

# REVISTA



**SOLUÇÕES PARA O DESENVOLVIMENTO DO PAÍS**

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

## ARTIGOS PUBLICADOS

PUBLICAÇÃO MENSAL  
Nesta edição

CONTRATAÇÕES PÚBLICAS DA AGRICULTURA FAMILIAR NO BRASIL: ANÁLISE DE 2017-2020	
PUBLIC PROCUREMENT OF FAMILY FARMING IN BRAZIL: ANALYSIS FROM 2017-2020 – Bruna Tertuliano; Renato de Freitas Rosa; Jane Corrêa Alves Mendonça; Renato Fabiano Cintra .....	10
FORMAÇÃO DE PROFESSORES: CONTRIBUIÇÕES DA NEUROCIÊNCIA PARA A EDUCAÇÃO	
TEACHER TRAINING: CONTRIBUTIONS OF NEUROSCIENCE TO FOR EDUCATION – Andreia Zacarias Carvalho Barbosa; Rayane Raquel Araújo dos Santos Bento; Nair Correia Salgado de Azevedo .....	21
CONSTRUINDO O CONCEITO DE INCLUSÃO EM EDUCAÇÃO – TECENDO COMPARAÇÕES ENTRE AS CONCEPÇÕES DA COMUNIDADE EDUCACIONAL DE UMA ESCOLA DE GOVERNO E DE UM INSTITUTO FEDERAL BRASILEIROS	
BUILDING THE CONCEPT OF INCLUSION IN EDUCATION - WEAVING COMPARISONS BETWEEN THE CONCEPTIONS OF THE BRAZILIAN EDUCATIONAL COMUNITIES OF A SCHOOL OF GOVERNMENT AND A FEDERAL INSTITUTE – Sandra Cordeiro de Melo; Mônica Pereira dos Santos; Mylene Cristina Santiago .....	33
A CONSTRUÇÃO DO CURRÍCULO NA PEDAGOGIA DA ALTERNÂNCIA: A EXPERIÊNCIA DA ESCOLA FAMÍLIA AGRÍCOLA DE NESTOR GOMES – SÃO MATES/ES	
THE CONSTRUCTION OF THE CURRICULUM IN THE PEDAGOGY OF ALTERNATION: THE EXPERIENCE OF THE SCHOOL FAMILY AGRICULTURAL NESTOR GOMES - SÃO MATES/ES – Rosivânia de Melo; Adelar João Pizetta .....	46
ESPECIFICIDADE, PREFERÊNCIA ALIMENTAR E DE SUBSTRATO DE OVIPOSIÇÃO DE <i>Cornops frenatum frenatum</i> (MARSCHALL, 1836) (ORTHOPTERA: ACRIDIDAE) EM PLANTAS CULTIVADAS E ORNAMENTAIS NA AMAZÔNIA	
SPECIFICITY, PREFERENCE FOOD AND OVIPOSITION SUBSTRATE OF <i>Cornops frenatum frenatum</i> (MARSCHALL, 1836) (ORTHOPTERA: ACRIDIDAE) IN CULTIVATED AND ORNAMENTAL PLANTS IN THE AMAZON – Benedito Tavares Bechara Resque Júnior; Ana Lúcia Nunes Gutjahr; Carlos Elias de Souza Braga; Andreza Mesquita Martins .....	55
EFEITO DE CULTURAS DE COBERTURA DE OUTONO-INVERNO SOBRE A PRODUÇÃO DE SOJA E MILHO NO SUL DO BRASIL	
EFFECTS OF ANNUAL WINTER COVER CROPS ON SOYBEAN AND MAIZE YIELD IN SOUTH OF BRAZIL – Christiano Santos Rocha Pitta; João de Andrade Bonetti; Alan Lavratti; Alexandre Friedrich Ribas; Dheymissom Diogo Muller Bhering; Eduardo Roncatto .....	68
INOVAÇÃO TECNOLÓGICA: FERTILIZANTE FLUÍDO À BASE DE ÁCIDOS HÚMICOS E FÚLVICOS UTILIZADOS DE RESÍDUOS AGROINDUSTRIAIS	
TECHNOLOGICAL INNOVATION: FLUID FERTILIZER BASED ON HUMIC AND FULVIC ACIDS USED FROM AGROINDUSTRIAL WASTE – Gabriele Talian; Cristiano Reschke Lajús; Caroline Olias; Aline Vanessa Sauer .....	79

CARACTERIZAÇÃO DE BIOFILMES À BASE DE AMIDO DE MANDIOCA E GLICEROL	
CHARACTERIZATION OF BIOFILMS PRODUCED FROM CASSAVA STARCH AND GLYCEROL – Neusa Maria Pavão Battaglini; Carlos Alberto Fonzar Pintão; Ana Paula Cerino Coutinho .....	87
ANÁLISE EXPLORATÓRIA DE ÁREAS PARA A IMPLANTAÇÃO DE ATERRO SANITÁRIO EM REGIÕES DO INTERIOR DE PAÍSES EM DESENVOLVIMENTO	
EXPLORATORY ANALYSIS OF AREAS FOR THE IMPLEMENTATION OF LANDFILLS IN THE INTERIOR REGION OF DEVELOPING COUNTRIES – Marcelo Antonio Nero; William Fagundes Campos; José Nunes De Aquino .....	99
MAPEAMENTO DE ÁREAS DE RISCO DE INCÊNDIO FLORESTAIS PRÓXIMAS DE UNIDADES DE CONSERVAÇÃO NA REGIÃO METROPOLITANA DE BELO HORIZONTE-MG E SUA APLICAÇÃO NA POLÍTICA PÚBLICA	
MAPPING FOREST FIRE RISK AREAS NEAR CONSERVATION UNITS IN THE METROPOLITAN REGION OF BELO HORIZONTE-MG AND YOUR APPLICATION IN THE PUBLIC POLITIC – Marcelo Antonio Nero; Luiza Cintra Fernandes; Diogo Soares de Melo Franco; Plínio Temba .....	115
EQUAÇÕES PARA CÁLCULO DE ESTABILIDADE DE COLUNAS	
EQUATIONS FOR CALCULATION OF COLUMNS STABILITY – César A. Chagoyen Méndez; Vilaxay Maylor Yangxiaye; Ángel S. Machado Rodríguez; Constantina Álvarez Peña .....	131
UMA CONTRIBUIÇÃO PARA A ANÁLISE DO SISTEMA DE GESTÃO DE ESTOQUES DE MATERIAIS DE CONSUMO EM UMA INSTITUIÇÃO FEDERAL DE ENSINO SUPERIOR	
A CONTRIBUTION TO THEANALYSIS OF THE CONSUMER MATERIALS INVENTORY MANAGEMENT SYSTEM IN A FEDERAL HIGHER EDUCATION INSTITUTION – Jean Pierre De Menezes Martinez; Luis Perez Zotes .....	141
MANUTENÇÃO PRODUTIVA TOTAL: A PRÁTICA DO PILAR DA MANUTENÇÃO PLANEJADA NA GESTÃO DA MANUTENÇÃO DE EQUIPAMENTOS MÉDICO-HOSPITALARES	
TOTAL PRODUCTIVE MAINTENANCE: THE PRACTICE OF THE PILLAR OF PLANNED MAINTENANCE IN MAINTENANCE MANAGEMENT OF MEDICAL EQUIPMENT – Yasser Issmail Mohsen; Guilherme Luz Tortorella .....	152



**Edição 191 de novembro de 2021**

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

ISSN - 1809-3957

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

### **CONSELHO EDITORIAL**

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

### **COMITÊ CIENTÍFICO**

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

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

Camila Nunes de Moraes Ribeiro, UTP  
Angela Ribas, UTP  
Sandro Germano, UTP  
Maria Rose Jane Ribeiro Albuquerque, UVA- Acaraú

## EDITORIAL

Esta edição, a de número 191, do mês de novembro de 2021, proporciona ao leitor o contato com diversas pesquisas científicas, de várias áreas do conhecimento humano.

A SODEBRAS – Soluções Para o Desenvolvimento do País – publica artigos científicos das mais diferentes áreas do conhecimento. Devido seu caráter interdisciplinar e a qualidade de seu corpo editorial a Revista tem sido utilizada por pesquisadores do Brasil e do mundo, para publicar estudos de alta relevância para o desenvolvimento técnico-científico da sociedade humana. Além disso, a SODEBRAS conta com o apoio da UNALAR, editora que está no mercado há mais de duas décadas; e também do ITANACIONAL, instituto de ensino e pesquisa localizado em Cisneiros - distrito de Palma-MG. Para contribuir com uma dinâmica ainda maior, no que diz respeito à circulação e a produção do conhecimento, a SODEBRAS adota uma periodização mensal. Sabe-se que em um mundo de rápidas mudanças e de constantes transformações a ciência precisa estar na vanguarda da propagação de informações. Além disso, as edições possuem formato eletrônico de acesso livre e gratuito, assim como indexação nacional e internacional. Abaixo, os artigos desta edição e seus respectivos autores.

CONTRATAÇÕES PÚBLICAS DA AGRICULTURA FAMILIAR NO BRASIL: ANÁLISE DE 2017-2020, de Bruna Tertuliano, Renato de Freitas Rosa, Jane Corrêa Alves Mendonça e Renato Fabiano Cintra.

FORMAÇÃO DE PROFESSORES: CONTRIBUIÇÕES DA NEUROCIÊNCIA PARA A EDUCAÇÃO, de autoria de Andreia Zacarias Carvalho Barbosa, Rayane Raquel Araújo dos Santos Bento e Nair Correia Salgado de Azevedo.

CONSTRUINDO O CONCEITO DE INCLUSÃO EM EDUCAÇÃO – TECENDO COMPARAÇÕES ENTRE AS CONCEPÇÕES DA COMUNIDADE EDUCACIONAL DE UMA ESCOLA DE GOVERNO E DE UM INSTITUTO FEDERAL BRASILEIROS, dos autores Sandra Cordeiro de Melo, Mônica Pereira dos Santos e Mylene Cristina Santiago.

A CONSTRUÇÃO DO CURRÍCULO NA PEDAGOGIA DA ALTERNÂNCIA: A EXPERIÊNCIA DA ESCOLA FAMÍLIA AGRÍCOLA DE NESTOR GOMES – SÃO MATES/ES, de Rosivânia de Melo e Adelar João Pizetta.

ESPECIFICIDADE, PREFERÊNCIA ALIMENTAR E DE SUBSTRATO DE OVIPOSIÇÃO DE *Cornops frenatum frenatum* (MARSCHALL, 1836) (ORTHOPTERA: ACRIDIDAE) EM PLANTAS CULTIVADAS E ORNAMENTAIS NA AMAZÔNIA, Benedito Tavares Bechara Resque Júnior, Ana Lúcia Nunes Gutjahr, Carlos Elias de Souza Braga e Andreza Mesquita Martins.

EFEITO DE CULTURAS DE COBERTURA DE OUTONO-INVERNO SOBRE A PRODUÇÃO DE SOJA E MILHO NO SUL DO BRASIL de autoria de Christiano Santos Rocha Pitta, João de Andrade Bonetti, Alan Lavratti, Alexandre Friedrich Ribas, Dheymisson Diogo Muller Bhering e Eduardo Roncato.

INOVAÇÃO TECNOLÓGICA: FERTILIZANTE FLUÍDO À BASE DE ÁCIDOS HÚMICOS E FÚLVICOS UTILIZADOS DE RESÍDUOS

AGROINDUSTRIAIS dos pesquisadores Gabriele Talian, Cristiano Reschke Lajús, Caroline Olias e Aline Vanessa Sauer.

CARACTERIZAÇÃO DE BIOFILMES À BASE DE AMIDO DE MANDIOCA E GLICEROL, de autoria de Neusa Maria Pavão Battaglini, Carlos Alberto Fonzar Pintão e Ana Paula Cerino Coutinho.

ANÁLISE EXPLORATÓRIA DE ÁREAS PARA A IMPLANTAÇÃO DE ATERRO SANITÁRIO EM REGIÕES DO INTERIOR DE PAÍSES EM DESENVOLVIMENTO, de Marcelo Antonio Nero, William Fagundes Campos e José Nunes de Aquino.

MAPEAMENTO DE ÁREAS DE RISCO DE INCÊNDIO FLORESTAIS PRÓXIMAS DE UNIDADES DE CONSERVAÇÃO NA REGIÃO METROPOLITANA DE BELO HORIZONTE-MG E SUA APLICAÇÃO NA POLÍTICA PÚBLICA de autoria de Marcelo Antonio Nero, Luiza Cintra Fernandes, Diogo Soares De Melo Franco e Plínio Temba.

EQUAÇÕES PARA CÁLCULO DE ESTABILIDADE DE COLUNAS de César A. Chagoyen Méndez, Vilaxay Maylor Yangxiaye, Ángel S. Machado Rodríguez e Constantina Álvarez Peña.

UMA CONTRIBUIÇÃO PARA A ANÁLISE DO SISTEMA DE GESTÃO DE ESTOQUES DE MATERIAIS DE CONSUMO EM UMA INSTITUIÇÃO FEDERAL DE ENSINO SUPERIOR, dos pesquisadores Jean Pierre de Menezes Martinez e Luis Perez Zotes.

MANUTENÇÃO PRODUTIVA TOTAL: A PRÁTICA DO PILAR DA MANUTENÇÃO PLANEJADA NA GESTÃO DA MANUTENÇÃO DE EQUIPAMENTOS MÉDICO-HOSPITALARES de autoria de Yasser Issmail Mohsen e Guilherme Luz Tortorella.

Boa leitura

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

## Área: Interdisciplinar

---

9-2	<p><b>CONTRATAÇÕES PÚBLICAS DA AGRICULTURA FAMILIAR NO BRASIL: ANÁLISE DE 2017-2020</b></p> <p><b>PUBLIC PROCUREMENT OF FAMILY FARMING IN BRAZIL: ANALYSIS FROM 2017-2020</b></p> <p>Bruna Tertuliano; Renato de Freitas Rosa; Jane Corrêa Alves Mendonça; Renato Fabiano Cintra</p>
-----	--

## CONTRATAÇÕES PÚBLICAS DA AGRICULTURA FAMILIAR NO BRASIL: ANÁLISE DE 2017-2020

### *PUBLIC PROCUREMENT OF FAMILY FARMING IN BRAZIL: ANALYSIS FROM 2017-2020*

Bruna Tertuliano<sup>1</sup>  
Renato de Freitas Rosa<sup>2</sup>  
Jane Corrêa Alves Mendonça<sup>3</sup>  
Renato Fabiano Cintra<sup>4</sup>

*Resumo – Este estudo objetivo de descrever as características das contratações públicas de material de consumo com a agricultura familiar, durante o período de 2017 a 2020. Para isso, os dados relativos às compras dos órgãos que compõem o Sistema Integrado de Serviços Gerais (SISG) foram coletados no painel de compras governamentais. Esta pesquisa verificou, com relação às aquisições de produtos provenientes da agricultura familiar, que os gastos com contratações tendem a diminuir e a modalidade “dispensa de licitação” foi a única utilizada; a unidade federativa que mais firmou contratos foi SP e a que mais gastou foi o DF. Conclui-se ainda que, apesar das políticas de incentivo existentes, não há representatividade das contratações públicas de materiais provenientes da agricultura familiar nos órgãos vinculados a APF estudados.*

*Palavras-chave: Compras Governamentais. Agricultura Familiar. Materiais de Consumo. Painel de Compras de Governo.*

*Abstract - This study aims to describe the characteristics of public procurement of consumables with family farmers, during the period 2017 to 2020. For this, data on purchases from the bodies that make up the Integrated System of General Services (SISG) were collected on the government procurement panel. This research verified, in relation to the purchase of products from family farming, that the expenses with contracts tend to decrease and the modality “exemption from bidding” was the only one used; the federative unit that signed the most contracts was SP and the one that spent the most was the DF. It is also concluded that, despite the existing incentive policies, there is no representation of public procurement of materials from family farming in the bodies linked to the APF studied*

*Keywords: Government Procurement. Family Farming. Consumables. Government Procurement Panel.*

<sup>1</sup> Universidade Federal da Grande Dourados – UFGD. Contato: brunatertuliano@ufgd.edu.br.

<sup>2</sup> Universidade Federal da Grande Dourados – UFGD. Contato: renatorosa@ufgd.edu.br.

<sup>3</sup> Universidade Federal da Grande Dourados – UFGD. Contato: janemendonca@ufgd.edu.br.

<sup>4</sup> Universidade Federal da Grande Dourados – UFGD. Contato: renatocintra@ufgd.edu.br.

## I. INTRODUÇÃO

A agricultura familiar é um setor estratégico à manutenção e recuperação do emprego, à redistribuição da renda, à garantia da soberania alimentar do Brasil e à construção do desenvolvimento sustentável (SANTOS *et al.*, 2007). Os agricultores familiares são cruciais para garantir o abastecimento global de alimentos, entretanto, também se destacam como vulneráveis à pobreza e à fome no meio rural (ONU, 2018).

O setor representa 76,8% (3.897.408) dos estabelecimentos agropecuários brasileiros e contribui com 23% da produção brasileira de *commodities* agrícolas de exportação (BREITENBAH, 2021). Destaca-se a importante contribuição social e econômica do segmento, que emprega 10,1 milhões de pessoas, ou seja, 67% do total de trabalhadores nos estabelecimentos agropecuários, e a sua essencialidade na produção de alimentos (IBGE, 2017).

Promover padrões sustentáveis de produção e consumo é um dos maiores desafios às políticas de governo (SAMBUICHI *et al.*, 2014). Dessa maneira, é de suma importância o desenvolvimento de políticas públicas e a implantação de mecanismos de transparência para que a comunidade, real detentor da coisa pública, possa participar e acompanhar as etapas das compras governamentais.

As compras públicas são fundamentais para o funcionamento da administração pública. A prestação de serviços à sociedade demanda um alto volume de insumos, assim, as contratações públicas - de obras, serviços, compras e alienações -, viabilizadas por meio de procedimento licitatório, dispendem expressivos montantes anualmente. No ano de 2017, no Brasil, as aquisições governamentais representaram 13,5% dos gastos totais do governo brasileiro e aproximadamente 6,5% do Produto Interno Bruto (PIB) (OCDE, 2021). Haja vista o seu valor estratégico, o processo de aquisições no setor público mobiliza e influencia todo arranjo e ciclo socioeconômico (TERRA, 2018).

A Constituição Federal de 1988 (CF/88), em seu art. 37, §1º, destaca o princípio da publicidade, segundo o qual os atos, programas, obras, serviços e campanhas dos órgãos públicos deverão ter caráter educativo, informativo ou de orientação social (BRASIL, 1988). Dessa forma, evidenciando também o princípio da transparência, no sítio eletrônico do Painel de Compras do Governo Federal (PCGF) é disponibilizado os dados e informações sobre os gastos das contratações públicas (licitações) do governo federal, incluindo todos os órgãos que compõem o Sistema Integrado de Serviços Gerais (SISG).

Nesse sentido, este estudo procurará responder o problema de pesquisa a partir da seguinte questão: *Qual o panorama da participação da agricultura familiar nas compras públicas brasileiras?* Para isso, este estudo tem o objetivo de descrever as características das contratações públicas com a agricultura familiar, durante o período de 2017 a 2020.

