60	ND	26,50	ND	29,86	ND	28,05
MÉDIA		36,27		35,77		31,17		27,52		30,40		26,85		30,40		29,07

¹ CO: Monóxido de Carbono; ² TEMP: Temperatura; ³ ND: Não Detectado.

Tabela 2 - Tabela de valores de monóxido de carbono e temperatura medida nos pontos de coleta do Parque Vaca Brava.

Pontos de coletas	2022								2023							
	Outubro		Novembro		Dezembro		Janeiro		Fevereiro		Março		Abril		Maio	
	CO ¹	TEMP ²	CO	TEMP	CO	TEMP	CO	TEMP	CO	TEMP	CO	TEMP	CO	TEMP	CO	TEMP
DIA 28																
07h30 - 08h30																
Ponto 1	ND ³	29,10	ND	27,50	ND	25,10	ND	24,10	ND	25,70	ND	35,00	ND	26,90	ND	22,43
Ponto 2	ND	28,30	ND	27,60	ND	24,60	ND	24,00	ND	27,05	ND	34,10	ND	28,06	ND	23,86
Ponto 3	ND	28,00	ND	27,80	ND	24,50	ND	24,10	ND	26,55	ND	34,20	ND	28,73	ND	24,90
Ponto 4	ND	26,50	01	26,70	ND	24,40	ND	24,30	ND	25,80	ND	33,13	ND	27,83	ND	25,26
MÉDIA		27,97	01	27,4		24,65		24,12		26,27		34,10		27,88		24,12
12h30 - 13h30																
Ponto 1	ND	37,70	02	38,60	ND	31,80	ND	39,20	1	29,30	04	36,90	ND	35,23	01	35,73
Ponto 2	ND	37,10	01	40,30	ND	31,35	ND	38,00	ND	28,25	02	35,80	ND	34,03	ND	36,30
Ponto 3	ND	36,60	01	40,00	ND	31,20	ND	36,10	ND	27,95	ND	34,30	ND	32,33	ND	33,90
Ponto 4	ND	35,00	ND	36,40	ND	30,30	ND	34,90	ND	27,10	ND	32,30	ND	31,23	ND	30,90
MÉDIA		36,6	1,33	38,82		31,16		37,05	01	28,15	03	34,82		33,20	01	34,28
17h30 - 18h30																
Ponto 1	ND	37,10	ND	39,00	ND	32,00	ND	35,50	ND	28,70	ND	29,50	ND	31,90	ND	30,53
Ponto 2	ND	36,60	ND	36,90	ND	30,00	ND	32,60	ND	27,40	ND	29,00	ND	30,45	ND	30,01
Ponto 3	ND	35,60	ND	33,40	ND	31,00	ND	31,10	ND	26,10	ND	27,80	ND	29,73	ND	32,53
Ponto 4	ND	34,20	ND	31,30	ND	29,70	ND	31,40	ND	25,50	ND	27,40	ND	29,10	ND	31,65
MÉDIA		35,87		35,15		30,67		32,20		26,92		28,42		30,29		31,20

¹ CO: Monóxido de Carbono; ² TEMP: Temperatura; ³ ND: Não Detectado.

Tabela 3 – Temperatura; precipitação; umidade e vento da Estação Evaporimétrica UFG.

CONTROLE DE METEROLOGIA 2022/2023				
DIA 27	Temp ¹ (°C)	Precipitação (mm)	UR (%)	Vento (Km/h)
Outubro/22	32,98	0,0	60,0	0,7
Novembro/22	31,4	0,0	62,0	1,7
Dezembro/22	31,26	40,6	61,5	0,5
Janeiro/23	27,64	0,4	67,0	0,3
Fevereiro/23	31,22	0,0	61,5	0,6
Março/23	30,15	0,0	63,5	0,3
Abril/23	32,73	0,0	36,5	0,5
Mai/23	31,00	0,0	39,5	0,2
DIA 28	Temp ¹ (°C)	Precipitação (mm)	UR (%)	Vento (Km/h)
Outubro/22	33,48	4,0	63,0	0,1
Novembro/22	33,79	0,0	58,0	1,6
Dezembro/22	28,82	0,0	61,0	0,5
Janeiro/23	31,12	3,6	59,5	1,2
Fevereiro/23	27,1	0,6	66,0	0,4
Março/23	32,44	2,8	67,5	0,3
Abril/23	30,45	0,0	35,0	0,2
Mai/23	29,86	0,0	38,0	0,2

¹ Temp: Temperatura; ² UR: Umidade Relativa do ar.