## II. COMPRAS PÚBLICAS E A AGRICULTURA FAMILIAR

Licitação é o procedimento administrativo mediante o qual a administração pública seleciona a proposta mais vantajosa ao contrato de seu interesse (MEIRELLES, 2003). Desse modo, coube a Lei nº 8.666 de 1993 regulamentar o artigo 37, inciso XXI, da CF/88 e instituir normas para licitações e contratos da administração pública (BRASIL, 1993). Esse normativo instituiu cinco modalidades de licitação: concorrência, tomada de preços, convite, concurso e leilão. Há ainda a possibilidade de contratar com a administração pública por meio de dispensa, em situações específicas definidas no artigo 24, e quando for impossível ou inviável licitar, por meio de inexigibilidade de licitação conforme consta no artigo 25. Em 2002, instituiu-se a modalidade pregão,

utilizada para aquisição de bens e serviços comuns, por meio da Lei nº 10.520 (BRASIL, 2002).

Em 2003, com o advento da Lei nº 10.696, foi criado o Programa de Aquisição de Alimentos (PAA) que, dentre as suas finalidades destaca-se: incentivar a agricultura familiar, promovendo a sua inclusão econômica e social; promover o abastecimento alimentar, que compreende as compras governamentais de alimentos; e constituir estoques públicos de alimentos produzidos por agricultores familiares (BRASIL, 2003). A regulamentação do PAA deu-se em 2012 por meio do Decreto nº 7.775, que apresentou – dentre outras - a modalidade Compra Institucional (artigo 17). Tal ferramenta tem por finalidade a compra, realizada por dispensa de licitação, de produtos provenientes da agricultura familiar ao atendimento de demandas de alimentos por parte de órgãos públicos. Destaca-se que o diferencial da modalidade é facilitar a aquisição de alimentos, utilizando recursos próprios do órgão para pagamento dos fornecedores (CHIARIELLO; MAIDANA, 2020).

A Lei 11.326, de 24 de julho de 2006, estabelece as diretrizes para formulação da Política Nacional da Agricultura Familiar e estabelece os requisitos para identificação desse público (BRASIL, 2006). De acordo com o normativo, será considerado agricultor familiar e empreendedor familiar rural aquele que, simultaneamente, utilize predominantemente mão de obra da própria família na prática das atividades no meio rural, possua área de até quatro módulos fiscais, tenha renda familiar vinculada ao próprio estabelecimento e efetue o gerenciamento do estabelecimento ou empreendimento pela própria família (art. 3).

Outro incentivo federal, criado pelo Decreto nº 8.473, de 22 de junho de 2015, que estabeleceu, no âmbito da Administração Pública Federal (APF), o percentual mínimo de 30% destinado à aquisição de gêneros alimentícios de agricultores familiares (BRASIL, 2015) e suas organizações, bem como para os demais beneficiários da lei 11.326.

Por outro lado, a transparência é um tema importante à administração pública, pois, colabora à confiabilidade dentro da organização, para que esta execute uma boa governança, especialmente no que diz respeito à relação entre a administração e a sociedade. Aos gestores públicos é confiado poder de gerir o patrimônio público e o interesse coletivo, poder este, concedido pela população, onde estão sendo cada vez mais estimulados pelos órgãos fiscalizadores e reguladores a acompanhar os atos tornados públicos assim tornando-se um agente atuante na área.

É direito da sociedade interferir, fiscalizar e controlar as ações governamentais, e, especialmente, na gestão de projetos públicos, e para tanto requer contrapartida do Governo na facilitação do acesso e disponibilização das informações geradas no âmbito público, além de realizar esforços para transformar o linguajar tecnicista, em linguagem compreensível ao cidadão (KREUTZ; SANTOS, 2016).

Objetivando facilitar o acesso à informação criou-se o Painel de Compras do Governo Federal (PCGF), em 2015, (BRASIL, 2020). Tal ferramenta, respeita os pressupostos do ciclo de vida da contratação pública, e busca fornecer ao usuário ampla visão dos bancos de dados da Administração Pública Federal, englobando as informações tanto de órgãos que compõem o SISG, quanto dos que não o integram. O SISG, foi instituído em 1994 pelo Decreto nº 1.094, e busca maior eficiência nas atividades de logística pública, estabelecendo uma coordenação padronizada e transparente com objetivo de reduzir os custos operacionais da administração (BRASIL, 1994).

### III. METODOLOGIA

A fim de alcançar o objetivo proposto realizou-se pesquisa de natureza descritiva e exploratória e utilizou-se fonte secundária para coletar os dados. Os estudos de

natureza descritiva buscam investigar as características de um fenômeno específico e fonte secundária é aquela em que os dados são coletados por algum meio intermediário (RICHARDSON, 2012). Assim, são considerados como objeto deste estudo as contratações públicas de materiais de consumo realizadas no âmbito da APF dos órgãos superiores que compõem o SISG entre os anos de 2017 e 2020.

Os dados foram coletados no sítio eletrônico do PCGF em maio de 2021. Devido à disponibilidade dos dados, de 2017 a 2021, e ao período de atualização do PCGF, até 25 de janeiro de 2021, e para efeito de comparação entre as aquisições gerais de materiais (gerados e não gerados pela agricultura familiar) e as compras de itens gerados pela agricultura familiar, foram utilizados apenas anos completos, sendo assim, 2021 foi excluído da análise.

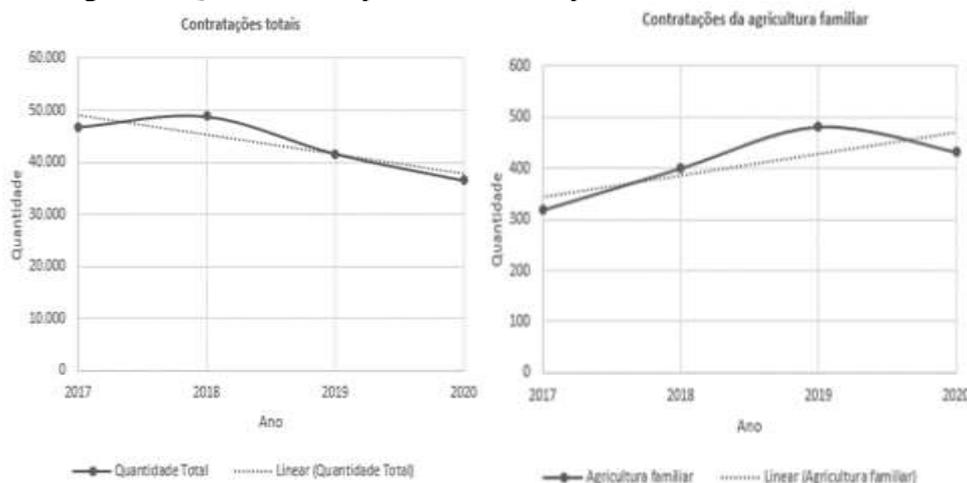
Direcionou-se a busca para encontrar dados a respeito dos gastos e do comportamento licitatório das compras públicas de itens gerados pela agricultura familiar. Desse modo, verificou-se as quantidades e valores de processos de compras de materiais de consumo realizados pelos órgãos que integram o SISG, destacando os processos de compras oriundos da agricultura familiar (PCAF), nos quatro anos. Com essas informações também se analisou a representatividade e a evolução dos gastos e quantidades de processos ao longo do tempo, realizando comparações entre os dados.

Posterior, iniciou-se análise das características dos PCAF, no período, sob duas perspectivas: modalidade de licitação e estados brasileiros. À vista disso, fez-se uma análise do total de processos e dos recursos utilizados pelas unidades federativas. Por fim, com a intenção de explorar os dados, utilizou-se estatística descritiva e o editor de planilhas Microsoft Excel, para levantamento de médias e frequências para posterior elaboração de tabelas e gráficos.

#### IV. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Primeiramente é abordado a quantidade total de processos de compras de materiais de consumo divulgados no sítio eletrônico do PCGF, período de 2017 a 2020, e destacados em PCAF (Figura 1).

Figura 1 - Quantidade de processos de compras de materiais de consumo



Fonte: Elaborado pelos autores, a partir de dados extraídos do painel de compras governamentais (2021).

Demonstra-se na Figura 1 leve crescimento no número total de contratações entre 2017 e 2018, seguida de constante decréscimo até 2020. A linha pontilhada indica tendência ao longo do tempo, dessa maneira, percebe-se a diminuição do número de

processos de compra de produtos no período analisado. Com relação às contratações oriundas da agricultura familiar, nota-se aumento gradual de 2017 a 2019 e posterior queda em 2020, porém o número das contratações de 2020 é maior que os resultados de 2017. No que se refere à modalidade de licitação, a Tabela 1 apresenta o somatório dos processos contratações públicas por modalidade, destacando os PCAF.

Tabela 1 – Quantidade de contratações públicas por modalidade de 2017 a 2020

Modalidade	Nº processos		
	Total	AF	%
Dispensa	119.965	1.632	1,36
Pregão	44.940	0	0
Inexigibilidade	8.717	0	0
Tomada de preço	7	0	0
Concorrência	9	0	0
Convite	15	0	0
Concurso	2	0	0
Concorrência Internacional	25	0	0
<b>TOTAL</b>	<b>173.680</b>	<b>1.632</b>	

Fonte: Elaborado pelos autores, a partir de dados extraídos do painel de compras governamentais (2021).

As compras gerais de materiais de consumo durante os quatro anos se deram por todas as modalidades de licitação e totalizaram R\$ 156.240.117.686,08, contudo em mais de 69% dos casos foram utilizados a modalidade “dispensa”, seguida por pregão e inexigibilidade; enquanto, todos os PCAF realizadas no período foram instrumentalizadas por dispensa de licitação, e o valor total gasto foi R\$ 133.743.047,73, o que representa apenas 0,45% do montante desembolsado com materiais no período.

Em atenção à frequência da modalidade dispensa de licitação usada para os PCAF foi possível verificar no período de 2017 a 2020 o percentual das quantias e dos valores anuais de compras de produtos gerados pela agricultura familiar (Tabela 2).

Tabela 2 - Contratações públicas por dispensa (número de processos e valores em milhões de reais)

Ano	Processos de compra			Valores gastos*		
	Total	AF	%	Total (R\$)	AF	%
<b>2017</b>	31.331	319	1,02	7.309,1	27,2	0,37
<b>2018</b>	33.685	400	1,19	8.923,8	29,5	0,33
<b>2019</b>	28.991	481	1,66	5.789,5	41,1	0,71
<b>2020</b>	25.958	432	1,66	7.684,9	35,9	0,47
<b>Total</b>	<b>119.965</b>	<b>1.632</b>	<b>1,36</b>	<b>29.707,3</b>	<b>133,5</b>	<b>0,45</b>

Fonte: Elaborado pelos autores, a partir de dados extraídos do painel de compras governamentais (2021).

Dentre os anos analisados, 2019 foi o que apresentou os resultados mais expressivos. Em 2017 houve menor gasto e menor números de contratos formalizados em ambos os tipos de contratações. Já em 2020 os valores reduziram mais de 5 milhões de reais se comparados a 2019; tal fato pode ser atribuído a pandemia de COVID-19 que ocasionou o fechamento de escolas que acabou desestruturando as compras do Programa Nacional de Alimentação Escolar (PNAE), repercutindo negativamente sobre os sistemas de abastecimento alimentares locais e sobre a agricultura familiar (SCHNEIDER *et al.*, 2020).

Verifica-se ainda que do ano de 2017 a 2019 o aumento do número de PCAF e dos gastos com tais aquisições foi gradual, entretanto, em 2020 percebe-se queda na quantidade de processos de compra por dispensa e aumento nos valores despendidos. Consta na Constituição Federal de 1988 que a “República Federativa do Brasil compreende a União, os Estados, o Distrito Federal e os Municípios” (BRASIL, 1988), sendo 26 estados e Distrito Federal. Desta feita, em relação às contratações públicas gerais, apresenta-se a Tabela 3.

Tabela 3 - Contratações públicas de produtos por unidade federativa (quantidades de processos de compra)

UF	2017	2018	2019	2020	TOTAL
<b>RJ</b>	9.956	11.257	9.692	7.734	<b>38.639</b>
<b>MG</b>	6.521	6.404	5.669	4.544	<b>23.138</b>
<b>DF</b>	3.840	4.195	3.120	3.286	<b>14.441</b>
<b>RS</b>	3.716	4.077	3.088	2.561	<b>13.442</b>
<b>PR</b>	2.741	2.728	2.669	2.436	<b>10.574</b>
<b>SP</b>	2.562	2.554	1.948	1.782	<b>8.846</b>
<b>SC</b>	1.901	1.940	1.733	1.497	<b>7.071</b>
<b>PA</b>	1.862	1.799	1.517	1.401	<b>6.579</b>
<b>PE</b>	1.715	1.612	1.413	1.193	<b>5.933</b>
<b>BA</b>	1.635	1.664	1.368	1.239	<b>5.906</b>
<b>Outros</b>	10.302	10.591	9.410	8.808	<b>39.111</b>
<b>Total</b>	<b>46.751</b>	<b>48.821</b>	<b>41.627</b>	<b>36.481</b>	<b>173.680</b>

Fonte: Elaborado pelos autores, a partir de dados extraídos do painel de compras governamentais (2021).

Observando a relação dos estados com as contratações gerais, os estados destacados na Tabela 3 realizaram 77,5% do total das contratações de materiais de consumo efetuadas pelos órgãos. Sendo o RJ, que durante os anos analisados foi responsável por mais de 22% das contratações de materiais e efetivou apenas 472 contratos a menos que as outras 17 UFs. O Amapá, que está incluído no somatório do item “outros”, foi o estado que menos contratou no período (644), representando apenas 0,37% do total.

Em seguida, evidencia-se o número de contratações públicas de produtos provenientes da agricultura familiar por unidade federativa, no período de 2017 a 2020, conforme apresentado na Tabela 4.

Tabela 4 - Contratações públicas de materiais com a agricultura familiar por UF (quantidade)

UF	2017	2018	2019	2020	Total
<b>SP</b>	38	59	64	44	205
<b>DF</b>	18	72	35	54	179
<b>RN</b>	44	42	46	42	174
<b>MG</b>	23	40	48	36	147
<b>RS</b>	35	38	42	22	137
<b>BA</b>	23	27	35	21	106
<b>PE</b>	42	6	20	26	94
<b>GO</b>	13	24	30	24	91
<b>AM</b>	26	12	28	24	90
<b>AC</b>	0	0	3	1	4
<b>Outros</b>	57	80	130	138	405

Fonte: Elaborado pelos autores, a partir de dados extraídos do painel de compras governamentais (2021).

Em relação às contratações públicas de produtos provenientes da agricultura familiar, destacam-se as seguintes UF: Rio Grande do Sul (RS), Distrito Federal (DF), Amazonas (AM), Minas Gerais (MG), Pernambuco (PE), Acre (AC), Rio Grande do Norte (RN), São Paulo (SP), Goiás (GO) e Bahia (BA). Esses estados realizaram cerca de 75,2% dos PCAF no período, e 48% do total das contratações gerais.

Quanto ao volume de PCAF, SP, DF, MG e RS representam em torno de 41% do total de contratações realizadas nos quatro anos e, com exceção do DF, acompanham o comportamento evidenciado na Figura 1 – crescente até 2019 com queda em 2020. Os estados mencionados têm programas de aquisição da produção da agricultura familiar: SP adotou o Programa Paulista da Agricultura de Interesse Social (PPAIS); DF viabiliza a compra direta por meio do Programa de Aquisição da Produção da Agricultura (PAPA/DF); MG instituiu em 2011 a Política Estadual de Aquisição de Alimentos da Agricultura Familiar (PAA Familiar); e o estado do RS tem o Programa Estadual de Agroindústria Familiar (PEAF).

Os estados que apresentaram menor volume de compras foram o Amapá, com nenhuma contratação da agricultura familiar, e o Sergipe, com apenas um PCAF realizado no ano de 2020. Na sequência analisa-se o valor gastos com contratações públicas de produtos provenientes da agricultura familiar por unidade federativa, conforme apresentado na Tabela 5.

Tabela 5 – Gastos das contratações públicas de produtos com a agricultura familiar por unidade federativa (em milhões de reais)

<b>Estado</b>	<b>2017</b>	<b>2018</b>	<b>2019</b>	<b>2020</b>	<b>Total</b>
<b>RS</b>	14,5	7	3,1	1,8	26,5
<b>DF</b>	1,3	6,7	8,6	9,1	25,7
<b>AM</b>	0,84	0,78	5	3,9	10,6
<b>MG</b>	1,1	2,3	2	2,2	7,6
<b>PE</b>	0,67	0,89	3,1	1,8	6,5
<b>AC</b>	0,00	0,00	2,6	3,2	5,8
<b>RN</b>	1,5	1,8	1,3	1	5,6
<b>SP</b>	1,3	1,5	1,7	0,8	5,4
<b>GO</b>	0,76	0,69	1,6	2,3	5,4
<b>BA</b>	1,5	1,3	1,5	0,96	5,3

Fonte: Elaborado pelos autores, a partir de dados extraídos do painel de compras governamentais (2021).

Quanto aos gastos com PCAF, o estado do RS, que apareceu em quinto lugar nas contratações gerais, se destaca com um total de R\$ 26,5 milhões nas compras com a agricultura familiar, o que corresponde a 19,8% do total dos PCAF firmados no período. Desse valor, 55% foram adquiridos em 2017 e após este ano apresentou sucessivas reduções de quase 50% nos anos seguintes. O DF aparece em segundo lugar e acompanha o comportamento evidenciado na Figura 1: tendência de aumento no decorrer dos anos.

No total dispendido com itens da agricultura familiar, destaca-se o estado do Amapá que não efetuou nenhum PCAF nos quatro anos selecionados. Ressalta-se ainda o estado do Acre, que apesar do pequeno volume de contratações com a agricultura familiar – 4 PCAF em quatro anos – realizadas, o estado é o sexto a mais gastar com PCAF, totalizando cerca de R\$ 5,8 milhões. Em busca nos sítios eletrônicos oficiais do AC e AP, constatou-se a falta de legislações regulamentando as ações e os incentivos à aquisição de alimentos da agricultura familiar semelhantes as encontradas para SP, DF, MG e RS.

Por fim, ao comparar os gastos totais com processos de compras de materiais com os gastos de produtos oriundos da agricultura familiar, percebe-se que a representatividade é baixa. A quantidade de PCAF representa 0,94% do total. Dessa forma, apesar das políticas de incentivo existentes, quando se compara os somatórios de valores e quantidade de processos gerais e firmados com a agricultura familiar, identifica-se que os valores são distantes. Ainda que, os programas de intermédio governamental apresentem problemas e descontinuidades, eles são importantes pois promovem a geração de trabalho e renda, privilegiando associações e cooperativas ao proporcionar a entrega de volumes maiores, permitindo maior eficiência (rateio de custos de transporte e escala) (LOPES *et al.*, 2020).

## V. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Identificou-se que a representatividade da quantidade de processos de compras provenientes da agricultura familiar (PCAF) em comparação com o total é de 0,94%. A porcentagem de gastos com PCAF é ainda menor, ou seja, do total gasto com aquisições de materiais, apenas 0,09% é adquirido da agricultura familiar.

Quanto à modalidade de licitação, os achados demonstram que a única forma de contratação, no âmbito da APF para produtos gerados pela agricultura familiar foi a “dispensa”. Totalizando cerca de 134 milhões de reais nos quatro anos. O estudo aponta que as UFs que mais firmaram PCAF são: SP, DF, RN, MG e RS, respectivamente. Enquanto as UFs que mais gastaram com produtos da agricultura familiar foram RS, DF e AM, respectivamente.

Apesar da importância econômica e social do setor e dos incentivos governamentais, bem como o potencial de fortalecimento e crescimento do setor agrícola familiar, conclui-se que não há representatividade das contratações públicas de materiais provenientes da agricultura familiar nos órgãos vinculados a APF estudados. Ademais, esta pesquisa verificou que: as quantidades de processos de compras de materiais em geral tendem a diminuir e as quantidades de contratações com a agricultura familiar tendem a aumentar; opostamente, verificou-se que os gastos com contratações de materiais em geral tendem a aumentar enquanto os desembolsos com produtos da agricultura familiar tendem a diminuir. Recomenda-se para trabalhos futuros a análise mensal por estado em 2020, ano que apresentou retenção dos gastos com PCAF, e período pós pandemia, bem como correlacionar os incentivos e regulamentações realizados pelos estados com os resultados obtidos nos períodos futuros.

## VI. REFERÊNCIAS

BRASIL. Lei nº 11.326, de 24 de julho de 2006. Disponível em: link [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2004-2006/2006/Lei/L11326.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2004-2006/2006/Lei/L11326.htm). Acesso em: 08 jun. 2021.

BRASIL. Constituição da República Federativa do Brasil de 1988, de 05 de outubro de 1988. Brasília, DF: Palácio do Planalto, 1988. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/constituicao/constituicao.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm). Acesso em: 07 de julho de 2021.

BRASIL. Lei nº 8.666, de 21 de junho de 1993. Lei de Licitações e Contratos. Brasília, DF: Palácio do Planalto, 1993. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/18666cons.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/18666cons.htm). Acesso em: 07 de jul. de 2021.

BRASIL. Ministério da Economia. Painel de Compras do Governo Federal. Brasília. 2020. Disponível em: <https://www.gov.br/compras/pt-br/transparencia/painel-de-compras>. Acesso em: 10 julho de 2021.

BRASIL. Decreto nº 1.094, de 23 de março de 1994. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/decreto/Antigos/D1094.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/Antigos/D1094.htm). Acesso em: 21 de jun. 2021.

BRASIL. Decreto nº 9.064, de 31 de maio de 2017. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2015-2018/2017/decreto/d9064.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2017/decreto/d9064.htm). Acesso em: 21 de jun. 2021.

BRASIL. Lei nº 10.696, de 2 de julho de 2003. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/2003/110.696.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/2003/110.696.htm). Acesso em: 08 jun. 2021.

BRASIL. Decreto nº 8.473, de 22 de junho de 2015. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2015-2018/2015/decreto/D8473.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2015/decreto/D8473.htm). Acesso em: 05 jul. 2021.

BRASIL. Decreto nº 7.775, de 04 de julho de 2012. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2011-2014/2012/decreto/d7775.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/decreto/d7775.htm). Acesso em: 09 jun. 2021.

BREITENBACH, R. Estratégias de enfrentamento dos efeitos da pandemia na agricultura familiar. **Desafio Online**, v. 9, n. 1, p. 188-211, 2021.

CHIARIELLO, C.; MAIDANA, K. Do público para o público: uma proposta para compras públicas da agricultura familiar pelo Hospital Universitário HU-UFGD. **Revista dos Mestrados Profissionais**, v. 10, n. 1, p. 67-85, 2021.

DOS SANTOS, R. B.; ANTONIO NETO, F.; CURI, R. C.; CURI, W. F. Desenvolvimento sustentável: agricultura familiar e o uso de tecnologia multicritério em bacia hidrográfica. **Revista Tecnologia e Sociedade**, v. 3, n. 5, p. 61-78, 2007.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Agropecuário 2017: Resultados Preliminares**, Rio de Janeiro: IBGE, 2017. Disponível em: <https://censos.ibge.gov.br/agro/2017/2012-agencia-de-noticias/noticias/25786-em-11-anos-agricultura-familiar-perde-9-5-dos-estabelecimentos-e-2-2-milhoes-de-postos-de-trabalho.html> Acesso em: 18 out. 2021.

KREUTZ, R. R.; SANTOS, C. H. S. Transparência em projetos públicos: o caso das obras de mobilidade urbana da cidade de Porto Alegre. **Gestão & Planejamento**, v. 17, n. 1, 107-125, 2016.

LOPES, A. W. P.; FERRANTE, V. L. S. B.; GÊMERO, C. G.; DO AMARAL, D. T. Mercados institucionais, comercialização e formas de organização em assentamentos rurais. **Revista Sodebras [on line]**, v. 15, n. 177, p. 43-49, 2020.

MEIRELLES, H. L. **Direito Administrativo Brasileiro**. 23ª ed. São Paulo: Malheiros. 1998.

TERRA, A. C. P. Compras públicas inteligentes: uma proposta para a melhoria da gestão das compras governamentais. 2018. **Revista de Gestão Pública/DF**, Vol. 1, n. 1, p. 46-70, 2018.

OECD. Organisation for Economic Cooperation and Development. **Fighting Bid Rigging in Brazil: A review of Federal Public Procurement**. Disponível em:

<https://www.oecd.org/competition/fighting-bid-rigging-in-brazil-a-review-of-federal-publicprocurement.htm>. Acesso em: 18 jul. 2021.

ONU. Organização das Nações Unidas. **FAO celebra decisões da Assembleia Geral para defender agricultura familiar e pesca artesanal**. 2018. Disponível em: <https://nacoesunidas.org/fao-celebra-decisoes-da-assembleia-geral-para-defender-agricultura-familiar-e-pesca-artesanal/>. Acesso em: 18 jul. 2021.

RICHARDSON, R. J. **Pesquisa social: métodos e técnicas**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2012.

SAMBUICHI, R. H. R.; GALINDO, E. P.; OLIVEIRA, M. A. C.; MOURA, A. M. M. Compras públicas sustentáveis e agricultura familiar: a experiência do Programa de Aquisição de Alimentos (PAA) e do Programa Nacional de Alimentação Escolar (PNAE). **Políticas agroambientais e sustentabilidade: desafios, oportunidades e lições aprendidas**, p.75-104, 2014.

SCHNEIDER, S.; CASSOL, A.; LEONARDI, A.; MARINHO, M. M. Os efeitos da pandemia da Covid-19 sobre o agronegócio e a alimentação. **Estudos Avançados**, v. 34, p. 167-188, 2020.

## VII. COPYRIGHT

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

## Área: Ciências Humanas e Sociais

7-8	<b>FORMAÇÃO DE PROFESSORES: CONTRIBUIÇÕES DA NEUROCIÊNCIA PARA A EDUCAÇÃO</b>  <b>TEACHER TRAINING: CONTRIBUTIONS OF NEUROSCIENCE TO FOR EDUCATION</b> Andreia Zacarias Carvalho Barbosa; Rayane Raquel Araújo dos Santos Bento; Nair Correia Salgado de Azevedo
7-8	<b>CONSTRUINDO O CONCEITO DE INCLUSÃO EM EDUCAÇÃO – TECENDO COMPARAÇÕES ENTRE AS CONCEPÇÕES DA COMUNIDADE EDUCACIONAL DE UMA ESCOLA DE GOVERNO E DE UM INSTITUTO FEDERAL BRASILEIROS</b>  <b>BUILDING THE CONCEPT OF INCLUSION IN EDUCATION - WEAVING COMPARISONS BETWEEN THE CONCEPTIONS OF THE BRAZILIAN EDUCATIONAL COMUNITIES OF A SCHOOL OF GOVERNMENT AND A FEDERAL INSTITUTE</b> Sandra Cordeiro de Melo; Mônica Pereira dos Santos; Mylene Cristina Santiago
7-8	<b>A CONSTRUÇÃO DO CURRÍCULO NA PEDAGOGIA DA ALTERNÂNCIA: A EXPERIÊNCIA DA ESCOLA FAMÍLIA AGRÍCOLA DE NESTOR GOMES – SÃO MATES/ES</b>  <b>THE CONSTRUCTION OF THE CURRICULUM IN THE PEDAGOGY OF ALTERNATION: THE EXPERIENCE OF THE SCHOOL FAMILY AGRICULTURAL NESTOR GOMES - SÃO MATES/ES</b> Rosivânia de Melo; Adelar João Pizetta

## FORMAÇÃO DE PROFESSORES: CONTRIBUIÇÕES DA NEUROCIÊNCIA PARA A EDUCAÇÃO

### TEACHER TRAINING: CONTRIBUTIONS OF NEUROSCIENCE TO FOR EDUCATION

Andreia Zacarias Carvalho Barbosa<sup>1</sup>  
Rayane Raquel Araújo dos Santos Bento<sup>2</sup>  
Nair Correia Salgado de Azevedo<sup>3</sup>

*Resumo – Essa pesquisa tem como objetivo geral discutir a neurociência como agente pedagógico na formação inicial do professor. Como objetivos específicos, propomos: a) caracterizar a neurociência apresentando sua importância; b) discutir o processo de ensino, tendo a neurociência como auxílio; c) verificar as possibilidades de aprendizagem possíveis a partir da neurociência. Como metodologia, essa pesquisa usou da abordagem qualitativa e caracteriza-se como uma pesquisa do tipo bibliográfica sendo que a coleta de dados ocorreu por meio de publicações e pesquisas em bibliotecas virtuais, no Banco de dados da Scielo e da CAPES. Concluímos que o auxílio da neurociência no processo de aprendizagem traz uma vasta modificação na maneira de pensar dos profissionais na área da Educação.*

*Palavras-chave: Neuroeducação. Ensino. Formação de professores.*

*Abstract: This research aims to discuss neuroscience as a pedagogical agent in initial teacher education. As specific objectives, we propose: a) characterize neuroscience presenting its importance; b) discuss the teaching process, with neuroscience as an aid; c) verify the possible learning possibilities from neuroscience. As a methodology, this research used a qualitative approach and is characterized as a bibliographic research, and data collection occurred through publications and research in virtual libraries, in the Scielo and CAPES databases. We conclude that the help of neuroscience in the learning process brings a vast change in the way of thinking of professionals in the field of Education.*

*Keywords: Neuroeducacion. Teaching. Teacher training.*

<sup>1</sup> Universidade do Oeste Paulista – UNOESTE. Contato: deia\_fidelidade@hotmail.com.

<sup>2</sup> Universidade do Oeste Paulista – UNOESTE. Contato: araujodossantos28@gmail.com.

<sup>3</sup> Faculdade de Artes, Ciências, Letras e Educação de Presidente Prudente – FACLEPP/UNOESTE. Contato: nairazevedo@hotmail.com.

## I. INTRODUÇÃO

Muitos assuntos têm sido discutidos nos últimos anos a respeito de teorias que possam favorecer o processo de formação de professores que atuarão na Educação Básica. Entre tais teorias, podemos destacar a das inteligências múltiplas de Gardner, a de aprendizagem por projeto de Fernando Hernández, a da epistemologia genética de Piaget, a histórico-cultural de Vygotsky, entre tantas outras. A grande maioria dessas teorias corroboram para que um diálogo entre educação e outras áreas ocorra.

O conhecimento sobre como atua o sistema nervoso, quais são suas contribuições para que entendamos como o cérebro funciona enquanto aprendemos, por exemplo, além de propiciar explicações sobre o comportamento humano, o desenvolvimento da linguagem, da memória, entre outras questões, fez com que nos interessássemos pela temática.

Sendo assim, nos atentamos sobre o auxílio que a Neurociência pode fornecer para a Pedagogia, pois percebemos, por meio de nossa formação inicial (entre elas, os estágios realizados durante o curso) que o ambiente escolar foca, em muitos momentos, mais no déficit da criança e menos em seu potencial. Deste modo, como nós professores podemos favorecer o potencial do educando por meio dos conhecimentos que a Neurociência pode nos proporcionar?

Podemos conceituar “Neurociência” como a ciência que estuda as estruturas e o funcionamento do Sistema Nervoso Central e Periférico e que oferece informações relevantes sobre as bases fisiológicas para a cognição e o comportamento humano (MANDARINO; MACHADO; MELLO-CARPES, 2018).

O termo também pode ser compreendido como os conhecimentos sobre a base do desenvolvimento biológico que, por meio das interações do indivíduo com o meio, podem oferecer pistas para a compreensão sobre a forma como o aluno aprende, possibilitando aos professores ações didáticas em suas práticas pedagógicas (CARVALHO, 2011).

Sendo assim, a Neurociência é capaz de mostrar os diferentes caminhos que a ciência e suas ferramentas nos proporcionam para compreender como ocorre o funcionamento do cérebro. Tais informações podem nos ajudar a compreender o processo de desenvolvimento, de aprendizagens e suas funções, no entanto, apenas conhecer como o cérebro funciona, não garante situações de aprendizagem eficazes. Já uma postura reflexiva, aliada a esses conhecimentos, promove uma aplicação prática que, acompanhada de conhecimentos científicos, pode se tornar uma possibilidade significativa de intervenção (PANTANO; ZORZI, 2009).

Partindo desses pressupostos iniciais, essa pesquisa tem como objetivo geral discutir a Neurociência como um agente pedagógico na formação inicial do professor, já que esses conhecimentos podem ajudá-lo a entender o processo de ensino e aprendizagem nas dimensões cognitiva, afetiva, emocional e motora. Como objetivos específicos, propomos: a) caracterizar a Neurociência apresentando sua importância; b) discutir o processo de ensino, tendo a Neurociência como auxílio; c) verificar as possibilidades de aprendizagens possíveis a partir da Neurociência.

## II. METODOLOGIA

Essa pesquisa usou da abordagem qualitativa em pesquisas educacionais e caracteriza-se também como bibliográfica. A abordagem qualitativa é conhecida por considerar o processo de uma pesquisa dentro de suas transformações, que nem sempre podem ser medidas numericamente. É uma pesquisa que não considera a lógica quantitativa como norma e interpreta as mudanças, os fatos sociais, assim como as interferências políticas, econômicas, culturais etc. (PRODANOV; FREITAS, 2013).

Sobre a pesquisa bibliográfica, Marconi e Lakatos (2003, p. 47) mencionam que essa pesquisa pode ser definida como “a fase de reconhecimento do assunto pertinente ao tema em estudo”. Ou seja, trata-se do levantamento bibliográfico já produzido sobre um determinado assunto, que é realizado, geralmente, por meio do que já está disponibilizado em bibliotecas.

No caso desse estudo, pesquisamos livros, artigos e pesquisas em bibliotecas virtuais, no Banco de Dados da Scielo, do Google Acadêmico e da CAPES, utilizando como análise temporal as obras publicadas durante os últimos 10 anos (2011-2021). Desta maneira, procuramos descrever as formas propostas pela Neurociência por meio da Neuroeducação existente na sociedade contemporânea, delineando os elementos necessários para uma abordagem educativa no âmbito escolar.

### III. RESULTADOS

Para falarmos de Neurociência, é preciso estabelecer algumas bases de compreensão dessa ciência tão nova que nos impressiona pelo seu amplo e vasto campo de conhecimento. Ela pode ser dividida em Neurociência cognitiva, comportamental, molecular, celular e sistêmica. No entanto, iremos nos aprofundar na Neurociência cognitiva e comportamental.

Segundo Herculano-Houzel (2010), o cérebro pode ser organizado, de forma geral, entre três partes importantes: parte sensorial, parte motora e parte associativa.

“A parte sensorial representa todo o conjunto de estruturas que se prestam a receber informações do ambiente e processar essas informações de uma maneira coordenada (...) que permitem que o cérebro crie uma imagem, uma representação sensorial do ambiente (HERCULANO-HOUZEL, 2010, p.7).”

Herculano-Houzel (2010) ainda ressalta que a imagem que o cérebro cria a partir dos sentidos é detectada em outras regiões do encéfalo, que gera movimentos e comportamentos na parte motora. Nossos movimentos são gerados a partir das nossas intenções, de acordo com a imagem sensorial que temos do mundo. O cérebro precisa receber informações do ambiente para poder processar esses conhecimentos. Então, percebemos o quanto o papel do professor dentro da sala de aula é primordial para que o educando consiga se desenvolver segundo as informações recebidas do meio.

O crescimento na área da Neurociência e a sua aproximação com a educação é, sem dúvida, uma transformação para o entendimento e estudo sobre como o cérebro aprende. Entender essa dinâmica, assim como é feito o recebimento de informações, como os sentidos trabalham, a memória e a organização das informações são alguns temas aos quais devemos nos atentar.

#### *Como o cérebro funciona*

O cérebro é a matéria-prima do aprendizado, o principal elo entre o organismo e o seu ambiente. “É o arcabouço biológico para o desenvolvimento das habilidades cognitivas e conhecer sua estrutura biológica é fundamental para o entendimento de como a linguagem e a cognição se processam” (MIETTO, 2010, p.11).

Os neurônios, quando estimulados, se comunicam entre si por meio de ligações eletroquímicas. Essas ligações resultam em comportamentos do indivíduo e, conforme elas são feitas, substâncias químicas vão modulando a atividade celular estimulando ou inibindo a comunicação entre os neurônios. Sendo assim, Muniz (2014, p. 19) menciona que:

“O cérebro tem milhões e milhões de células conectadas, entre si, por neurônios e filamentos nervosos que conduzem os sinais elétricos ao nosso sistema nervoso central. O neurônio se liga a outras 100.000 terminações nervosas em um número de combinações infinitas. As conexões entre os neurônios por onde passa a informação cerebral são chamadas de sinapses.”

Segundo Guerra (2011), as sinapses são ligações entre as células nervosas e as redes neurais e se estabelecem à medida que o indivíduo interage com o meio. Essas redes vão se tornando cada vez mais complexas nessas interações externas e internas. Portanto, se a criança for estimulada desde a infância, ela não terá dificuldades com o aprendizado, pois essas redes irão se formar como o esperado. Já a criança pouco estimulada, pode apresentar dificuldades de aprendizagem, pois não foi incitada para a formação de tais. Para que isso aconteça é necessário que este indivíduo seja bem direcionado com estratégias diversas de aprendizagem para se desenvolver habilmente.

Além dos neurônios, o sistema nervoso é composto por células da glia que possuem funções importantes e distintas, como suporte, defesa, auxílio na transmissão do impulso nervoso, produção de licor, entre outras. Todas essas células, sejam elas neurônios ou células da glia compõem o tecido nervoso, que é a base da construção do encéfalo. O encéfalo humano é um órgão único, nobre, que juntamente ao cerebelo e tronco encefálico formam o encéfalo. Já o encéfalo é compreendido como as estruturas localizadas dentro do crânio e é responsável pelos movimentos voluntários, pelo raciocínio, pelas emoções e sentimentos e pelas sensações (MACHADO; HAERTEL, 2013).

Grossi (2014) descreve como o processo de aprender se relaciona com as funções neuronais por meio das sinapses. As sinapses físicas ligam os acontecimentos do ambiente externo para o ambiente interno e as sinapses químicas ficam responsáveis pela comunicação entre os neurônios. Essas comunicações são feitas pelos neurotransmissores e, então, os estados mentais são frutos de padrões de atividades neurais, sendo a aprendizagem realizada por meio da estimulação das conexões neurais que controlam o desenvolvimento e a reorganização da estrutura cerebral. Isso resulta em novos comportamentos que acontecem após uma efetiva ação pedagógica.