Embora os níveis conhecidos sejam considerados aceitáveis pelos órgãos governamentais como não prejudiciais à saúde, autores defendem que não há níveis de exposição que não prejudiquem a saúde (SALDIVA *et al.*, 1994; CANÇADO *et al.*, 2006. De fato, uma vez que a hemoglobina tem 300 vezes mais afinidade com o CO do que com o O₂, uma pequena proporção de monóxido de carbono pode reduzir drasticamente a capacidade de transporte de O₂ para as células.

No presente estudo os resultados de CO encontrado no parque Vaca Brava estão abaixo do limite permitido pelo órgão governamentais, sabendo disso não podemos deixar de considerar que esse poluente não exista no local, como defendem pesquisadores que dizem, “não há níveis de exposição que não prejudiquem a saúde”.

Telles *et al.*(2006) e Mendes *et al.*(2010) ressaltam em relação a ocorrência de sintomas, alterações à saúde e risco de acidentes, os resultados encontrado nos seus estudo confirmam que na presença do CO ambiental, o corpo humano responde com o desenvolvimento de cefaleia, embaralhamento visual, tontura, irritabilidade, diminuição da percepção visual, cansaço, taquicardia, insônia, hipertensão, precordialgia, dislalia, desmaio, hiporreflexia, problemas respiratórios, irritação nos olhos, nariz e garganta, náuseas, dentre outros, estando os tabagistas mais propensos ao desenvolvimento de tais sintomas. Com o resultado encontrado do estudo do parque

Vaca Brava, também pode relacionar ocorrência de alterações à saúde e risco de acidentes, como relatado Telles *et al.* (2006) e Mendes *et al.* (2010), podendo agravar mais ainda nos períodos mais críticos do ano.

Para Nowak *et al.* (2006) utilizaram modelagem computacional para avaliar o quanto florestas urbanas de 55 cidades dos Estados Unidos removeram de poluentes da atmosfera. A absorção de poluentes variou entre as cidades e foi retirado da atmosfera um total de 711.000 t/m³ de O₃, PM10, NO₂, SO₂, CO. No ano 2010, Nowak *et al.* (2014) observaram que a área coberta por vegetação nas cidades americanas foi responsável pela remoção de 17,4 milhões de toneladas gerando uma economia de US\$ 6,8 bilhões com a redução da utilização de sistemas de saúde e dias de trabalho perdidos. A contribuição da vegetação na atenuação da poluição atmosférica também pode ocorrer de forma indireta como na geração de O₃ devido à redução da temperatura. Durante a transpiração da vegetação ocorre a diminuição da temperatura e o aumento da umidade relativa do ar, diminuindo a emissão de hidrocarbonetos (MCPHERSON *et al.*,1998).

De acordo com Barreto, Freitas e Paiva (2009), a maneira mais comum de sequestro de carbono é naturalmente realizada pelas florestas. Afirma-se que na fase de crescimento, as árvores demandam grande quantidade de carbono para se desenvolver. Esse processo

natural ajuda a diminuir consideravelmente a quantidade de CO₂ na atmosfera, podendo ser removido pela fixação vegetal, por meio de plantas destinadas especialmente a essa finalidade.

Portanto, a cobertura vegetal, parte essencial do ecossistema, deve ser elemento conjuntural do planejamento sustentável, uma vez que traz benefícios à sociedade e ao meio ambiente. Segundo a Prefeitura do Município de São Paulo (2002) as áreas verdes desempenham funções importantes para a manutenção da qualidade ambiental urbana, através da diminuição da poluição atmosférica, sonora e visual, da proteção do solo, da regulação do ciclo da água e da diminuição da “ilha de calor”. As áreas verdes também são utilizadas para a sinalização viária, o lazer, o referencial histórico e a identidade paisagística urbana; sendo por isso largamente ressaltada para a valorização imobiliária. Nesse sentido, Bargas e Matias (2012, p. 144) apontam que “a manutenção da vegetação em áreas urbanas sempre foi justificada pelo seu potencial em propiciar qualidade ambiental à população”.

Na Figura 1 pode-se observar que o parque referente este estudo é bastante arborizado, podendo ter contribuído para o nível de CO baixos, como existe bastantes árvores é considerada como Preservação Permanente, devido nascente neste local, houve uma grande contribuição para que as temperaturas, umidade do ar ficassem mais confortáveis neste local.