Por exemplo, durante a aprendizagem de leitura e escrita (atividade fundamentalmente humana) essas atividades estão fundamentalmente ligadas às estruturas do sistema nervoso central, como a plasticidade dos neurônios para novas aprendizagens, a dominância de áreas secundárias e terciárias do hemisfério esquerdo (responsável pela linguagem verbal), entre outras (PEREIRA, 2017). É preciso compreender que todas as partes trabalham em conjunto e a comunicação simultânea é crucial para que todas as habilidades, estímulos e desenvolvimentos, tenham resultado positivo. Quando uma área desse órgão não está em sintonia, nota-se a modificação em todo o funcionamento cerebral.

Herculano-Houzel (2010) menciona que parte do sistema nervoso cria uma representação de mundo para que possamos interagir com as pessoas e com o meio em que vivemos. Esta criação se dá a partir do processamento de informações recebidas, unificadas e guardadas pelo cérebro em nosso dia a dia. É como se o cérebro criasse imagens e elas se expressassem a partir do comportamento do indivíduo.

Herculano-Houzel (2010) ainda ressalta que o cérebro, além da parte sensorial reconhecida pela sua parte de trás, também é composto pela parte motora, reconhecida pela parte mediana. O córtex pré-frontal que é a parte da frente, pode ser definido como córtex associativo. Ele é capaz de discernir complexidades do comportamento do

indivíduo e também está ligado com memórias do passado, projeções do futuro e é nele que nascem metas e objetivos.

Para os professores, o desafio é não somente elaborar uma boa aula, mas também fazer com que o seu aluno tenha a atenção necessária para adquirir um aprendizado satisfatório, principalmente, porque vivemos em um mundo moderno, fazemos jus à *internet*, às redes sociais, a aplicativos e demais tecnologias que prendem nossa atenção e tomam quase todo o nosso tempo. Tais fatores também devem ser levados em consideração durante o planejamento do ensino no ambiente escolar.

Na perspectiva de Pantano e Zorzi (2009) o processo de aprendizagem envolve assimilação, isto é, a memória. As memórias são informações guardadas em nosso cérebro que, ao se encontrar com as informações novas, fazem assimilações entre si. O cérebro consegue estabelecer relação entre os conteúdos que já foram apreendidos, com os novos que estão sendo apresentados e isso resulta em processo cognitivo. O processo cognitivo também envolve atenção, memória (de longo prazo e operacional), percepção e sensação. Com isso fica mais fácil de entender o processo de aprendizagem, que é assimilação e memória.

“Aprendizado é aquisição de novos conhecimentos ou habilidades. Memória é a retenção da informação aprendida. Aprendemos e lembramos de muitas coisas diferentes, e é importante dar-mos conta de que cada uma dessas coisas pode não ser processada e armazenada pela mesma maquinaria neural. Não existe uma única estrutura encefálica ou apenas um mecanismo celular capaz de, individualmente, dar conta de tudo que se aprende. Além disso, a forma como determinado tipo de informação é armazenada pode mudar com o tempo (BEAR, CONNORS, PARADISO, 2017, p. 824).”

Na mesma direção, Mascarello (2017) afirma que a memória é responsável por guardar as informações e arquivá-las para uso em momento oportuno. Essas informações surgem, mesmo que com falhas – trata-se da memória declarativa, em que gravamos informações com mais facilidade, mas também as esquecemos rapidamente.

Já a memória processual é aquela responsável por guardar informações mais complexas, sendo mais difícil de serem guardadas. No entanto, são informações que ao entendermos o processo, dificilmente nos esquecemos (MASCARELLO, 2017).

Então, ainda que a memória não seja um órgão específico do cérebro, a ciência confirma que ela é uma reação psicológica e biológica, sendo essencial para o desenvolvimento do conhecimento, visto que a aprendizagem depende desse armazenamento e permanência das informações (MASCARELLO, 2017).

Ao compreender e assimilar o conteúdo dado, o aluno consegue fazer ligações neuronais das quais pode relacionar com conteúdo já aprendido ou visto, fazendo com que a memória operacional e a de longo prazo comecem a ser usadas. Quando Bear, Connors e Paradiso (2017) dizem que a forma como determinado tipo de informação é armazenada pode mudar com o tempo, isso significa que os interesses do indivíduo também mudam, resultando em novas sinapses e na variação de interesse, atenção ou foco.

### *Neuroplasticidade*

De acordo com Pia (1985) a neuroplasticidade é a capacidade que o organismo tem de se adaptar a mudanças ambientais. Podemos perceber a capacidade do cérebro de adaptação quando, por exemplo, alguém se muda do norte para o sul do país e, enquanto ocorre uma brusca mudança de temperatura e cultura, o cérebro se reorganiza para se

adaptar a tal ambiente. Também identificamos a neuroplasticidade quando alguém sofre um acidente de trânsito e perde um dos membros do corpo. Este indivíduo consegue viver sem tal membro e aprende novas habilidades de sobrevivência. Essas mudanças que requer a plasticidade cerebral podem ser internas ou externas.

Para que a aprendizagem aconteça é preciso que vários fatores estejam acessíveis para um processo árduo de desenvolvimento de todas as suas capacidades e habilidades. Conforme Corso (2018):

“Sabe-se hoje que a capacidade do sistema nervoso de sofrer modificações, adaptando-se a novas experiências, está na base da formação de memórias e da aprendizagem. Para além da compreensão ampla dos processos cognitivos como expressão de plasticidade, a consideração particular do aprendizado da leitura oferece um exemplo fascinante de como esse processo ocorre (CORSO, 2018, p. 148).”

Corso (2018) ainda menciona que a experiência que o ambiente provê pode alterar a neuroquímica, a anatomia e a eletrofisiologia do cérebro em graus variados, indicando plasticidade cerebral nesses diversos níveis.

“O contexto cultural exerce influência sobre a plasticidade cerebral em diferentes níveis - plasticidade evolucionária, plasticidade comportamental e cognitiva, plasticidade neural e plasticidade cortical (CORSO, 2018, p. 148).”

Sendo assim, a plasticidade cerebral vai ocorrer durante toda nossa vida, em todos os nossos processos de maturação e a aprendizagem é uma grande porta de acesso para as transformações do sujeito, oportunizando também uma mudança no mundo em que vive.

No entanto, Silva *et al* (2019) mencionam que é no período entre zero e três anos que as pesquisas da Neurociência comprovam haver muita plasticidade no cérebro. Esse processo se inicia ainda durante a etapa intrauterina, com um crescimento acelerado de neurônios e várias conexões entre eles, composto por bilhões de células neuronais unidas pelas sinapses.

“Circuitos não usados terminam perdendo sua sinapse, o que demonstra que o cérebro infantil se desenvolve através de complexa interação entre o capital genético e as experiências propiciadas (SILVA *et al.*, 2019, p. 10).”

Na mesma direção, Alvarez (2015) relata que mesmo sabendo que a neuroplasticidade vai ocorrer durante toda a vida do ser humano, devemos compreender que conforme ficamos mais velhos, essa neuroplasticidade vai diminuindo e por esse motivo precisamos aproveitar o potencial da criança desde cedo. As chances de uma aprendizagem de sucesso são maiores na infância, visto que a estrutura do cérebro nesse período consegue assimilar praticamente tudo que lhe é proporcionado.

Pantano e Zorzi (2009) reiteram que a cada estímulo um novo conhecimento é criado, uma nova rede se forma interligando umas às outras, fazendo também uma articulação às antigas. Tais conexões precisam ser aproveitadas ao máximo, relacionando-os a novos conhecimentos. Logo, encontra-se um sistema complexo de processamento em que é selecionado as redes com mais significado, interesse e importância para cada ocasião, cuja finalidade é permitir respostas rápidas a cada estímulo, seja ele realizado oralmente ou por escrito.

Herculano-Houzel (2010) também esclarece que, em relação ao ensino durante os primeiros anos de vida e no período da adolescência, há mais possibilidade e capacidade

plástica no cérebro. Todavia, com o tempo, o cérebro vai perdendo essa função, mas existem vários meios para que possamos manter o que conquistamos, o que é benéfico e significativo.

*Formação de professores: O que a Neurociência e a Neuroeducação têm a ver com isso?*

A educação nos dias de hoje tem exigido cada vez mais dos docentes. Trata-se de uma responsabilidade que exige esforço e, especialmente, o aperfeiçoamento constante por meio de especializações que acompanhem o ritmo da demanda global. As práticas em sala de aula requerem um ensino direcionado ao aluno, pois eles são os protagonistas do conhecimento e as mudanças deixaram a corrente tradicional para trás. O aluno passivo se transformou e agora requer múltiplas abordagens de ensino. Acompanhando o contexto, a Neurociência torna-se fator indispensável ao currículo e a formação continuada dos professores.

A Neuroeducação é uma ciência multidisciplinar que aproveita o conhecimento de outras áreas para desenvolver novas estratégias de atuação na educação e nos processos de ensino e aprendizagem. Sendo assim, traz conhecimentos de três áreas: Pedagogia, Psicologia e Neurociência.

As contribuições para o campo educacional são extensas e ao estudar a temática é perceptível como ambas se encontram e se entrelaçam durante todo o processo de ensino. Gonçalves *et al* (2014) explicam que a Neurociência se constitui como a ciência do cérebro, enquanto a Educação é entendida como a ciência do ensino e da aprendizagem. Segundo esses autores, ambas possuem um vínculo relevante.

Seria excelente que os futuros professores considerassem esses conhecimentos gerados pela Neuroeducação para planejar e desenvolver suas aulas. No entanto, durante a formação de professores, em especial nos cursos de Pedagogia, não há preocupação em inserir esses conteúdos nas matrizes curriculares, visto que se trata de uma vasta área de conhecimentos científicos educacionais ao qual os docentes não estão sendo habilitados para este fim.

Na pesquisa desenvolvida por Tabacow (2006) em que participaram professores graduados e atuantes em sala de aula, o objetivo foi descobrir a importância que os participantes davam à memória na relação ensino-aprendizagem na construção do conhecimento e no aprofundamento da Neuroeducação. Concluiu-se que a função escolar poderá ser mais eficiente com o estudo do cérebro voltado à aprendizagem. Além disso, o autor também salienta que as atuais diretrizes curriculares da formação de professores no Brasil não levam em consideração estudos relacionados ao funcionamento do cérebro, nem preparam os professores para que se tornem aptos a identificar, corrigir ou fazer encaminhamentos necessários para possíveis problemas de aprendizagem.

Cabe lembrar que, não se trata em transformar o professor em um especialista nas áreas da saúde, mas sim o habilitar com capacidades para desenvolver estratégias pedagógicas a partir dos estudos do funcionamento do cérebro, pois a falta de noções e bases sobre como nosso cérebro trabalha e como realiza suas ações, acabam atribuindo o fracasso escolar apenas à inabilidade dos alunos efetuarem algumas atividades, limitando e substanciando a aprendizagem.

“Assim, como era de se esperar, todos os correspondentes concordaram com a necessidade da inclusão de conhecimentos da Neurociência Cognitiva nos cursos de Formação de Professores/Pedagogos, embora tivessem ideias complementares de como esses conhecimentos poderiam ser incluídos em tais currículos. Sentimos que esses posicionamentos levam-nos a pensar na formação que os educadores

devem ter para, em sala de aula ou em outros ambientes de aprendizagem - como os relacionados à informática, ao sistema de informação, aos materiais manipulativos, as simulações, aos jogos, aos estudos de campo, por exemplo- promoverem atividades que desenvolvam a mente humana na fase de grande potencialidade do aluno: a infância e adolescência (TABACOW, 2006, p. 217).”

Fazer com que os docentes aprendam mais sobre o funcionamento do cérebro pode aperfeiçoar seu trabalho e ampliar sua prática na rotina escolar, resultando em um melhor desempenho pedagógico. Isso permitirá uma atuação mais efetiva nas intervenções pedagógicas e nos processos de ensino e aprendizagem. Desta forma, desfrutando dos avanços e contribuições da Neuroeducação para o desenvolvimento humano, os principais objetivos educacionais podem ser mais facilmente atingidos por meio de progressos particulares que, por sua vez, ajudam a transformar a sociedade em sua totalidade.

Partindo dos diversos aspectos apresentados até aqui, fica evidente que a inserção dos conhecimentos da Neuroeducação na matriz curricular dos cursos de Pedagogia, poderá contribuir para o processo de formação dos professores, especialmente no que diz respeito à elaboração de estratégias para a aquisição dos conhecimentos durante toda a trajetória escolar dos estudantes.

#### *Neurociência na sala de aula: possibilidades e práticas docentes*

Os estudos da Neurociência e da Neuroeducação nos faz repensar as didáticas propostas e as práticas pedagógicas que podemos elencar para obter um bom resultado no ensino e aprendizagem com os alunos. Mas, como já citamos, trata-se de um caminho um tanto desconhecido, principalmente para os novos profissionais no campo da Pedagogia, pois ainda se nota uma defasagem deste conhecimento nos cursos de graduação. Mesmo sendo um caminho em construção, existem hoje diversos estudos que alicerçam a Neurociência em práticas didáticas na Pedagogia.

“As neurociências são ciências naturais, que descobrem os princípios da estrutura e do funcionamento neural, proporcionando a compreensão dos fenômenos observados. A educação tem outra natureza e sua finalidade é criar condições parênteses estratégia pedagógicas, ambientes favoráveis, infraestrutura, material e Recursos Humanos parênteses que atendem um objetivo específico, por exemplo, o desenvolvimento de competências pelo aprendiz, em um contexto particular. A educação não é investigada e explicada da mesma forma que a neurotransmissão. Ela é regulada apenas por leis físicas, mas também por aspectos humanos que inclui sala de aula, dinâmica do processo ensino-aprendizagem, escola, família, comunidade, políticas públicas (GUERRA, 2011, p.3).”

Entendemos que compreender as funções neurotransmissoras faz toda diferença para poder proporcionar ao aluno um ambiente favorável para sua aprendizagem. Uma vez que sabemos que essa ciência descobre os princípios da estrutura cerebral, proporcionando a compreensão dos fenômenos observados, conseguimos fundamentar que aquilo que o aluno observa ao seu redor tem grande impacto em sua vivência. Uma aula dinâmica, em uma sala de aula arejada, limpa e em um ambiente agradável contribui para o desenvolvimento de competências pelo aprendiz em seu contexto particular.

Cosenza e Guerra (2015) nos fazem lembrar que os processos cognitivos e emocionais estão inteiramente ligados ao funcionamento do cérebro. As emoções são de total importância, pois elas refletem um comportamento de sobrevivência, ou seja,

quando proporcionamos ao aluno situações significativas de aprendizagem, seu interesse será maior naquilo que os seus olhos conseguem enxergar. Desta maneira, as reações químicas neuronais, contribuem para uma aprendizagem satisfatória.

Consenza e Guerra (2015) ainda esclarecem que a Neurociência não propõe uma nova Pedagogia, nem soluciona todos os problemas e dificuldades de aprendizagem, mas consideram que ela pode ajudar nas práticas pedagógicas apontando um caminho possível, principalmente com relação aos alunos com dificuldades de aprendizagem.

Uma vez que já sabemos que a aprendizagem começa no cérebro por meio da plasticidade é essencial que o professor use tais avanços para chegar a um resultado satisfatório na aprendizagem de seus alunos.

Quando falamos que a Neurociência é uma ciência que pode ajudar os professores no processo de ensino e aprendizagem, queremos que o profissional da educação esteja consciente de que o nosso cérebro é responsável por todas as funções do nosso corpo. Precisamos trabalhar todos os pontos principais das funções neuronais e, assim, conseguiremos pensar em uma aula que contemple todas as funções e com a ajuda do professor.

Com relação às práticas pedagógicas, Santos e Souza (2016) mencionam que conhecer os estudos da neurociência possibilita ao professor identificar os períodos sensíveis para a aprendizagem, entendidos como “janelas de oportunidades”. Tratam-se de épocas em que o cérebro está sendo estimulado para a aprendizagem, já que são períodos em que existe um favorecimento de conexões entre as distintas áreas cerebrais e os processos cognitivos, promovidos também por estratégias de aprendizagem pensadas para cada objetivo pedagógico.

O conhecimento sobre esses períodos facilitará com que o professor explore essas oportunidades em suas práticas pedagógicas ao promover, por exemplo, uma atividade de leitura, a aprendizagem de um conceito matemático, a assimilação de um conceito geográfico, a preparação para o desenvolvimento de uma atividade escrita, entre outras situações (SANTOS; SOUZA, 2016).

Trata-se então de estratégias elencadas pelo professor durante as suas aulas que estimulam o Sistema Nervoso Central, que

“(…) por meio de estímulos externos, a fim de facilitar as sinapses como o uso de jogos e de músicas em sala de aula, que estimulem várias funções mentais, frisando que atividades prazerosas, lúdicas e desafiadoras também fortalecem as sinapses (SANTOS; SOUZA, 2016, p.7).”

Na mesma direção, Guerra (2011) menciona que os conhecimentos da Neurociência permitem ao professor pensar em estratégias pedagógicas adaptadas às teorias da Educação. Aqui, a autora menciona como exemplo disso, as alternativas em transformar os planos de ensino, os métodos, as didáticas, a estrutura física e até os materiais escolares. Então, mais que pensar apenas em “atividades práticas”, trata-se também em refletir sobre novas perspectivas educacionais considerando o contexto escolar vivido.

Sobre isso, Souza e Alves (2017, p. 322) também relacionam as práticas pedagógicas e sua relação com os conhecimentos da neurociência enquanto prática social.

“Compreendendo-se que o cérebro humano possa revitalizar (neuroplasticidade), têm-se outras possibilidades para trabalhar o processo de ensino e aprendizagem, já que o cérebro é dinâmico, tem a capacidade de mudar em resposta aos desafios da sociedade moderna. Essa visão permite mudanças nas ações dos educadores

compreendendo que nada é determinante, podendo-se obter resultados cada vez melhores a partir de novas práticas pedagógicas.

A atividade docente é prática social complexa, que combina conhecimentos, habilidades, atitudes, expectativas e visões de mundo condicionadas pelas diferentes histórias de vida dos professores. É, também, bastante influenciada pela cultura das instituições onde se realiza.”

Portanto, o papel da escola é conduzir o trabalho educativo para níveis de desenvolvimento ainda não alcançados e, sendo assim, o professor deve impulsionar o aluno para novas conquistas, estimulando a cognição de maneira inteligente e estratégica. Conseguimos agora compreender o quão é importante a intervenção do professor na vida da criança.

#### IV. CONCLUSÃO

A Neurociência se apresenta como uma possibilidade de trabalho na educação, pois ela nos permite a reflexão sobre a importância dos seus conhecimentos nas intervenções pedagógicas planejadas pelo professor, de forma a contribuir para o processo de ensino e aprendizagem dos alunos.

Ao conhecer os processos de desenvolvimento cognitivo e motor do aluno, o professor pode auxiliá-los a romper muitas barreiras que dificultam sua aprendizagem. O ensinar vai além de passar o conteúdo do currículo escolar, mas é também entrar juntamente com a criança em terrenos ainda desconhecidos para ela.

Isso pode acontecer quando o professor, ao saber dos conhecimentos da Neurociência, busca planejar intervenções que oportunizem ações diversas, como as de interação com os colegas que, conseqüentemente, geram uma troca maior com o meio. Sendo assim, mais propostas de desenvolvimento motor, cognitivo e social podem ocorrer por meio das práticas pedagógicas.

O ser humano aprende quando adquire habilidades e novas práticas para se adaptar ou resolver problemas. A aprendizagem é de suma importância para a sobrevivência do ser humano e aprendemos todos os dias novos caminhos, por meios de novas estratégias, sempre com novas iniciativas. Como professores precisamos ter em mente que proporcionar a aprendizagem aos alunos não é somente ensinar o que eles ainda não sabem, mas é ensiná-los a viver dia após dia.