Da mesma forma, Nowak (2002) afirma que a vegetação urbana pode direta ou indiretamente afetar a qualidade do ar em nível local e regional, alterando o ambiente atmosférico urbano. Segundo o autor as quatro principais maneiras que as árvores urbanas afetam a qualidade do ar são: redução de temperatura e outros efeitos do microclima, remoção de poluentes do ar, emissão de compostos orgânicos voláteis e efeitos energéticos nas construções, pois segundo Horowitz, Azambuja e Michael (2008) a presença da arborização privilegia, a ventilação e o resfriamento atenuam as temperaturas nas variações sazonais.

As árvores urbanas podem ter um efeito indireto, muitas vezes maior que seus benefícios complementares diretos pela absorção de CO (NOWAK, 1993). Segundo Laera (2006) este efeito indireto provém da capacidade de bloquear, através da sombra das árvores, a radiação solar direta sobre os edifícios, proporcionando assim o efeito de resfriamento nos prédios. Os efeitos de conservação de energia de uma árvore urbana única podem prevenir a liberação de 15 vezes mais carbono (C) atmosférico do que o montante de carbono que uma árvore pode sequestrar (SAMPSON *et al.*, 1992).

Portanto a vegetação do parque em estudo é de grande importância para o equilíbrio da poluição do ar, temperaturas e umidade do ar neste local e em torno dele, mesmo em dias com altas temperaturas e em horário de tráfego de veículo intenso, os valores detectados de monóxido de carbono não ultrapassaram os limites toleráveis, proporcionando assim um ambiente mais seguro e agradável para à pratica de exercícios físicos e outros uso no parque.

De acordo com Barros *et al.* (2015) as áreas verdes urbanas reduzem a temperatura e , permitindo a infiltração das águas de chuva. O ar arborizado retém as partículas sólidas pela absorção de poluentes gasosos, como o gás carbônico controlando a poluição atmosférica. As áreas urbanas em torno do parque e bastante intensa, no entanto, existem muitas áreas com árvores e jardins nas calçadas, que ajuda na impermeabilização do solo e infiltração das águas das chuvas, possibilitando um ar mais arborizado que ajuda a reter partículas do monóxido de carbono, devolvendo para o ambiente um ar menos poluído.

Yang *et al.* (2008) quantificaram a remoção da poluição do ar da cidade de Chicago, nos Estados Unidos, através de um modelo de disposição seca ao longo de um ano. Os resultados mostraram que um total de 1675 kg de poluentes do ar foram removidos por 19,8 ha de telhados verdes, contabilizados em 52% de O₃, 27% de NO₂, 14% de MP10 e 7% de SO₂. Além disto, estimaram que a quantidade de poluentes removidos aumentaria para 2046.89 toneladas, se todos os telhados em Chicago fossem cobertos por telhados verdes intensivos.

Conforme Figura 4, foi observado nenhum estabelecimento ou moradia que tenha telhado verde, sua implantação seria um aliado muito grande para diminuir mais ainda esse poluente, em estudos em outros artigos mostram que, o telhado verde ou cobertura verde ajudaram a remover a poluição do ar, como diz Yang (2008), em Chicago nos Estados Unidos, que teve uma grande quantidade de remoção dos poluentes na cidade através dos telhados verdes implanta. A implantação desses telhados verde nas moradias em torno do parque seria uma alternativa para melhorar a qualidade do ar no parque e em torno dele.

IV. CONCLUSÃO

Os resultados encontrados neste estudo, mostram que os níveis de CO estão abaixo do permitido pela legislação vigente. Foi observado também que os valores de monóxido de carbono na maioria dos meses estudados não foram detectados pelo aparelho. Por outro lado, pode-se considerar que a arborização do local funciona como

barreira, um filtro para esse nível baixo do monóxido de carbono, como relatam vários estudos. A área verde do parque é bastante importante para regularização da qualidade do ar nesta região e tornar mais fresco e saudável para quem frequenta o local.

Mesmo com os níveis baixos de CO no parque, não pode deixar de atentar, pois de acordo pesquisadores “quaisquer níveis de monóxido de carbono não deixam de trazer risco à saúde”. Nos períodos de estiagem a poluição do ar no parque Vaca Brava tende a piorar, e o risco a saúde pode aumentar, além desse período de estiagem, com altas temperaturas e queimadas indevidas em toda região de Goiânia é bastante intenso nesta época, aumentando mais ainda os problemas com a saúde da população.

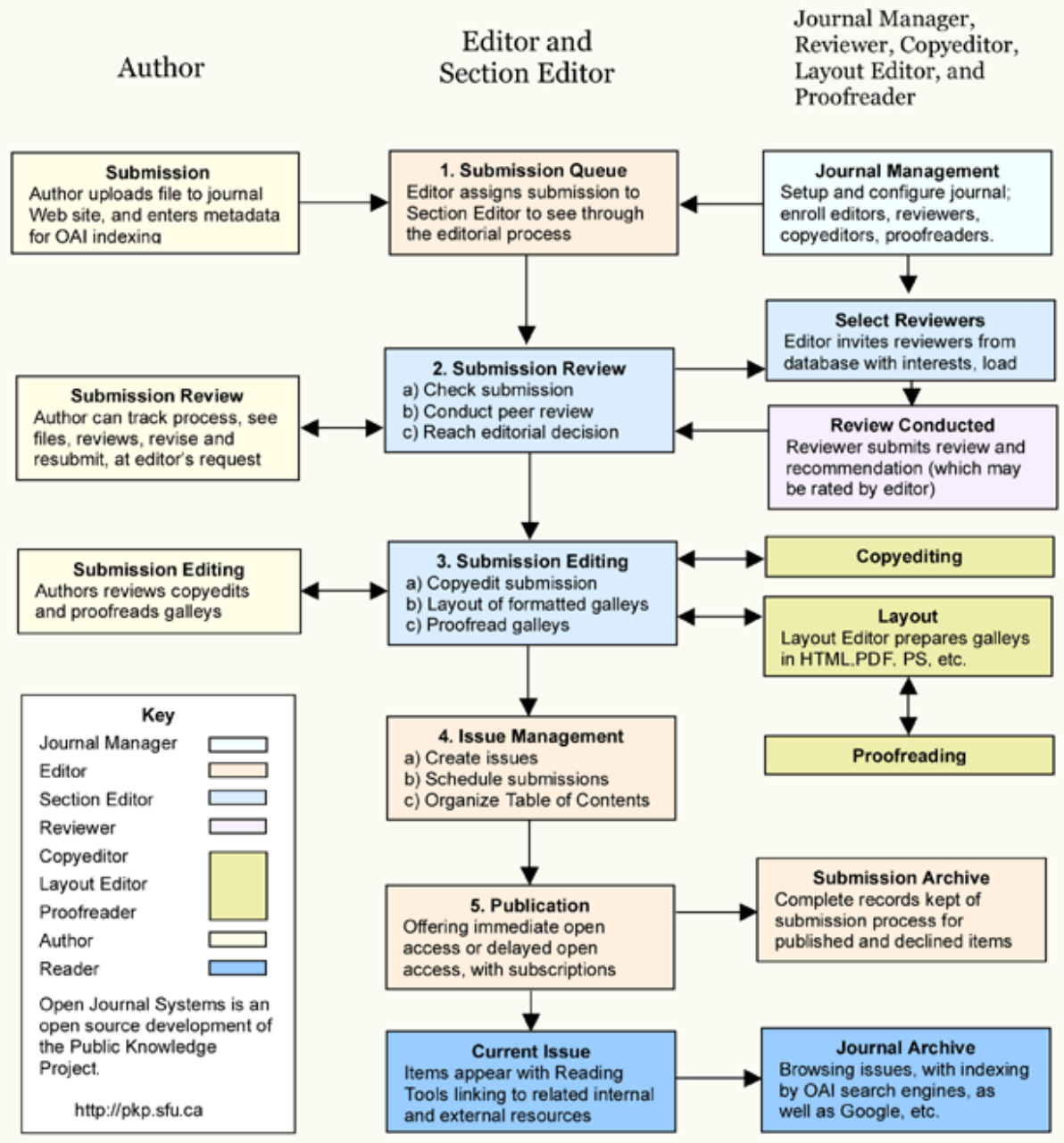
REFERENCES

- [1] ACHOUR, H.; CARTON, J.G.; OLABI, A.G. Estimating vehicle emissions from road transport, case study: Dublin City. *Applied Energy*, v. 88, p. 1957-1964, 2011.
- [2] ANDERSON, R. H. Air pollution and mortality: a history. *Atmospheric Environment*, v. 43, p. 142- 152, 2009.
- [3] ARÁNGUEZ, E.; ORDONEZ, J .M.; SERRANO, J.; ARAGONÉS N.; FERNÁNDEZ-PATIER R.; GANDARILLAS,A. Contaminantes Atmosféricos Y su Vigilancia. *Rev Esp Salud Pública*, v.73, n. 2, p.123-132, 1999.
- [4] ARBEX, M.A.; SANTOS, U.P.; MARTINS, L.; SALDIVA, P.H.N.; PEREIRA, L.A.A.; BRAGA, A.L.F. Poluição do ar e o sistema respiratório. *J Bras Pneumol*, v. 38, n.5, p. 643-655, 2012.
- [5] BARCELLOS, C.; MONTEIRO, A.M.V.; CORVALÁN, C.; GURGEL, H.C.L, Sá CARVALHO,S.M.; ARTAXO, P.; HACON, S.; RAGONI, V. Mudanças climáticas e ambientais e as doenças infecciosas: cenários e incertezas para o Brasil. *Epidemiol Servi Saúde*, v. 18, n.3, p.285-304, 2009.
- [6] BARRETO, L.; FREITAS, A. C. S.; PAIVA, L. C. Sequestro de carbono. *Centro Científico Conhecer, Goiânia, Enciclopédia Biosfera*, v. 7, 2009.
- [7] BOHM, G.M. Poluição atmosférica: como os principais poluentes provocam doenças. *Saúde Meio Ambiente. Rev. Interdisciplinar, Pará*, v. 4, n. 2, p. 90-102, 2015.
- [8] BARGOS, D. C.; MATIAS, L. F. Mapeamento e análise de áreas verdes urbanas em Paulínia (SP): estudo com a aplicação de geotecnologias. *Soc. & Nat., Uberlândia*, v. 24 n. 1, p.143-156. 2012.
- [9] BARROS, A. S.; MATOS, R. M.; SILVA, P. F.; DANTAS, J. Índices de áreas verdes públicas no perímetro central da cidade de Juazeiro do Norte-CE. *Revista Brasileira de Geografia Física*, v. 8, n. 4, 2015.
- [10] BOTELHO, C.; CORREIA, A.L.; SILVA, A.M.; MACEDO, A.G.; SILVA, C.O. Environmental factors and hospitalization of under-five children with acute respiratory infection. *Cad. Saúde Pública*, v.19, n.6, p.1771-1780, 2003.
- [11] BRAGA, B. et al. *Introdução a Engenharia Ambiental: O desafio do Desenvolvimento Sustentável*. 2. ed. São Paulo: Prentice-Hall. 2002.
- [12] BRASIL. Ministério do Meio Ambiente, 2018. Emissões Veicular. Disponível em: http://www.mma.gov.br/images/arquivo/80060/Inventario_d_e_Emissoes_por_Veiculos_Rodoviaros_2013.pdf. Acesso em: 18 out. 2018.