De fato, o auxílio da Neurociência no processo de aprendizagem traz uma vasta modificação na maneira de pensar dos profissionais na área da Educação. Com ela conseguimos redirecionar o aprendizado tornando mais significativo para os alunos, mostrando que aprender não é memorizar conteúdos apenas, mas ressignificá-los. Uma das tarefas do professor, então, é Oportunizar situações que estimulem todo esse processo.

#### V. REFERÊNCIAS

ALVAREZ, M. L. O papel dos cursos de letras na formação dos professores de línguas: ontem, hoje e sempre. In: SILVA, Kleber Aparecido da. (Org.). **Ensinar e aprender línguas na Contemporaneidade**: linhas e entrelinhas. Campinas: Pontes Editores, 2010. p. 235-255.

BEAR, M. F.; CONNORS, W. B.; PARADISO, A. M.; **Neurociências desvendando o sistema nervoso**. Porto Alegre: Artmed, 2017.

CARVALHO, F. A. H. Neurociências e Educação: uma articulação necessária na formação docente. **Trabalho, Educação e Saúde**, Rio de Janeiro, v.8, n.3, p.537-550, Fev.2011. Disponível em:

<https://www.scielo.br/j/tes/a/jScBCKb8ZwsGK3f9kZLgQmk/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 17. Out. 2021.

CORSO, H. Plasticidade Cognitiva e Cerebral no Desenvolvimento da Leitura e na Intervenção Psicopedagógica da Dislexia. In: ROTTA, N. T., BRIDI FILHO, C. A., BRIDI, F. R. S. (orgs.). **Plasticidade Cerebral e Aprendizagem: Abordagem multidisciplinar**. Porto Alegre: Artmed, p. 148-66, 2018.

COSENZA, R. M.; GUERRA, L. B. **Neurociência e Educação: como o cérebro aprende**. Porto Alegre: Artmed; 2015.

GONÇALVES, O. F. *et al.* A psicologia como neurociência cognitiva: implicações para a compreensão dos processos básicos e suas aplicações. **Análise Psicológica**, v.32, n.1 p.3-25, 2014. Disponível em: [http://publicacoes.ispa.pt/index.php/ap/article/view/836/pdf\\_1](http://publicacoes.ispa.pt/index.php/ap/article/view/836/pdf_1). Acesso em: 17. Out. 2021.

GROSSI, M. G. R.; LOPES, A. M.; COUTO, P. A.; A Neurociência na formação de professores: um estudo da realidade brasileira. **Revista da FAEEDBA – Educação e Contemporaneidade**, Salvador, v.23, p. 27-40, jan/jun. 2014. Disponível em: <https://www.revistas.uneb.br/index.php/faeeba/article/view/821>. Acesso em: 17. Out. 2021.

GUERRA, L. B. O diálogo entre a neurociência e a educação: da euforia aos desafios e possibilidades. **Revista Interlocução**, v.4, n.4, p.3-12, Jun./2011. Disponível em: [https://www2.icb.ufmg.br/neuroeduca/arquivo/texto\\_teste.pdf](https://www2.icb.ufmg.br/neuroeduca/arquivo/texto_teste.pdf). Acesso em: 17. Out. 2021.

HERCULANO-HOUZEL, S. **Neurociências na educação**. Belo Horizonte: Cedic, 2010.

MACHADO, A. B. M.; HAERTEL, L. M. **Neuroanatomia funcional**. 3.ed. São Paulo: Atheneu, 2013.

MANDARINO, A.; MACHADO, R. S.; MELLO-CARPES, P. B. Os neurônios visitam a escola: uma estratégia de popularização da neurociência. **Experiência**, Santa Maria, v.4, n.2, p.80-96, Ago./Set. 2018. Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/experiencia/article/view/35088/xml>. Acesso em: 17. Out. 2021.

MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. **Fundamentos de metodologia científica**. São Paulo: Atlas, 2003.

MASCARELLO, L. J. Estudos da neurociência: a aprendizagem da escrita e da leitura. **Revista Sodebras [on line]**, n.13, v.12, p. 108-112, Nov./ 2017. Disponível em: <http://www.sodebras.com.br/edicoes/N143.pdf>. Acesso em: 17. Out. 2021.

MIETTO, V. L. S. **Bases neurais que envolvem o processamento da leitura e escrita**. 2010. 81 f. Trabalho de conclusão de Curso (Especialização em Neurociência Pedagógica) – Universidade Cândido Mendes, Rio de Janeiro.

MUNIZ, I. **Neurociência e os exercícios mentais: estimulando a inteligência criativa**. Rio de Janeiro: Wak, 2014.

PANTANO, T.; ZORZI, J. L. **Neurociência aplicada à aprendizagem**, São José dos Campos: Pulso, 2009.

PEREIRA, M. M. A. A leitura na perspectiva do sistema scliar de alfabetização. **Revista Sodebras [on line]**, n.137, v.12, p. 58-62, Mai./ 2017. Disponível em: <http://www.sodebras.com.br/edicoes/N137.pdf>. Acesso em: 17. Out. 2021.

PIA, H. W. Plasticity of the central nervous system- a neurosurgeon's experience of cerebral compensation and decompensation. **Acta Neurologica**, v.77, p. 81-102, 1985. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/4072784/>. Acesso em: 17. Out. 2021.

PRODANOV, C. C.; FREITAS, E. C. **Trabalho científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico**. 2. ed. Novo Hamburgo: FEEVALE, 2013.

SANTOS, C. P.; SOUSA, K. Q. S. A neuroeducação e suas contribuições às práticas pedagógicas contemporâneas. In: 8º Encontro Internacional de Formação de Professores. 9º Fórum Permanente de Inovação Educacional. **Anais**. 2016. Disponível em: <https://eventos.set.edu.br/enfope/article/viewFile/1877/777>. Acesso em: 17 out. 2021.

SILVA, T. M. G. *et al.* Crianças com dificuldade de aprendizagem: literatura e promoção da saúde. **Revista Sodebras [on line]**, n.164, v.14, p. 9-14, Ago./ 2019. Disponível em: <http://www.sodebras.com.br/edicoes/N164.pdf>. Acesso em: 17. Out. 2021.

SOUSA, A. M. O. P.; ALVES, R. R. N. A neurociência na formação dos educadores e suas contribuições no processo de aprendizagem. **Revista Psicopedagogia**, v.34, n.105, p. 320-331, 2017. Disponível em: <http://pepsic.bvsalud.org/pdf/psicoped/v34n105/09.pdf>. Acesso em: 20. Set. 2021.

TABACOW, L. S.; **Contribuições da Neurociência Cognitiva para a Formação de Professores e Pedagogos**. 2006. 264 f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Centro de Ciências Sociais Aplicadas, Pontifícia Universidade Católica – PUC, Campinas.

## VI. COPYRIGHT

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

**CONSTRUINDO O CONCEITO DE INCLUSÃO EM  
EDUCAÇÃO – TECENDO COMPARAÇÕES ENTRE AS  
CONCEPÇÕES DA COMUNIDADE EDUCACIONAL DE UMA  
ESCOLA DE GOVERNO E DE UM INSTITUTO FEDERAL  
BRASILEIROS**

*BUILDING THE CONCEPT OF INCLUSION IN EDUCATION -  
WEAVING COMPARISONS BETWEEN THE CONCEPTIONS OF  
THE BRAZILIAN EDUCATIONAL COMMUNITIES OF A SCHOOL  
OF GOVERNMENT AND A FEDERAL INSTITUTE*

Sandra Cordeiro de Melo<sup>1</sup>  
Mônica Pereira dos Santos<sup>2</sup>  
Mylene Cristina Santiago<sup>3</sup>

*Resumo – Este artigo tem o objetivo de construir o conceito de inclusão em educação junto a uma equipe de professores e técnicos-administrativos de uma Escola de Governo e com professores de um Instituto Federal brasileiros. Após um período de estudos e discussões sobre inclusão, perguntou-se sobre o que cada participante entendia por inclusão. As respostas foram codificadas e categorizadas e então analisadas com base na perspectiva omnilética de análise. O estudo evidenciou o movimento de conceituação dos princípios de inclusão e oportunizou aos participantes analisarem e entenderem suas prioridades de inclusão, a partir de suas expectativas e demandas locais. Igualmente, apontou para inclusão como um fenômeno que, por ser processual, possui dinâmicas tais que tornam impossível defini-lo de forma universal.*

*Palavras-chave: Inclusão em Educação. Formação de Professores. Concepções.*

*Abstract – The present paper aims to build the concept of inclusion together with two teams of teachers and technical-administrative staff of a Government School and a Federal Institute in the Southwestern and North Regions of Brazil, respectively. After a period of studies and discussions on inclusion, we asked about what each participant understood by inclusion. The answers were coded and categorized and then analyzed based on the omnilectical perspective of analysis. The study showed the movement to conceptualize the principles of inclusion was an opportunity for the participants to analyze and understand their inclusion priorities, based on their local expectations, and demands. It also pointed to*

<sup>1</sup> Universidade Federal do Rio de Janeiro. Contato: sandracmello@gmail.com.

<sup>2</sup> Universidade Federal do Rio de Janeiro. Contato: monicapes@gmail.com.

<sup>3</sup> Universidade Federal de Juiz de Fora. Contato: mylenesantiago87@gmail.com.

*inclusion as a processual phenomenon which dynamics make it impossible to have it defined universally.*

**Keywords:** *Inclusion in Education. Teacher Education. Conceptions.*

## I. INTRODUÇÃO

Este artigo tem por objetivo desenvolver o conceito de inclusão em duas instituições de educação, uma em um estado da região Norte e outra em um estado da região Sudeste, considerando que tal conceito não se esgota no seu significado semântico, mas se amplia e se complexifica a medida em que toma para si aspectos particulares e locais dos ambientes pesquisados.

A investigação foi realizada nos anos de 2013 e 2014, como parte da pesquisa Inclusão na Administração Pública, no âmbito de um convênio de cooperação educacional, técnica e científica estabelecida entre um órgão da administração direta de um Estado da região Sudeste e a Universidade Federal do Rio de Janeiro. Neste estado, a pesquisa foi realizada com a equipe de 25 professores e técnico-administrativos vinculados ao órgão da administração direta conveniado, e no Estado da região Norte, com 19 professores de um Instituto Federal (IF). Cumpre informar que no período da pesquisa não havia obrigatoriedade de aprovação pelo comitê de ética em pesquisa. Contudo, ressaltamos que a despeito disso garantimos os cuidados éticos necessários a qualquer pesquisa que envolva seres humanos, como o Registro de Consentimento Livre e Esclarecido (Resoluções CEP/Conep 466/2012 e CEP/Conep 510/2015) e os Termos de Uso de Imagem e Voz.

Nestes dois *settings*, foi desenvolvido um seminário sobre os princípios da inclusão em educação. Após um período de estudos e discussões, uma atividade foi realizada, na qual perguntou-se sobre o que cada participante entendia por inclusão. Como respostas, foram levantadas diversas palavras, espontaneamente. Tais palavras foram analisadas, codificadas e categorizadas com base na perspectiva omnilética de análise de Santos (2013, 2020), Brito e Santos (2018); Santiago, Santos e Melo (2017), Santos, Santiago e Melo (2018), Santos, Lima, Almeida (2018).

Para fins deste artigo, as questões que se colocam são: 1 - Como se define o conceito de inclusão em educação em contextos diferentes, com demandas diferentes? E, a partir de sua conceituação, pode-se traçar caminhos mais seguros para o desenvolvimento de culturas, políticas e práticas de inclusão nestas instituições?

## II. METODOLOGIA

### *2.1 - A Perspectiva Omnilética dos Estudos Sobre Inclusão*

A perspectiva omnilética se apresenta como uma maneira de compreender a dialeticidade e complexidade com que as dimensões culturais, políticas e práticas presentes nos discursos se apresentam e se entrelaçam. A perspectiva omnilética, segundo Santos (2015), possui três bases categoriais: a tridimensionalidade, a dialética e a complexidade. Ela se constitui em “uma forma de se perceber os fenômenos humanos e sociais como caracterizados tridimensionalmente, e em que as dimensões se relacionam dialética e complexamente” (SANTOS, 2015, p. 60).

A tridimensionalidade é inspirada na obra de Booth e Ainscow (2011), que propõem que para que se promova a inclusão no mundo, é preciso que se lide, ao mesmo tempo, com três dimensões da vida: a Cultural, que representa o que construímos por valores, representações, justificativas de mundo, crenças arraigadas, modos de perceber a vida; a Política, que para os autores, liga-se à organização de todo apoio que se precise para que a inclusão seja promovida, que perpassam os campos

atitudinais e operacionais-administrativos que partem desde as leis, decretos e declarações, até as intenções que, explicitadas em diretrizes, têm por objetivo orientar as práticas cotidianas; e a das Práticas, que referem-se a tudo o que somos e fazemos, seja concreta ou abstratamente. Falar, pensar, fazer, organizar, imaginar, sonhar, planejar, entre outros. Todos os verbos que executamos são da ordem das práticas.

Cabe ressaltar que, embora para os autores supramencionados, a dimensão das culturas costuma ser a mais basilar, devendo ser o primeiro foco caso se queira promover transformações ‘inclusivas’, na perspectiva omnilética ela possui o mesmo peso em importância do que as outras. Não há por onde começar a mudança primeiro. É preciso sempre que as três estejam envolvidas. O sobrepeso de uma em detrimento das outras, quando há, é sempre provisório e temporário, tamanho o dinamismo das arenas sociais, da vida humana. Neste sentido e de acordo com Morin (2012, p. 15):

“A realidade social é multidimensional; ela comporta os fatores geográficos, econômicos, técnicos, políticos, ideológicos... Num dado momento, alguns destes fatores podem ser dominantes, mas existe rotatividade no domínio. A dialética não caminha sobre os pés nem sobre a cabeça; ela gira, pois é antes de tudo jogo de inter-retro-ações, isto é, elo em perpétuo movimento.

Além disso, nesta perspectiva, todas as dimensões influenciam e se interpenetram, ajustando-se a todo o momento de forma dialética e complexa. Tal movimento pode ser identificado como a “suprassunção” de um estágio anterior em uma complexidade cada vez maior (MÉSZAROS, 2013, p.33).

A dialética, como base categorial da análise omnilética, se encontra na perspectiva de Lukács, com a ideia de que:

a sociedade é um complexo extraordinariamente complicado de complexos, no qual existem dois polos opostos. De um lado há a totalidade da sociedade, que em última instância determina as interações dos complexos individuais e, de outro há o homem individual complexo, que constitui uma unidade mínima irreduzível dentro do processo (MÉSZAROS, 2013, p. 46).”

De acordo com o autor, a relação entre o homem individual e a sociedade se estabelece dialeticamente a medida que este se configura como um exercício de reflexão/ação entre o particular e o geral, e entre o geral e o particular. Os interesses, as demandas, os desejos de um influenciando, alterando, ajustando os interesses, as demandas, os desejos de outro. Como alternativa à esta aparente contradição, o autor propõe “o trabalho da consciência sobre a consciência”. O autor assegura que “os contrastes dialéticos produzem um efeito de chiaroscuro: o efeito de uma complexidade de contornos vagos, sem solução” (MÉSZAROS, 2013, p. 50), porque em permanente mudança.

Relacionamos o conceito de omnilética ao entendimento de Lukács sobre a importância das categorias de “totalidade” e “mediação” para a compreensão do conceito de dialética.

A “totalidade social” sem “mediação” é como liberdade sem igualdade: um postulado abstrato - e vazio. A totalidade social existe por e nestas mediações multiformes, por meio das quais os complexos específicos - isto é, as “totalidades parciais” - se ligam uns aos outros em um complexo dinâmico geral que se altera e modifica o tempo todo (MÉSZAROS, 2013, p.58).

Na perspectiva omnilética a análise dos eventos sociais passa por esta dinâmica. Um determinado fato será analisado considerando suas mediações, por exemplo, o tempo, o lugar, os sujeitos envolvidos, as motivações, as culturas, as regras, as intenções, as ações. Sem as considerações destas mediações, que mudam a cada novo evento, e a cada novo

olhar sobre o evento, a análise se torna parcial, unidimensional. Para Lukács, o elemento animador do pensamento dialético é uma esperança, não uma certeza reconfortante.

A análise pós-moderna crítica de MORIN (2012, p. 11) propõe que uma “concepção simplista acredita que passado e presente são conhecidos, que os fatores de evolução são conhecidos, que a causalidade é linear, e, por conseguinte, que o futuro pode ser predito” (p. 11).

A conceito de complexidade de Morin (2012) se traduz em outra base categorial da análise omnilética, pois se encontra com a dinâmica tridimensional de Booth e Ainscow (2011) e com o pensamento dialético de Lukács (MÉSZAROS, 2013), reforçando a ideia de uma análise dinâmica, multidimensional, e que parte do pressuposto de que “o ser humano deve ser enriquecido de todas as suas contradições” (MORIN, 2012, p.8.). Para o autor, o pensamento deve ser dialógico, capaz de deixar fluir os contrários, que se complementam e se combatem (2012, p.8).

A concepção de complexidade supõe a evolução como “deriva, transgressão, criação; (como) feita de rupturas, perturbações, crises” (MORIN, 2012, p.17). Para Morin (2012), nada pode ser predito categoricamente, tudo deve ser conjecturado condicionalmente (p. 18). Neste sentido, o futuro pertence mais ao improvável do que ao provável e deve trazer a incerteza como resposta às nossas certezas.

A complexidade entendida como a gênese de todas as mediações sobre as análises, garante seu caráter incerto e inacabado. Em cada olhar pode-se considerar elementos variados, percebidos por quem os olha, e por este motivo mesmo inédito e único. Ao analista cabe definir, na medida do possível, tanto os elementos considerados em sua análise como aqueles não considerados, porém percebidos como mediadores.

Esta “lente” omnilética oportunizará o entrecruzamento de elementos mediadores no processo analítico, e produzirá um novo cenário, rico de contradições dialéticas e complexas.

## 2.2 – Construindo o Conceito de Inclusão

O contexto deste estudo tem por base, duas instituições públicas de educação, em um estado do Sudeste e outra em um estado do Norte. Cada uma com suas demandas específicas no que tange ao entendimento do conceito e às necessidades de desenvolvimento de culturas, políticas e práticas de inclusão.

Na região Norte, um campus do Instituto Federal que tem por objetivo ofertar e desenvolver cursos técnicos, criado em 2008, pelo decreto lei nº 11. 892, a partir de uma proposta do governo federal de expansão do ensino técnico e tecnológico em todo o país, que promove o ensino nos níveis básico, técnico e tecnológico, incluindo programas de formação e qualificação de trabalhadores, licenciaturas e cursos de pós-graduação lato e stricto sensu.

Na região Sudeste, uma escola de governo de um órgão fiscalizador que tem por objetivo formar os servidores públicos do estado para um modelo gerencial de administração pública, tendo como princípio regulador educar seus jurisdicionados para que prestem contas públicas adequadamente num princípio de educar para não punir<sup>4</sup>. Nesta escola a atividade foi dividida em duas turmas, uma composta de servidores que atuam como docentes e servidores que atuam como técnicos administrativos. Outra turma composta apenas de servidores que atuam na docência.