- [13] CANÇADO, J.E.D.; BRAGA, A.; PEREIRA, L.A.A.; ARBEX, M.A.; SALDIVA, N.P.H.; SANTOS, U.P. Repercussões clínicas da exposição à poluição atmosférica. *J. Bras. Pneumol*, v.32, p. S5-S11, 2006.
- [14] CARVALHO, C. H. R. Emissões relativas de poluentes do transporte motorizado de passageiros nos grandes centros urbanos brasileiros. *Report Pesquisa da Diretoria de Estudos Regionais e Urbanos (Dirur) do Ipea*, 2011. Disponível em: <https://www.econstor.eu/bitstream/10419/91332/1/664398472.pdf>. Acesso em: 17 mar. 2019.
- [15] CETESB. Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. *Relatório de Emissões Veiculares do Estado de São Paulo*, 2011. Disponível em: <http://veicular.cetesb.sp.gov.br/wp-content/uploads/sites/35/2013/12/relatorioemissoes-veiculares-2011.pdf>. Acesso em: 17 mar. 2019.
- [16] CETESB. Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. 2016. *Qualidade do ar no estado de São Paulo 2015*. São Paulo, CETESB, p.165.: il. color.
- [17] CETESB. Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. *Emissões veiculares no Estado de São Paulo 2015*. São Paulo: CETESB, 2016, 214 p. Disponível em: <http://veicular.cetesb.sp.gov.br/wp-content/uploads/sites/35/2013/12/Relatorio-EmissoesVeiculares-2015-subst-011116.pdf>. Acesso em: 21 nov. 2018.
- [18] CHASIN, A. A. M.; PEDROSO, M.F.M.; SILVA, E.S. Fatores que interferem nos resultados das análises toxicológicas dos indicadores biológicos de monóxido de carbono. *Revista Bras Toxicol*, v. 7, n.1/2, p.15-22,1994.
- [19] CONAMA. RESOLUÇÃO CONAMA nº 3, de 28 de junho de 1990 Publicada no DOU, de 22 de agosto de 1990, Seção 1, páginas 15937-15939.
- [20] COBURN, R.F. O corpo armazena monóxido de carbono *Ann. NY Acad. Sei*, v. 174, p.11-22, 1970.
- [21] DENATRAN. Departamento Nacional de Trânsito, Frota de Veículos nacional. Disponível em: <http://www.denatran.gov.br/estatistica/635-frota-2018>. Acesso 18 out 2018.
- [22] DETRAN. Departamento de Trânsito de Goiânia. *Frotas de Veículos de Goiânia*. Disponível em: <http://inside.detran.go.gov.br/frota/index.htm>. Acesso em: 16 mar 2019.
- [23] DAPPER, S. N.; SPOHR, C.; ZANINI, R.R. Poluição do ar como fator de risco para a saúde: uma revisão sistemática no estado de São Paulo. *Estudos Avançados*, v.30, n.86, p.83-97, 2016.
- [24] FERREIRA, C. C. M.; OLIVEIRA, D. E. *Revista do Departamento de Geografia, Volume Especial*, p. 98-114, 2016.

- [25] GERAVANDI, S.; GOUDARZI, G.; BABAEI, A.A.; MOHAMMADI, J.M.; NIRI, M.V.; SALMANZADEH, S.; SHIRBEIGI, E (2015) Health endpoint attributed to sulfur dioxide air pollutants. *Jundishapur J. Health Sci*, v.7, n.3, p. 293-77.
- [26] GILMAN, Alfred Goodman. *As bases farmacológicas da terapêutica*. v.10.ed. Rio de Janeiro, 2003.
- [27] HOROWITZ, F.; AZAMBUJA, G. B.; MICHELS, A. F. Estratégias para conforto térmico com captação solar em casa-envoltória no (sub) trópico úmido. II Congresso Brasileiro de Energia Solar, 2008. Disponível em: http://www.ufrgs.br/casae/Artigo_CBENS_ISES08v7_revisado.pdf. Acesso em: 20 mar.2019.
- [28] HELENE, M. E. M. et al. *Poluentes atmosféricos*. São Paulo: Scipione, p.63, 2009.
- [29] IEMA – Instituto de Energia e Meio Ambiente. 1º Diagnóstico da rede de monitoramento da qualidade do ar no Brasil. 2014.
- [30] IARC. International Agency for Research on Cancer, World Health Organization. IARC: Outdoor air pollution a leading environmental cause of cancer deaths. IARC Press release n. 221, 17 October 2013. http://www.iarc.fr/en/media-Centre/iarcnews/pdf/pr221_E.pdf. Acesso em: 16 mar. 2018.
- [31] JAFFE, L.S. Monóxido de carbono ambiente e seu destino na atmosfera. *J. Air Pollut. Assoc. Controle*, v.18, p. 534-540, 1968.
- [32] JOHNSON, R.A.; KOZMA, F.; COLOMBARI, E. Carbon Monoxide: from toxin to endogenous modulator of cardiovascular functions. *Braz J. Med*, v. 32, n.1, p.1-14, 1999.
- [33] LAERA, L. H. N. Valoração econômica da arborização - a valoração dos serviços ambientais para a eficiência e manutenção do recurso ambiental urbano. Dissertação (Mestrado). 2006.132 fls. Departamento de análise geo-ambiental Programa de pós-graduação em ciência ambiental. Instituto de geociências - Universidade Federal Fluminense. Disponível em: <http://www.uff.br/cienciaambiental/dissertacoes/LHNLaera.pdf>. Acesso em: 19 Abr. 2019.
- [34] MACHADO, P. L. O. A. Carbono do Solo e a Mitigação da Mudança Climática Global. *Química Nova*, v. 28, n. 2, p.329-334, 2005.
- [35] MOHAMMAD, J.G.; HOSSEIN, K.; SEYED, J.S.; KAMAL, A.; DAVOOD, P. Occupational Exposure to Carbon Monoxide of Taxi Drivers in Tehran, Iran. *IJOH*, v.3, n.2, p.5662, 2011.
- [36] MANZOLI, A.; SCHAAL, R. E. Circulação de veículos com motores frios: o problema da emissão de CO e HC. *Rev. Minerva*, v. 6, n. 1, p. 31-38, 2009.
- [37] MENDES, P.C.; FERREIRA, D.A.; ROLDÃO, A.F.; SILVA, N.R. Poluição atmosférica e saúde humana na cidade de Uberlândia-MG. In: 1º Simpósio Internacional Saúde Ambiental e a Construção de Cidades Sustentáveis, Uberlândia-MG, v.1, p.639-48, 2010.
- [38] MONTEIRO, C. A. F. Teoria e clima urbano. São Paulo, USP/FFLCH, Tese (Livro Docência), 1976.
- [39] MOREAU, R. L.M.; SIQUEIRA, M. E. P. B. Toxicologia analítica, Rio de Janeiro, v.1, 2011.
- [40] NEWBY, D.E.; MANNUCCI, P.M.; TELL, G.S, et al.; ESC Heart Failure Association. Expert position paper on air pollution and cardiovascular disease. *Eur Heart J*, 2015, v.36, n.2, p.83-93b, 2015. Epub 2014 Dec 9.
- [41] NOWAK, D. J. et al. Tree and forest effects on air quality and human health in the United States. *Environmental Pollution*, v.193, p.119-29, 2014.
- [42] NOWAK, D. J.; CRANE, D. E.; STEVENS, J. C. Air pollution removal by urban trees and shrubs in the United States. *Urban Forestry & Urban Greening*, v.4, n.3, p.115-23, 2006.
- [43] NOWAK, D. J. Atmospheric carbon reduction by urban trees. *Journal of Environmental Management*, n. 37, p. 207-217, 1993.
- [44] OGA, S; CAMARGO, M. A. B; OLIVEIRA, J. A. Fundamentos de toxicologia. v.3,ed. São Paulo: Atheneu, 2008.
- [45] PREFEITURA DO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO. Atlas ambiental do município de São Paulo” fase: diagnóstico e bases para a definição de políticas públicas para as áreas verdes no município de São Paulo. 2002. Disponível em: http://atlasambiental.prefeitura.sp.gov.br/conteudo/cobertura_vegetal/veg_apres_02.pdf. Acesso em: 27 jun. 2016.
- [46] RAUB, J.A.; MATHIEU-NOLF, M.; HAMPSON, N.B.; THOM, C.S.R. Monóxido Envenenamento-A Perspectiva de Saúde Pública. *Toxicologia*, v.145, p.1-14, 2000.
- [47] ROGOT, E.; PADGETT, S.J. Associations of coronary and stroke mortality with temperature and snowfall in selected areas of the United States, 1962-1996. *Am J Epidemiol*, v.6, p.565-575,1976.
- [48] ROSA, A.M.; IGNOTTI, E.; BOTELHO, C.; CASTRO, H.A.; HACON, S.S. Respiratory disease and climatic seasonality in children under 15 years old in a town in the Brazilian Amazon. *J Pediatr*, v.84, n. 6, p. 543-549, 2008.
- [49] SAMPSON, R. N.; MOLL, G. A.; KIELBASO, J. Opportunities to increase urban forests and the potential impacts on carbon storage and conservation. In *Forests and Global Change Volume One: Opportunities for Increasing Forest Cover* (Dwight Hair and R. Neil Sampson, eds.) p. 51-72. American Forests, Washington, DC, 1992.
- [50] SECIMA Secretaria de Meio Ambiente, Recursos Hídricos, Infraestrutura, Cidades e Assuntos Metropolitanos SECIMA Goiás. Relatório de monitoramento da qualidade do ar 2016-2017: disponível em: <http://www.meioambiente.go.gov.br/post/ver/214701/relatorio-da-qualidade-do-ar-e-da-Agua>. Acesso em: 15 out.2018.
- [51] SALDIVA, P.H.; LICHTENFELS, A.J.; PAIVA, P.S.; BARONE, I.A.; MARTINS, M.A, MASSAD E. et al. Association between air pollution and mortality due to respiratory diseases in children in São Paulo, Brazil: a preliminary report. *Environ Res*, v.65, n.2, p.218-25, 1994.
- [52] SILVA-JÚNIOR, J.L.R.; PADILHA, T.F.; JORDANA, E.R.; RABELO, E.C.A.; FERREIRA, A.C.G.; RABAHI, M.F. Efeito da sazonalidade climática na ocorrência de sintomas respiratórios em uma cidade de clima tropical. *J Bras Pneumol*, v.37, n.6, p.759-767, 2011.
- [53] SHAFIG, M.; KHAN, S.; KHAWAIA, M.R.; HAQUE, S.; KHAN, J.A. Socio-demographic correlates of exhaled