Em ambas as instituições foram desenvolvidos um seminário sobre a temática da inclusão, com a carga horária de 16 horas. Este artigo objetiva relatar as experiências nestes dois espaços e analisar os conceitos de inclusão construídos pelos participantes.

---

<sup>4</sup> Este assunto foi bastante discutido no artigo intitulado Inclusão na Administração Pública: educar para não punir (MELO, Sandra Cordeiro; SANTOS, Mônica Pereira; SANTOS, Monica, 2015)

### 2.3 - A proposta de atividade

O seminário buscou desenvolver o conceito de inclusão, tendo por princípio que tal conceito não se esgota em seu significado semântico, mas se caracteriza, principalmente, pelas características particulares de cada grupo. Neste sentido, a atividade desenvolvida em cada instituição se propôs a apresentar as possibilidades de apropriação do conceito de inclusão e a priorização do levantamento das particularidades de cada grupo. Para tanto, foi solicitado que os participantes evocassem palavras que significassem, para cada um, o conceito de inclusão. Contabilizamos as palavras evocadas para, a partir de sua frequência, identificarmos aquelas que se tornariam categorias e as que se tornariam unidades de sentido.

## III. RESULTADOS

### 3.1 – Na região Norte

Apresentamos, a seguir, as palavras evocadas pelo grupo da região Norte e suas respectivas frequências de ocorrência:

Tabela 1 – Palavras evocadas e respectivas frequências de evocações

<b>Frequência de Evocações</b>	<b>Palavras evocadas</b>
8	Respeito
6	Aceitação
5	Igualdade
4	Participação
2	Conhecimento, diálogo, direito, diversidade, integração, interdisciplinaridade, oportunidade, ouvir, reflexão, resistência, sensibilidade
1	Abertura, acolhimento, aprendizagem, compartilhar, compreensão, conscientização, cotas, defesa dos direitos, diversidade cultural, entrosamento, equidade, família, fazer pedagógico, igualdade de condições, lealdade, oportunidade de conhecimento, respeito à participação, sensibilização inclusiva, socialização, trocar, valores, valorização, vontade

Após este exercício de evocação, solicitamos aos participantes que, a partir das quatro palavras que compunham as categorias, reunissem as demais como unidades de sentido destas categorias.

Tabela 2 – Organização das categorias e unidades de sentido

<b>Categorias</b>	<b>Unidades de sentido</b>
Respeito	Diversidade, escuta (ouvir), família, respeito à participação, diversidade cultural, valores, vontade
Aceitação	Sensibilidade, reflexão, interação, abertura, sensibilização inclusiva, valorização, compreensão, acolhimento, lealdade.
Igualdade	Direito, existência, conscientização, compartilhar, trocar, cotas, igualdade de condições, defesa dos direitos, equidade.
Participação	Diálogo, Interdisciplinaridade, Integração, Conhecimento, Oportunidade de Conhecimento, Oportunidade, Aprendizagem, Socialização, Resistência, Entrosamento, Fazer Pedagógico.

Em seguida solicitamos ao grupo que identificassem as dimensões referentes à cada categoria, buscando caracterizá-las como Culturas (a dimensão dos valores), Políticas (a dimensão das regras, leis, intenções) e Práticas (a dimensão da ação).

Tabela 3 – Reorganização das categorias e unidades de sentido conforme as 3 dimensões

<b>Categorias</b>	<b>Unidades de sentido</b>
Respeito (Culturas)	Diversidade, escuta (ouvir), família, respeito à participação, diversidade cultural, valores, vontade
Aceitação (Culturas)	Sensibilidade, reflexão, interação, abertura, sensibilização inclusiva, valorização, compreensão, acolhimento, lealdade.
Igualdade (Políticas)	Direito, existência, conscientização, compartilhar, trocar, cotas, igualdade de condições, defesa dos direitos, equidade.
Participação (Práticas)	Diálogo, Interdisciplinaridade, Integração, Conhecimento, Oportunidade de Conhecimento, Oportunidade, Aprendizagem, Socialização, Resistência, Entrosamento, Fazer Pedagógico.

Por fim, nesta dinâmica o grupo identificou que o conceito de inclusão tem a ver com culturas de respeito e aceitação, políticas de igualdade e práticas de participação.

### 3.2 - Na região Sudeste

Na turma 1, composta por servidores que atuam como docentes e aqueles que atuam como técnicos administrativos na escola, as palavras evocadas foram as seguintes:

Tabela 4 – Palavras evocadas e respectivas frequências de evocações

<b>Frequência de Evocações</b>	<b>Palavras evocadas</b>
9	Participação
8	Acesso
3	Educação, conhecimento
2	Orçamento participativo, controle social, liberdade de expressão, transparência, conselhos municipais, audiências públicas, culturas, cidadania, políticas/legislação, isonomia, oportunidade, comunicação
1	Eficácia, diversidade, simplicidade, funcionalidade, circularidade, proatividade, discussão acadêmica, debate social, ética, credibilidade, motivação, pluralidade, plano diretor, responsabilidade social, justiça, equidade, democracia, decisão, efetividade, poder, saúde, intencional, colaboração, integração, reflexão, lazer, diálogo, solidariedade, exposição, transformação, perspectiva, respeito, infraestrutura, bem comum, superação, processo, conscientização, altruísmo, agilidade, concretização, retórica.

Após este exercício de evocação, como na região Norte, solicitamos aos participantes que, a partir das quatro palavras que compunham as categorias, reunissem as demais como unidades de sentido destas categorias.

Tabela 5 – Organização das categorias e unidades de sentido

<b>Categorias</b>	<b>Unidades de sentido</b>
Participação	Colaboração, decisão, credibilidade, liberdade de expressão, proatividade, motivação, pluralidade, respeito, comunicação, processo, cultura, circularidade, superação, perspectiva.
Acesso	Equidade, Integração, Agilidade, Oportunidade, Diálogo, Legislação, Políticas, Transparência
Educação	Democracia, Solidariedade, Isonomia, Diversidade, Simplicidade, Bem Comum, Discussão Acadêmica, Saúde, Lazer, Ética, Intencionalidade, Conscientização, Cidadania
Conhecimento	Poder, Reflexão, Justiça, Transformação, Altruísmo, Concretização, Retórica, Eficácia, Efetividade, Funcionalidade, Orçamento Participativo, Controle Social, Responsabilidade Social, Plano Diretor, Conselhos Municipais, Audiências Públicas, Debate Social, Infraestrutura, Exposição.

Em seguida solicitamos ao grupo que identificassem as dimensões referentes à cada categoria, buscando caracterizá-las como Culturas (a dimensão dos valores), Políticas (a dimensão das regras, leis, intenções) e Práticas (a dimensão da ação).

Tabela 6 – Reorganização das categorias e unidades de sentido conforme as 3 dimensões

<b>Categorias</b>	<b>Unidades de sentido</b>
Participação (Culturas)	Colaboração, decisão, credibilidade, liberdade de expressão, proatividade, motivação, pluralidade, respeito, comunicação, processo, cultura, circularidade, superação, perspectiva
Acesso (Culturas)	Equidade, integração, agilidade, oportunidade, diálogo, transparência, políticas legislação.
Educação (Políticas)	Democracia, solidariedade, isonomia, diversidade, simplicidade, bem comum, discussão acadêmica, saúde, lazer, ética, intencionalidade, conscientização, cidadania
Conhecimento (Práticas)	Poder, reflexão, justiça, transformação, altruísmo, concretização/retórica, eficácia, efetividade, funcionalidade, orçamento participativo, controle social, plano diretor, responsabilidade social, conselhos municipais, audiências públicas, debate social, infraestrutura, exposição.

Por fim, nesta dinâmica o grupo identificou que o conceito de inclusão tem a ver com culturas de participação, políticas de acesso e práticas de educação e conhecimento.

Na turma 2, composta exclusivamente por servidores que atuam como docentes na escola, as palavras evocadas foram as seguintes:

Tabela 7 – Palavras evocadas e respectivas frequências de evocações

<b>Frequência de Evocações</b>	<b>Palavras evocadas</b>
17	Participação
10	Transparência
5	Conhecimento, coragem, responsabilidade
4	Poder
3	Liberdade, acesso, compreensão, transformação,
2	Vivência, troca, vontade, reciprocidade
1	Democracia, direito, esfera pública, consciência, desvelar, plebiscito, referendo, atenção, comunicação, evolução, interesse, humildade, tensão, iniciativa, circularidade

Após este exercício de evocação, como na região Norte e na turma 1, solicitamos aos participantes que, a partir das cinco palavras que compunham as categorias, reunissem as demais como unidades de sentido destas categorias.

Tabela 8 – Organização das categorias e unidades de sentido

<b>Categorias</b>	<b>Unidades de sentido</b>
Participação	Direito, plebiscito, referendo, acesso, democracia
Transparência	Comunicação, liberdade, esfera pública
Conhecimento	Circularidade, reciprocidade, desvelar, transformação, evolução, poder, troca
Coragem	Vivência, atenção, compreensão, humildade, tensão, vontade, iniciativa
Responsabilidade	Interesse, consciência

Em seguida solicitamos ao grupo que identificassem as dimensões referentes à cada categoria, buscando caracterizá-las como Culturas (a dimensão dos valores), Políticas (a dimensão das regras, leis, intenções) e Práticas (a dimensão da ação).

Tabela 9 – Reorganização das categorias e unidades de sentido conforme as 3 dimensões

<b>Categorias</b>	<b>Unidades de sentido</b>
Participação (Políticas)	Direito, plebiscito, referendo, acesso, democracia
Transparência (Práticas)	Comunicação, liberdade, esfera pública
Conhecimento (Culturas)	Circularidade, reciprocidade, desvelar, transformação, evolução, poder, troca
Coragem (Culturas)	Vivência, atenção, compreensão, humildade, tensão, vontade, iniciativa
Responsabilidade (Práticas)	Interesse, consciência

Por fim, nesta dinâmica o grupo identificou que o conceito de inclusão tem a ver com culturas de conhecimento e coragem, políticas de participação e práticas de transparência e responsabilidade.

### 3.3 - Tecendo comparações

Os conceitos de inclusão construídos apontam caminhos que, institucionalmente, devem ser seguidos para o aprimoramento de culturas, políticas e práticas de inclusão. Neste sentido, para a instituição da região Norte, será fundamental que se desenvolvam culturas de respeito e de aceitação, políticas de igualdade e práticas de participação junto à sua comunidade. Assim como para a escola de governo, no que tange a turma 1, os dados apontam para a necessidade de se desenvolver culturas de participação, políticas de acesso e práticas de educação e conhecimento. Para a turma 2, a necessidade se intensifica no desenvolvimento de culturas de conhecimento e coragem, políticas de participação e práticas de transparência e responsabilidade.

As categorias levantadas, tanto na região Norte como na região Sudeste apontam para as fragilidades institucionais, ou seja, porque surgiram como categorias, precisam ser trabalhadas.

### *3.4 – Na região Norte*

Para o instituto federal, o conceito de inclusão tem a ver com culturas de respeito e aceitação, políticas de igualdade e práticas de participação. Supõe-se que a inclusão pensada e trabalhada neste espaço seja prioritariamente a inclusão do indígena, e em menor grau, do estrangeiro - estudantes e até professores que chegam ao instituto, vindos das diversas regiões do país, e do sujeito com alguma deficiência.

As categorias Respeito e Aceitação foram entendidas como inerentes a dimensão dos valores que precisam ser desenvolvidos na busca pelos ideais inclusivos. Respeito à diversidade das culturas de sua comunidade, principalmente quando se trata da cultura indígena, sua língua, seus hábitos, suas famílias. Aceitação no sentido do acolhimento do aluno, da sensibilidade no trato, da interação sem barreiras, da valorização de sua comunidade.

A categoria Igualdade foi entendida como inerente à dimensão das políticas que precisam ser elaboradas para que o instituto se aproxime dos ideais inclusivos. Criar políticas internas que garantam a igualdade dos membros de sua comunidade como sujeitos de direito que são. Políticas que garantam igualdade de condições de acesso e permanência no instituto, assim como aquelas que defendam o direito de todos à educação. Esta categoria ainda chama a atenção para a criação de políticas de conscientização das diferenças e de afirmação como as cotas.

A categoria Participação foi entendida como inerente à dimensão das práticas que devem ser desenvolvidas neste processo de aproximação dos ideais inclusivos. Práticas de socialização, diálogo, entrosamento entre os diversos grupos. O fazer pedagógico passa pela interdisciplinaridade, integração e ampliação das oportunidades de conhecimento. Nesta categoria, ação também quer dizer resistência, que neste sentido supõe o fortalecimento das identidades culturais pelas práticas cotidianas do instituto.

### *3.5 – Na região Sudeste*

Para a turma 1 da escola de governo o conceito de inclusão tem a ver com culturas de participação, políticas de acesso e práticas de educação e conhecimento. A categoria Participação foi entendida como inerente à dimensão dos valores que precisam ser desenvolvidos na busca pelos ideais inclusivos. Sendo assim, a escola de governo entende a necessidade de criar culturas de inclusão na forma de promover a colaboração entre o seu corpo técnico, docente e discente, apoiar e estimular a liberdade de expressão, a proatividade, o respeito mútuo, a comunicação franca, a circularidade das informações. Como valor a ser desenvolvido, a escola considera importante a visão de pluralidade, que favorece a ampliação da perspectiva sobre o potencial da sua atuação. Destaca a necessidade de promover ações que favoreçam o aumento da confiança de que todos podem e devem participar, em alguma medida, dos processos de tomada de decisão, gerando maior circularidade, arejando a gestão, superando antigos paradigmas.

A categoria Acesso foi entendida como inerente à dimensão das políticas que precisam ser produzidas na busca pelos ideais inclusivos. Para a escola, será de fundamental importância desenvolver políticas de acesso que garantam a equidade e a integração de todos, servidores e jurisdicionados. Políticas que oportunizem o diálogo e garantam a transparência, tanto das informações como das tomadas de decisões. Políticas que ofereçam oportunidades aos servidores e jurisdicionados de se desenvolverem profissionalmente, cognitivamente, pessoalmente e ainda, políticas que favoreçam a agilidade nos processos.

A categoria Educação foi entendida como inerente à dimensão das práticas que precisam ser desenvolvidas para concretizar os ideais inclusivos. Para tanto, educar significa transformar as práticas autoritárias e hierárquicas em ações cada vez mais democráticas e participativas, de forma a garantir a isonomia. Educar para a cidadania, para a solidariedade, para a diversidade, para o bem comum, para a conscientização de seus servidores e jurisdicionados. Ampliar as discussões acadêmicas sobre o seu papel institucional na promoção da saúde, da ética, do lazer de forma simples e intencional.

A categoria Conhecimento foi entendida como inerente à dimensão também das práticas, que precisam ser desenvolvidas para gerar um conhecimento que empodera, que autonomiza, que gera reflexão e transformação. Conhecimento que tem por norte a justiça, que concretiza as culturas e as políticas almejadas, que seja funcional, efetivo e eficaz para a administração pública, que oportunize a prática cidadã do controle social, da responsabilidade social, do altruísmo, da exposição de ideias. Conhecimento que garanta uma infraestrutura adequada ao trabalho e à vida humana, e que favoreça a prática do debate social, representado nas ações dos conselhos municipais, do orçamento participativo, do plano diretor, das audiências públicas.

Para a turma 2 da escola de governo, o conceito de inclusão tem a ver com culturas de conhecimento e coragem, políticas de participação e práticas de transparência e responsabilidade.

Para esta turma, as categorias Participação e Poder foram entendidas como inerente à dimensão das políticas que precisam ser propostas para que a escola de governo desenvolva processos de inclusão. Políticas de participação, que garantam o direito e ampliem os mecanismos de acesso de todas as pessoas, servidores, jurisdicionados ou cidadão, às esferas institucionais. Políticas de empoderamento social que reafirmem processos democráticos, inclusive aqueles como plebiscito e referendo.

As categorias Transparência, Responsabilidade e Compreensão foram entendidas como inerentes às dimensões das práticas que precisam ser desenvolvidas para concretizar os ideais inclusivos. Tornar mais transparente e livre os processos comunicativos dentro e fora da instituição, incluindo a esfera pública por meio da participação cidadã, se traduz como ação fundamental para a promoção da inclusão, assim como buscar de cada sujeito o comprometimento acerca de suas responsabilidades individuais e coletivas, com o interesse pelas ações da instituição desenvolvendo continuamente a consciência pública.

As categorias Conhecimento, Coragem, Liberdade, Acesso e Transformação foram entendidas como inerentes à dimensão das culturas, demonstrando o interesse da instituição em desenvolver em seus membros, valores inclusivos que oportunizem a circulação de ideias, informações, pessoas, considerando as trocas recíprocas entre pares. Gerar uma cultura de conhecimento supõe, para este grupo, trazer à tona o que estava oculto, transformar por meio de novas ideias os processos da administração pública, evoluir e finalmente, desenvolver culturas de conhecimento significa empoderar os sujeitos participantes.

Para este grupo, para além das culturas de conhecimento, o desenvolvimento de valores como a coragem supõe o incentivo à iniciativa pessoal, às vivências individuais, às vontades e motivações de cada sujeito e de todo o grupo. Para eles, encorajar o espírito atento, compreensivo e humilde, principalmente quando se trata de instituições de controle, parece ser um passo em direção do estabelecimento de práticas públicas mais inclusivas. Para este grupo, valorizar a coragem como elemento fundamental na busca por uma instituição mais inclusiva demanda o reconhecimento das tensões presentes nesta empreitada.

A evocação de tais palavras evidencia uma compreensão bem ampla do conceito de inclusão para a administração pública. Tais palavras mostram o anseio em modificar práticas atuais e possibilitar maior autonomia e emancipação aos atores sociais envolvidos.

Pode-se entender que a adoção do conjunto de unidades de sentido descrito pelo grupo, resulta em novos paradigmas para a administração pública, pois rompe com as principais barreiras de gestão e autogestão identificadas nesse setor, que parecem ser a antítese dos conceitos evocados.

### *3.6 – Em busca dos ideais de inclusão*

Em uma análise comparativa, se no Instituto Federal as culturas de respeito e aceitação precisam ser desenvolvidas para que a instituição se aproxime dos ideais de inclusão, na escola de governo são as culturas de participação, conhecimento e coragem.

Esta análise considerou a premência da presença indígena e estrangeira no instituto da região Norte como um fator fundamental para esta demanda. O fato destas categorias terem sido reveladas denuncia a fragilidade desta instituição de ensino na interação com sua comunidade, sugerindo que quando se demanda respeito e aceitação é porque não se os tem adequadamente.

No que diz respeito à escola de governo, considerou-se que a busca pelo desenvolvimento de valores como os de participação, conhecimento e coragem sugere uma instituição verticalizada e ensurdecida às demandas de sua comunidade. No entanto, tal busca enuncia uma nova dinâmica, na qual encorajados e conscientes de seu papel institucional, a comunidade escolar deseja participar.

Seguindo com a análise, no que se refere às políticas de inclusão, no Instituto Federal, a categoria destacada foi a de políticas de igualdade. Este fato nos leva, novamente, ao sujeito indígena e ao estrangeiro, e seu lugar na comunidade acadêmica. Se, para o Instituto Federal, o caminho para uma prática mais inclusiva passa pela elaboração de políticas de igualdade, é porque estas ainda não existem. Por outro lado, para a escola de governo, com relação à dimensão das políticas, as categorias levantadas foram as de acesso e participação. Novamente a instituição pública se mostra em posição de defesa contra o acesso e a participação e, mais uma vez, sua comunidade parece apontar que o caminho para uma instituição mais inclusiva passa pela ampliação do acesso aos serviços oferecidos pela escola e ao desenvolvimento de políticas que legitimem a participação da comunidade no processo de tomada de decisões.

Com relação à dimensão das práticas, no Instituto Federal a categoria participação surgiu como uma necessidade concreta. Para este grupo, participar supõe ações efetivas no combate às exclusões. Na escola de governo surgiram quatro categorias, revelando a preocupação deste grupo com as ações que precisam ser realizadas: educação, conhecimento, transparência e responsabilidade. Neste sentido, a escola precisa desenvolver cada vez mais e melhor, sua prática educativa, reconhecer os conhecimentos necessários a serem desenvolvidos no contexto fluminense, atuar de forma transparente, em todas as suas esferas e agir de forma cada vez mais responsável socialmente.

## IV. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este artigo objetivou desenvolver o conceito de inclusão em duas instituições de educação, uma em um estado da região Norte e outra em um estado da região Sudeste, considerando que ao conceituar, cada instituição toma para si aspectos particulares e locais. Buscou-se responder a estas duas questões: Como se define o conceito de inclusão em educação em contextos diferentes, com demandas diferentes? E, a partir de

sua conceituação, pode-se traçar caminhos mais seguros para o desenvolvimento de culturas, políticas e práticas de inclusão nestas instituições?

Este estudo evidenciou o movimento de conceituação dos princípios de inclusão, e oportunizou aos grupos participantes analisarem e entenderem suas prioridades no desenvolvimento das culturas, políticas e práticas de inclusão, a partir de suas expectativas e demandas locais. A importância deste movimento está na possibilidade real de, pela reflexão ativa sobre os conceitos de inclusão em educação, objetivar ações coletivas que ampliem a participação e a inclusão de cada vez mais pessoas nestas instituições.

Os limites da pesquisa estão vinculados à participação de apenas duas instituições. Mesmo considerando que o estudo abarcou grupos de duas regiões bem diferenciadas, produzindo resultados passíveis de ricas interpretações, o fato de serem apenas dois dificultou um eventual interesse de alguma generalização desses dados.

Em contraposição, os benefícios da pesquisa incluem insights relativos à ideia de que a inclusão é situada historicamente e relativamente dependente do contexto social e institucional. Essa característica é um benefício por romper com a ideia de que inclusão seja um estado final e único ao qual se possa chegar, pois a ideia de um estado único, no mínimo, disfarça as diferenças e a diversidade, provocando mais exclusões.

O que se pode concluir, em relação à nossa primeira pergunta, é que não há, e nem poderá haver, uma definição única, universal, de inclusão. Como processo que defendemos que é, inclusão requer, inicialmente, tomada pessoal e coletiva de consciência a respeito das variadas exclusões que nos permeiam e atingem, cotidiana e sistemicamente.

No processo de tomada de consciência, fica clara a necessidade de se conhecer as diversas exclusões presentes, eleger as mais prementes como prioridade, planejar e executar ações de combate a elas e avaliar, continuamente, em que medida todo o processo atende às reflexões, demandas e planejamento efetivados ou se há necessidade de mudança de curso, inclusive de prioridade.

Em consequência, e retomando nossa segunda questão, não se pode afirmar pela segurança ou não de caminho algum, embora também não seja possível afirmar pela insegurança. Trabalhar em direção à inclusão requer coragem para ‘saltos no escuro’, por vezes. Ou seja, para se traçar e planejar caminhos desconhecidos, cruzando, como diria Morin, mares de incerteza na busca de algum equilíbrio que minimize as exclusões.

## V. REFERÊNCIAS

BOOTH, Tony e AINSCOW, Mel. **The Index for inclusion: developing learning and participation in schools**. London: CSIE, 2011.

BRITO, Leandro Teofilo; SANTOS, Mônica Pereira. Sexualidade e Inclusão no Espaço Escolar: Um Debate com Base na Perspectiva Omnilética. **Revista Latino Americana de Geografia e Gênero**, v. 9, n. 1, p. 5171,2018. ISSN 21772886.

MELO, Sandra Cordeiro; SANTOS, Mônica Pereira. Inclusão na Administração Pública: educar para não punir. In. CASTRO, Paula Almeida (Org.). **Inovação, Ciência e Tecnologia: desafios e perspectivas na contemporaneidade** (Livro Eletrônico). Campina Grande: Editora Realize, 2015. Pag. 67-85. ISBN: 978-85-61702-35-9.

MÉSZAROS, István. **O conceito de dialética em Lukács**. 1 ed. São Paulo: Boitempo, 2013.

- MORIN, Edgar. **Para onde vai o mundo?** 3 ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 2012.
- SANTIAGO, M. C., SANTOS, M. P., & MELO, S. C. (2017). Inclusão em educação: processos de avaliação em questão. **Ensaio: Avaliação e Políticas Públicas em Educação**, 25(96), 632-651. Epub February 06, 2017.
- SANTOS, Mônica Pereira dos. **Dialogando sobre inclusão em Educação: contando casos (e descasos)**. 2ed. Curitiba: CRV, 2013.
- SANTOS, Mônica Pereira dos; MELO, Sandra Cordeiro. Interseções na gestão da acessibilidade na educação básica e no ensino superior: um ensaio omnilético. **RPGE**– Revista on line de Política e Gestão Educacional, Araraquara, v. 23, n. esp. 1, p. 818-835, out. 2019 ISSN: 1519-9029. DOI: <https://doi.org/10.22633/rpge.v23iesp.1.13008>
- SANTOS, Mônica Pereira; SANTIAGO, Mylene Cristina; DE MELO, Sandra Cordeiro. Formação de professores frente ao desafio da diversidade pela lente omnilética: culturas, políticas e práticas em movimento. **Revista Linhas**. Florianópolis, v. 19, n. 39, p. 11-29, jan./abr. 2018.
- SANTOS, Mônica Pereira dos; LIMA, Carolina Barreiros de; ALMEIDA, Maicon Salvino Nunes de. Inclusão no ensino superior pela lente omnilética: um foco na formação docente. **RPGE**– Revista on line de Política e Gestão Educacional, Araraquara, v. 22, n. esp. 2, p. 825-839, dez., 2018. ISSN: 1519-9029. DOI: 10.22633/rpge.unesp.v22.nesp2.dez.2018.11915
- SANTOS, Mônica Pereira dos. **Inclusão, Direitos Humanos e Interculturalidade: uma tessitura omnilética**. In: Castro, Paula Almeida de (org.) Inovação, Ciência e Tecnologia: desafios e perspectivas na contemporaneidade. Campina Grande: Editora Realize, 2015.

## VI. AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao CNPq, pelo apoio financeiro a esta pesquisa.

## VII. COPYRIGHT

Direitos autorais: As autoras são as únicas responsáveis pelo material incluído no artigo.

## **A CONSTRUÇÃO DO CURRÍCULO NA PEDAGOGIA DA ALTERNÂNCIA: A EXPERIÊNCIA DA ESCOLA FAMÍLIA AGRÍCOLA DE NESTOR GOMES – SÃO MATEUS/ES**

### *THE CONSTRUCTION OF THE CURRICULUM IN THE PEDAGOGY OF ALTERNATION: THE EXPERIENCE OF THE SCHOOL FAMILY AGRICULTURAL NESTOR GOMES - SÃO MATEUS/ES*

Rosivânia de Melo<sup>1</sup>  
Adelar João Pizetta<sup>2</sup>

*Resumo - A construção do currículo na Pedagogia da Alternância pode ser algo muito comum para muitas pessoas, mas, para alguns, esse assunto traz dúvidas, inquietações, curiosidades. Por esse motivo, essa pesquisa busca compreender o meio que se usa para construir o currículo da Escola Família Agrícola do Km 41, do município de São Mateus ES, dentro das mediações propostas pela Pedagogia da Alternância. Este trabalho tem como objetivo principal investigar como se dá a implementação do currículo nesta escola, articulando com os objetivos específicos que são conhecer seu histórico e a dinâmica de funcionamento, analisar os documentos prescritos e sua relação com o currículo vivido e identificar possíveis concepções acerca do currículo no âmbito do conhecimento dos monitores. Para alcance desse propósito, houve a análise de documentos internos da Escola Família Agrícola do Km 41, pesquisa bibliográfica sobre a temática aqui atribuída e entrevista com alguns monitores escolares que atuam na instituição. Diante do estudo feito, viu-se que a Regional das Associações dos Centros Familiares de Formação em Alternância do Espírito Santo (RACEFFAES) é quem articula o currículo escolar por meio de temas geradores necessários a vida humana, propondo aos estudantes, famílias e comunidade um vínculo com a escola, valorizando a trajetória dos membros envolvidos. Desta forma, este estudo irá favorecer em forma de conhecimentos aos leitores que pretendem ter uma amplitude de saberes em relação a um currículo que segue as mediações da pedagogia da alternância.*

*Palavras-chave: Currículo. Alternância. Vivência.*

<sup>1</sup> Licenciada em Educação do Campo, com Habilitação em Ciências Humanas e Sociais - Universidade Federal do Espírito Santo. Contato: rosivaniademelo@gmail.com.

<sup>2</sup> Universidade Federal Do Espírito Santo. Contato: Adelar.pizetta@ufes.br.

*Abstract - The construction of the curriculum in the Pedagogy of Alternation may be something very common for many people, but for some, this subject brings doubts, concerns, curiosities. For this reason, this research seeks to understand the means used to build the curriculum of the Agricultural Family School of Km 41, in the municipality of São Mateus ES, within the mediations proposed by the Pedagogy of Alternation. This paper has as main objective to investigate how the implementation of the curriculum in this school takes place, articulating with the specific objectives that are to know its history and the dynamics of functioning analyze, the prescribed documents and its relationship with the curriculum lived and identify possible conceptions about the curriculum in the scope of the knowledge of the monitors. To achieve this purpose, there was the analysis of internal documents of the Agricultural Family School of Km 41, bibliographic research on the theme assigned here and interview with some school monitors working in the institution. In view of the study, it was seen that the Regional Associations of Family Centers for Formation in Alternation of The Holy Spirit (RACEFFAES) is the one who articulates the school curriculum through generating themes necessary for human life, proposing to students, families and community a bond with the school, valuing the trajectory of the members involved. Thus, this study will favor in the form of knowledge to readers who want to have a range of knowledge in relation to a curriculum that follows the mediations of the pedagogy of alternation.*

**Keywords:** Curriculum. Alternation. Experience.

## I. INTRODUÇÃO

Observando o contexto atual em que estão inseridos os estudantes do campo, é possível notar que o nível de escolaridade campesina tem aumentado consideravelmente nas últimas décadas. Se voltarmos nossos olhares para um período de aproximadamente cem anos atrás, veremos que eram muitas as dificuldades que os estudantes camponeses enfrentavam para terem acesso às escolas, devido à distância, já que a maioria das escolas eram urbanas e, também porque precisariam ajudar as famílias nas lavouras. Diante dessas situações muitos adolescentes e jovens se viam obrigados a abandonarem seus estudos ainda nas séries iniciais, seguindo uma vida simples e rotineira. Mas com a inserção da Pedagogia da Alternância em algumas escolas, abre-se possibilidades de jovens filhos/as de agricultores continuarem seus estudos sem necessidade de abandonar o campo.

A Pedagogia da Alternância surge na França em 21 de novembro de 1935, com a primeira Mason Familiare rurale (casa ou escola família rural), sendo de início um incentivo do Padre francês Abbé Granereau, que “[...] preocupou-se desde sua juventude com o desinteresse, por parte do Estado e da Igreja, frente ao problema do homem do campo” (NOSELLA, 2012, p. 45). A partir daquele momento era possível alternar entre semanas nos Centros Familiares de Formação em Alternância (CEFFA’s) e semanas com as famílias e trabalhos nas propriedades. Como um método único de ensino,

“[...] A partir da década de 1960 a Pedagogia da Alternância começa a se expandir pela Europa, Itália, Espanha e Portugal. Fora do continente europeu ela chega à África. Na América Latina, o Brasil é o primeiro país a desenvolver a experiência, a partir de 1969, no sul do Estado do Espírito Santo, tendo a experiência Italiana como interlocutora direta no processo de implantação (BEGNAMI, 2003, p. 30)”.

No Brasil a Pedagogia da Alternância é introduzida através do Jesuíta italiano Padre Humberto Pietrogrande, que tendo a Itália como incentivo, viu a necessidade de trazer escolas famílias agrícolas para o Espírito Santo, um estado com muitos imigrantes

italianos e alemães, que viviam em um baixo nível socioeconômico na área rural. Assim, em abril de 1968, criou-se o Movimento de Educação Promocional do Espírito Santo (MEPES), como entidade mantedora das Escolas Famílias Agrícolas (EFAs).

A partir de 1969, são criadas as primeiras EFAs no Espírito Santo, bem como a Escola Família Agrícola de Nestor Gomes, Km 41, no município de São Mateus, nosso *locus* de estudo e pesquisa, sendo criada em 1972, e que tem seu currículo articulado pela Regional das Associações dos Centros Familiares em Formação em Alternância do Espírito Santo (RACEFFAES), criada em 2003.

Diante desses aspectos mencionados, este trabalho tem como problemática a compreensão de como se dá o processo de produção do currículo na Escola Família Agrícola do Km 41. Pretende-se de maneira geral, investigar como se dá a construção e implementação do currículo na Escola Família Agrícola de Nestor Gomes Km 41, no âmbito da Pedagogia da Alternância.

O trabalho aqui descrito é resultante de uma pesquisa de Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) do curso de Licenciatura em Educação do Campo, com habilitação em Ciências Humanas e Sociais, na Universidade Federal do Espírito Santo, campus de São Mateus/ ES, em dezembro de 2020.

## II. PROCEDIMENTOS

Como meio metodológico para este trabalho, optamos por um estudo documental, pesquisa bibliográfica e trabalho de campo na Escola Família Agrícola do Km 41, município de São Mateus.

Essa pesquisa sendo bibliográfica, traz um diálogo entre vários autores abordam e interpretam o tema aqui atribuído de forma semelhante, através de seus estudos já publicados. A amplitude do desenvolvimento da Pedagogia da Alternância desde o seu surgimento até seu exercício nos tempos atuais fica bem explícitos nas falas dos autores.

Também foi feita uma análise documental com o Projeto Político Pedagógico (PPP) da escola, o Plano de Desenvolvimento Institucional das Escolas Famílias da Rede MEPES (PDI), assim como o Plano de Curso escolar e uma entrevista semiestruturada com alguns monitores que fazem parte do corpo docente da EFA do Km 41.

Com a entrevista buscou-se obter informações de acordo com as experiências dos monitores, auxiliando no entendimento com mais clareza no que diz respeito ao currículo da Pedagogia da Alternância trabalhado na escola.

Segundo Lakatos (2003, p. 196):

“A entrevista é importante instrumento de trabalho nos vários campos das ciências sociais ou de outros setores de atividades, como da sociologia, da antropologia, da psicologia social, da política, do serviço social, do jornalismo, das relações públicas, [...]”.

Os dados resultantes desse processo de investigação foi categorizado em forma de relatório, facilitando o desenvolvimento do conhecimento referente à produção do currículo na Pedagogia da Alternância e sua aplicação nas escolas do campo.

Para o desenvolvimento dessa pesquisa foram estudados autores como Paulo Freire, trazendo debates sobre a formação particular de cada indivíduo, assim como Tomaz Tadeu da Silva que, no seu livro “Documentos de identidade: uma introdução às teorias do currículo”, trata da questão do tipo de indivíduo que está sendo orientado de acordo com a preparação do currículo, bem como o que ele deve aprender e como esse conhecimento pode ser desenvolvido na práxis pedagógica.

Por sua vez, Arroyo (2013, p. 28) nos diz que: “[...] em todo processo de ensinar-aprender entramos mestres e alunos com nossa condição humana, com nossas

culturas, valores, medos, traumas, vivências, esperanças, emoções. Este é um dos avanços mais radicais em nossas identidades profissionais. [...]”.

As escolas que adotam o currículo da Pedagogia da Alternância possuem uma parceria com as famílias para que se comprometam em auxiliar os estudantes no período que se encontram fora da escola, dentro da realidade camponesa ou no ambiente de vivência, momento esse que faz parte do planejamento escolar, pois essa é uma fase de colocar em prática os saberes que foram aprendidos na escola, dando continuidade à sessão escolar, vinculando teoria com prática. Dessa forma:

“Conscientizar a família de seu papel e importância é fundamental para o sucesso da Pedagogia da Alternância. Não que a família não exerça seu papel, mas os pais, muitas vezes dentro da sua humildade não conseguem dimensionar e reconhecer a importância que os mesmos têm para tal. Tão pouco os estudantes conseguem perceber a riqueza de conhecimento popular presente no seu meio, tanto na família como na comunidade (FROSSARD, 2018, p. 100)”.

Com um currículo voltado para a vida cotidiana, a Pedagogia da Alternância desperta nos estudantes maior interesse pelos estudos por permitir que dividam com a família o que aprendem na escola e assim trocam experiências com as bagagens que trazem de suas vidas particulares, relacionando com os temas geradores do plano de curso que são fundamentados para formar sujeitos que sejam capazes de ter um olhar crítico de sua comunidade e com o seu meio social, tendo autonomia para que as mudanças sejam feitas para melhorar o ambiente e a sociedade em que se vivem.

Os saberes que cada estudante adquiriu na base familiar é o que levarão para a vida e a Pedagogia da Alternância reconhece esses valores, por isso não se interrompe esses aprendizados, mas os evolui, pois:

“uma das funções mais básicas do currículo é organizar esse acúmulo de conhecimentos produzidos pelo ser humano para entender o mundo, a história, conhecer-se, conhecer-nos, entender-nos [...]. (ARROYO, 2013, p. 285)”.

A metodologia aqui usada é para que esses indivíduos sintam intimidade com a escola, no qual seus conhecimentos serão incorporados e aprofundados no meio teórico escolar.

Para melhor afirmar o que já foi dito acima e ressaltar a importância da Pedagogia da Alternância, Frossard (2018, p. 28) ainda diz:

“Esse processo permite ao aluno [...] se construir e reconstruir como ser social e profissional, assim como estabelecer sua autoformação. A partir do momento que ele tem que conhecer os saberes da família e leva-lo para a escola e fazer o caminho inverso com o conhecimento da escola – sendo ele o responsável em apresentar em ambos os contextos o que está aprendendo – ele coloca-se em um processo de condução de sua própria aprendizagem. Ou seja, ocorre a autoformação ao se ver estimulado e capaz de aprender por si só novos saberes”.

Assim se espera do currículo no qual estamos investigando possa ser um mecanismo que leve à indagação, ao questionamento das mudanças que podem ser feitas no convívio familiar, social e escolar para melhorá-los. Assim,

“[...] como o currículo é sempre originário de uma seleção que define, na produção humana de conhecimentos e saberes, o que

deve ser desenvolvido para atingir determinado objetivo formativo e, portanto, ao mesmo tempo, o que será oculto nesse processo, a sua centralidade no debate dialoga com a necessidade de um projeto de transformação da sociedade” (CALDART, 2010, p. 30).