- breath carbon monoxide in Karachi's adult population. *J Pak Med Assoc*, v. 58, n. 2, p.75-78, 2008.
- [54] SNYDER, E.G.; WATKINS, T.H.; SOLOMON, P.A.; THOMA, E.D.; WILLIAMS, R.W.; HAGLER, G.S.W.; SHELOW, D.; HINDIN, D.A.; KILARU, V.J.; PREUSS, P.W. (2013) The changing paradigm of air pollution monitoring. *Environ. Sci. Technol*, v.47, p. 11369-11377, 2013.
- [55] SIQUEIRA, M.E.P.B.; MARTINS, I.; COSTA, A.C.; ANDRADE, E.L.; ESTEVES M.T.C.; LIMA, S.A. Valores de referência para Carboxihemoglobina. *Rev Saude Publica*, v. 31, n.6, p. 618-263, 1997.
- [56] TELLES, J.; RODRIGUEZ, A.; FAJARDO, A. Contaminacion por Monóxido de Carbono: um Problema de Salud Ambiental. *Rev Salud Pública*, v. 8, n.1, p.108-117, 2006.
- [57] WORLD HEALTH ORGANIZATION. Environmental health criteria 213. Carbon Monoxide. 2. ed. Environmental Protection Agency. Research triangle park, North Carolina, USA; 1999.
- [58] YANG, J.; YU, Q.; GONG, P. Quantifying air pollution removal by green roofs in Chicago. *Atmospheric Environment*, v.42, 31, p. 7266–7273, 2008.
- [59] YAMAMOTO, S. S.; PHALKEY, R.; MALIK, A. A. A systematic review on air pollution as a risk factor for cardiovascular disease in South Asia: Limited evidence from India and Pakistan. *International Journal of Hygiene and Environmental Health*, v. 217, p. 133 – 134, 2014.
- [60] YAO, Y.C.; TSAI, J.H.; WANG, I.T. Emissions of gaseous pollutant from motorcycle powered by ethanol–gasoline blend. *Applied Energy*, v.102, p. 93-100, 2013.

OJS Editorial and Publishing Process



~JAERS Workflow~

Important links:

Paper Submission Link:

<https://ijaers.com/submit-paper/>

Editorial Team:

<https://ijaers.com/editorial-board/>

Peer Review Process:

<https://ijaers.com/peer-review-process/>

Publication Ethics:

<https://ijaers.com/publication-ethics-and-publication-malpractice-statement/>

Author Guidelines:

<https://ijaers.com/instruction-to-author/>

Reviewer Guidelines:

<https://ijaers.com/review-guidelines/>

Journal Indexed and Abstracted in:

- Qualis-CAPES (A2)-Brazil
- Normatiza (Under Review- Ref.020191511)
- NAAS Score: 3.18
- Bielefeld Academic Search Engine(BASE)
- Aalborg University Library (Denmark)
- WorldCat: The World's Largest Library Catalog
- Semantic Scholar
- J-Gate
- Open J-Gate
- CORE-The world's largest collection of open access research papers
- JURN
- Microsoft Academic Search
- Google Scholar
- Kopernio - powered by Web of Science
- Pol-Index
- PBN(Polish Scholarly Bibliography) Nauka Polaska
- Scilit, MDPI AG (Basel, Switzerland)
- Tyndale University College & Seminary
- Indiana Library WorldCat
- CrossRef DOI-10.22161/ijaers
- Neliti - Indonesia's Research Repository
- Journal TOC
- WIKI-CFP
- Scinapse- Academic Search Engine
- Mendeley-Reference Management Software & Researcher Network
- Dimensions.ai: Re-imagining discovery and access to research
- Index Copernicus Value(ICV): 81.49
- Citeseerx
- Massachusetts Institute of Technology (USA)
- Simpson University (USA)
- University of Louisville (USA)
- Biola University (USA)
- IE Library (Spain)
- Mount Saint Vincent University Library (Halifax, Nova Scotia Canada)
- University Of Arizona (USA)
- INDIANA UNIVERSITY-PURDUE UNIVERSITY INDIANAPOLIS (USA)
- Roderic Bowen Library and Archives (United Kingdom)
- University Library of Skövde (Sweden)
- Indiana University East (campuslibrary (USA))
- Tilburg University (The Netherlands)
- Williams College (USA)
- University of Connecticut (USA)
- Brandeis University (USA)
- Tufts University (USA)
- Boston University (USA)
- McGill University (Canada)
- Northeastern University (USA)
- BibSonomy-The blue social bookmark and publication sharing system
- Slide Share
- Academia
- Archive
- Scribd
- ISRJIF
- Cite Factor
- SJIF-InnoSpace
- ISSUU
- Research Bib
- infobaseindex
- I2OR
- DRJI journal-repository



AI Publication

International Journal of Advanced Engineering Research and Science (IJAERS)

104/108, Sector-10, Pratap Nagar, Jaipur, India