Por último, é relevante observar o que lemos em Silva (2019), que chama muito a atenção como uma definição do currículo:

“[...] o currículo tem significados que vão muito além daqueles aos quais as teorias tradicionais nos confinaram. O currículo é lugar, espaço território. O currículo é relação de poder. O currículo é trajetória, viagem, percurso. O currículo é autobiografia, nossa vida, *curriculum vitae*: no currículo se forja nossa identidade. O currículo é texto, discurso, documento. O currículo é documento de identidade (SILVA, 2019, p. 150)”.

Assim sendo, nota-se que o currículo vai muito além do que é ensinado e aprendido em uma sala de aula; vai muito além do *rol* de disciplinas e conteúdo a serem ministrados (prescrito). O currículo da Pedagogia da Alternância deixa muito claro, que tudo que vivemos na e para além da escola (vivido), nos forma, e os conhecimentos que adquirimos na escola, articulados com os conhecimentos advindos da prática social-agrícola, devem ser instrumentos para essa transformação da vida e da realidade. É o que podemos observar na sequência.

### III. RESULTADOS

Na busca por concepções de currículo dentro do quadro de monitores da escola, tivemos algumas respostas: O monitor 1, diz que entende o “currículo como todos os aspectos com potencialidade formativa que compõe o ambiente escolar, bem como todos os fatores externos a ele, mas que também operam em influenciar a relação ensino-aprendizagem dos estudantes”. Por sua vez o Monitor 2 afirma que o “currículo é a forma como a escola se organiza, as relações entre as pessoas, os símbolos, a estrutura da escola e também os conteúdos trabalhados pelos educadores”. Para a Monitora 3, “currículo é guia de estudos, voltado também para o cotidiano escolar, um espaço de reflexão e ação”. E por fim, a Monitora 4 diz que o “currículo é um trabalho que abrange a totalidade de experiência e cultura, é a referência para trabalhar os momentos de formação, é claro com uma base ideológica”.

Assim como as demais EFAs da região, a Escola Família Agrícola do Km 41 tem seu currículo orientado pela RACEFFAES, desta forma os educadores participam de oficinas para a elaboração dos temas geradores que devem estar voltados para o desenvolvimento da criança e do adolescente, tornando-os assim, curiosos e indagadores, construtores de sua própria história com autonomia. Segundo Freire (1996, p. 107) “[...] A autonomia vai se construindo na experiência de várias, inúmeras decisões, que vão sendo tomadas[...]”.

Por intermédio da pesquisa bibliográfica, observamos que o plano de curso, ou seja, o currículo, segue as mediações propostas pela Pedagogia da Alternância, sendo eles: plano de estudo, caderno da realidade, caderno de acompanhamento, visitas e viagens de estudo, atividades de retorno e visitas às famílias.

#### 3.1 - O Plano de estudo

Trata-se de uma das mediações mais importantes do plano de curso. Um relatório é feito a partir do tema gerador e levado a família para que seja desenvolvido uma

pesquisa que será convertida em forma de texto. Essa mediação vincula a família à escola, fazendo com que seja levado em consideração a realidade particular do estudante atribuída na pesquisa familiar e comunitária.

### *3.2 - O Caderno de acompanhamento*

Traz os dados pessoais do estudante, assim como calendários das aulas. Nele é registrado tudo que é feito na sessão escolar e familiar, desta forma a família passa a ter conhecimento do que é desenvolvido pelo estudante na escola. Funciona como um diário de vida.

### *3.3 - As Atividades de retorno*

Atividades que buscam soluções para melhorar a vida do estudante, trazendo questionamentos para que os problemas comunitários e familiares sejam resolvidos. Os estudantes levam para a família os conhecimentos que adquirem na escola.

### *3.4 - Visitas às famílias*

É um elo entre escola e família, que ambas passam a ser aliadas para entender os problemas vivenciados pelo estudante no período escolar e nos momentos familiares.

### *3.5 - Visitas e viagens de estudo*

Por visitas de estudo entende-se a saída da escola para comunidades e locais com a mesma realidade dos estudantes. Já as viagens de estudos levam a outros parâmetros diferentes, para que assim conheçam outras habilidades e novas experiências.

### *3.6 - O Caderno da realidade*

Uma pasta onde será sistematizadas as atividades elaboradas pelo estudante, como os textos de pesquisa do plano de estudo e outras atividades desenvolvidas dentro da realidade estudantil. No caderno da realidade é incluído textos, desenhos e relatórios.

A partir dessas mediações, temos em vista um currículo riquíssimo voltado para a realidade dos estudantes dos CEFFAs. E apesar desse currículo ser articulado pela RACEFFAES, os órgãos competentes da educação o analisam sempre que necessário. Segundo o diretor da Escola:

“A relação que é estabelecida acontece de forma indireta, ou seja, apresentemos nosso currículo quando exigido nos processos de renovação de curso da escola. Outra situação a ser mencionada é que nas visitas periódicas da Superintendência Regional de Educação de São Mateus (SRE – São Mateus), o documento é analisado, ainda que de forma superficial, se está de acordo com a Base Nacional Comum. Quando digo que a análise é de forma superficial, deve-se ao fato de que os técnicos da SRE não compreendem a estrutura curricular proposta”.

A Secretaria Estadual de Educação (SEDU), que é um órgão fiscalizador que trabalha em parceria com o MEPES, e se faz sempre presente para se atualizar dos passos dados pela escola.

A escola tem desenvolvido um ótimo trabalho com os estudantes. A Pedagogia da Alternância tem evitado o abandono escolar na região, já que os estudantes do campo estão enquadrados em um currículo que valoriza suas culturas, vivências, práticas e realidades, para assim melhorá-las, e não mudá-las, “[...] afinal, um currículo busca

precisamente modificar as pessoas que vão “seguir” aquele currículo [...]” (SILVA, 2019, p. 15).

#### IV. CONCLUSÃO

Este trabalho foi desenvolvido na perspectiva de conhecer um currículo abrangente da Pedagogia da Alternância contemplando distintas e diversas mediações que se articulam no mesmo processo educativo. Salientando que há estudantes e até mesmo docentes que são envolvidos em escolas do campo e veem dificuldades por não conhecerem seu funcionamento no âmbito curricular e a organicidade na qual acontece.

Podemos afirmar que os objetivos estabelecidos foram alcançados de forma bem-sucedida, deixando claro a questão que nos moveu o tempo todo: como é construído o currículo na Escola Família Agrícola do km 41, que faz o uso das mediações da Pedagogia da Alternância. Ficou evidente que os Centros Familiares de Formação em Alternância (CEFFAs), preocupados com as tantas demandas de escolas que adotaram a Pedagogia da Alternância, decidiram organizar uma regional que pudesse articular esse contato entre as centros familiares do Espírito Santo, surgindo em 2003 a RACEFFAES, que tem o papel de articulação dos currículos das EFAs, que é baseado em torno de um tema gerador que irá nortear o plano de curso, ou seja o currículo da Pedagogia da Alternância como suas mediações (plano de estudo, caderno da realidade, caderno de acompanhamento, entre outros).

É evidente que um trabalho como esse deixa lacunas tanto do ponto de vista teórico (concepções) como do ponto de vista prático (construção e implementação) do currículo, agravados pela situação da Pandemia da Covid-19 que inclusive impediu a observação *in loco* no cotidiano escolar. Como sugestão para um próximo trabalho que venha a ser realizado com temática semelhante, é que vivencie a prática desse currículo tão rico de saberes-fazer, que vejam a autonomia da família, do estudante para com a escola. A pandemia vai passar, e essa oportunidade de conhecer de perto, no cotidiano a Pedagogia da Alternância, virá.

#### V. REFERÊNCIAS

- ARROYO, Miguel G. **Currículo, território em disputa**. 5.ed. Petrópolis, RJ: Vozes., 2013.
- BEGNAMI, João Batista. **Formação pedagógica de monitores das escolas famílias agrícolas e alternâncias**. Dissertação de mestrado, em ciências da educação, na Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova Lisboa e do Diplôme d’Université na Université François Rabelais de Tours, MG. 2003.
- CALDART Roseli Salete. **Caminhos para transformação da escola**: reflexões desde práticas da licenciatura em educação do campo. Organização Roseli Salete Caldart; textos de Andrea Rosana Fetzner; Romir Rodrigues; Luis Carlos Freitas. 1. ed. São Paulo: Expressão Popular, 2010.
- FREIRE, Paulo. **Pedagogia da autonomia**: saberes necessários à prática educativa. São Paulo: Paz e Terra, 1996 (Coleção Leitura).
- FROSSARD, Antônio Carlos. **Conhecendo a Pedagogia da Alternância**: Teoria e prática na formação de estudantes do campo. Volume II, Nova Friburgo: editora Fross, 2018.
- LAKATOS, Eva Maria. **Fundamentos de metodologia científica**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2003.

NOSELLA, Paolo. **Educação do Campo**: origens da pedagogia da alternância no Brasil. Vitória: EDUFES, 2012.

SILVA, Tomaz Tadeu da. **Documentos de Identidade**: uma introdução às teorias do currículo. 3ed. Belo Horizonte: Autêntica, 2019.

## VI. COPYRIGHT

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

## Área: Ciências Agrárias e Biológicas

2-4	<p><b>ESPECIFICIDADE, PREFERÊNCIA ALIMENTAR E DE SUBSTRATO DE OVIPOSIÇÃO DE <i>Cornops frenatum frenatum</i> (MARSCHALL, 1836) (ORTHOPTERA: ACRIDIDAE) EM PLANTAS CULTIVADAS E ORNAMENTAIS NA AMAZÔNIA</b></p> <p><b>SPECIFICITY, PREFERENCE FOOD AND OVIPOSITION SUBSTRATE OF <i>Cornops frenatum frenatum</i> (MARSCHALL, 1836) (ORTHOPTERA: ACRIDIDAE) IN CULTIVATED AND ORNAMENTAL PLANTS IN THE AMAZON</b></p> <p>Benedito Tavares Bechara Resque Júnior; Ana Lúcia Nunes Gutjahr; Carlos Elias de Souza Braga; Andreza Mesquita Martins</p>
5-1	<p><b>EFEITO DE CULTURAS DE COBERTURA DE OUTONO-INVERNO SOBRE A PRODUÇÃO DE SOJA E MILHO NO SUL DO BRASIL</b></p> <p><b>EFFECTS OF ANNUAL WINTER COVER CROPS ON SOYBEAN AND MAIZE YIELD IN SOUTH OF BRAZIL</b></p> <p>Christiano Santos Rocha Pitta; João de Andrade Bonetti; Alan Lavratti; Alexandre Friedrich Ribas; Dheymissom Diogo Muller Bhering; Eduardo Roncatto</p>
5-1	<p><b>INOVAÇÃO TECNOLÓGICA: FERTILIZANTE FLUÍDO À BASE DE ÁCIDOS HÚMICOS E FÚLVICOS UTILIZADOS DE RESÍDUOS AGROINDUSTRIAIS</b></p> <p><b>TECHNOLOGICAL INNOVATION: FLUID FERTILIZER BASED ON HUMIC AND FULVIC ACIDS USED FROM AGROINDUSTRIAL WASTE</b></p> <p>Gabriele Talian; Cristiano Reschke Lajús; Caroline Olias; Aline Vanessa Sauer</p>
5-7	<p><b>CARACTERIZAÇÃO DE BIOFILMES À BASE DE AMIDO DE MANDIOCA E GLICEROL</b></p> <p><b>CHARACTERIZATION OF BIOFILMS PRODUCED FROM CASSAVA STARCH AND GLYCEROL</b></p> <p>Neusa Maria Pavão Battaglini; Carlos Alberto Fonzar Pintão; Ana Paula Cerino Coutinho</p>

**ESPECIFICIDADE, PREFERÊNCIA ALIMENTAR E DE SUBSTRATO DE OVIPOSIÇÃO DE *Cornops frenatum frenatum* (MARSCHALL, 1836) (ORTHOPTERA: ACRIDIDAE) EM PLANTAS CULTIVADAS E ORNAMENTAIS NA AMAZÔNIA**

**SPECIFICITY, PREFERENCE FOOD AND OVIPOSITION SUBSTRATE OF *Cornops frenatum frenatum* (MARSCHALL, 1836) (ORTHOPTERA: ACRIDIDAE) IN CULTIVATED AND ORNAMENTAL PLANTS IN THE AMAZON**

Benedito Tavares Bechara Resque Júnior<sup>1</sup>

Ana Lúcia Nunes Gutjahr<sup>2</sup>

Carlos Elias de Souza Braga<sup>3</sup>

Andreza Mesquita Martins<sup>4</sup>

**Resumo** – O presente trabalho objetivou determinar a especificidade, assim como a preferência alimentar e de substrato de oviposição do gafanhoto *Cornops frenatum frenatum*, quanto a seis espécies de plantas do gênero *Heliconia* e cinco espécies de hortaliças. O teste de especificidade e preferência alimentar foi realizado para adultos e imaturos (ninfas) de *C. f. frenatum*, enquanto que o teste de preferência de substrato de oviposição foi realizado somente para adultos. Verificou-se que tanto para adultos como para imaturos houve aceitabilidade para todas as espécies de *Heliconia*, ocorrendo ainda aceitabilidade para *Brassica oleracea* L. (Couve). Quanto à preferência alimentar e de oviposição, observou-se que o gafanhoto preferiu a espécie de *Heliconia* testada, não havendo sinais de consumo e oviposição em *B. oleracea*, indicando que o mesmo possui uma grande aceitabilidade para as plantas do gênero *Heliconia*.

**Palavras-chave:** Aceitabilidade. Gafanhoto. Planta.

**Abstract** - The present work aimed to determine the specificity, as well as the feed and substrate preference for oviposition of grasshopper *Cornops frenatum frenatum*, for six *Heliconia* species plants and five species of vegetables. The food specificity and preference test was performed for *C. f. frenatum* adults and immature (nymphs), while the oviposition substrate preference test was performed only for adults. It was found that there was

<sup>1</sup> Universidade do Estado do Pará (UEPA). Contato: bene\_resque@hotmail.com.

<sup>2</sup> Universidade do Estado do Pará (UEPA). Contato: algutjahr@uepa.br.

<sup>3</sup> Universidade do Estado do Pará (UEPA). Contato: carlos.braga@uepa.br.

<sup>4</sup> Universidade do Estado do Pará (UEPA). Contato: andrezamartins@hotmail.com.

*acceptability both for adults and for immatures to all Heliconia species, while also occurring acceptability for Brassica oleracea L. (Kale). As for feeding and oviposition preference, it was observed that the grasshopper preferred the tested Heliconia species, with no consumption and oviposition signs in B. oleracea, indicating a great acceptability for plants of Heliconia genus.*

**Keywords:** Acceptability. Grasshopper. Plant.

## I. INTRODUÇÃO

O gafanhoto neotropical *Cornops frenatum frenatum*, pertence a ordem Orthoptera, superfamília Acridoidea, família Acrididae e subfamília Leptysminae, apresentando distribuição desde Trinidad até o Paraguai (ADIS *et al.*, 2007). Assim como todos os outros gafanhotos é fitófago, e desenvolve seu ciclo de vida em associação com diferentes espécies de helicônias, planta ornamental que é utilizada como alimento e substrato para suas oviposições endofíticas (BRAGA, NUNES e ADIS, 2007; PFROMMER, 1990).

Os adultos de *C. f. frenatum* são verdes com faixa longitudinal pós-ocular preta que se estende na região lateral do corpo, antenas de tonalidade laranjada, porte médio de 2,0 cm de comprimento para os machos e 3,0 cm para as fêmeas. Os imaturos apresentam coloração branco-amarelado com listras laranja-avermelhadas, sendo esse padrão cromático menos visível nos últimos estágios de desenvolvimento.

Devido ao seu hábito alimentar, *C. f. frenatum* vem sendo incriminado como inseto praga em plantações do gênero *Heliconia* no Estado do Pará (LEMOS, RIBEIRO e SOUZA, 2006; LEMOS *et al.*, 2010). Ressalta-se que as helicônias são plantas de grande importância econômica e comercial na floricultura tropical, graças a sua durabilidade pós-coleta e a exuberância de suas inflorescências (LINARES-GABRIEL *et al.*, 2020). Vale destacar ainda, que estudos sobre insetos praga de helicônias, ainda, são escassos e os que existem carecem de aprofundamento, principalmente, em relação às associações destes invertebrados com essas plantas.

A resistência de plantas ao ataque de insetos é resultado da relação planta-inseto, que considera os parâmetros ecológicos do inseto (população, oviposição, consumo, ciclo biológico e fecundidade) e da planta (sobrevivência, desenvolvimento, destruição dos órgãos vegetais e produção) (PANIZZI e PARRA, 2009). Dessa forma, para um inseto ser considerado uma praga é necessário que os parâmetros mencionados tanto do inseto quanto da planta estejam em desequilíbrio. Portanto, é de suma importância à ampliação do conhecimento ao nível das interações bioecológicas de insetos com plantas, o que motiva o estudo de *C. f. frenatum* com as suas plantas hospedeiras.

A ampliação do conhecimento sobre as relações bioecológicas entre insetos e plantas, principalmente nutricionais, quando relacionadas à preferência alimentar e, de oviposição, são fundamentais para estratégias de controle, visto que, inúmeros processos comportamentais, ecológicos e fisiológicos estão ligados intrinsecamente a esse contexto nutricional. Portanto, gerar informações sobre esses aspectos, torna-se essencial para o cultivo e o manejo de plantas, quando cultivadas em grande escala.

Pelo exposto, estudos de especificidade e preferência alimentar e de oviposição de insetos são importantes ferramentas para auxiliar decisões quanto ao uso de métodos de controle de insetos nocivos, buscando minimizar impactos causados pelo uso excessivo de agrotóxicos em cultivo de plantas. Segundo Bissacotti e Pavão (2021) a grande exposição de indivíduos a utilização de defensivos agrícolas provoca problemas a saúde humana, além de impactos ao meio ambiente.

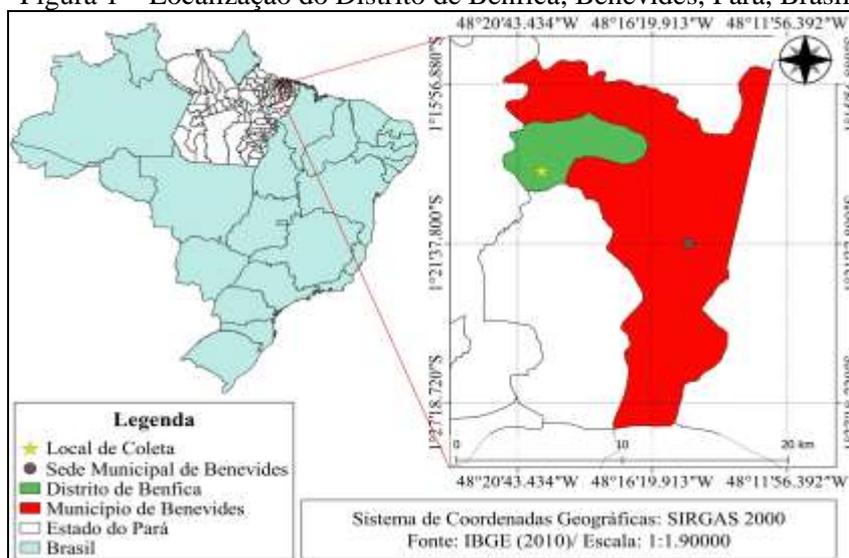
O presente estudo objetivou determinar a especificidade, a preferência alimentar e de substrato de oviposição de *C. f. frenatum*, a fim de gerar informações sobre a relação deste gafanhoto com plantas do gênero *Heliconia*, na região amazônica.

## II. METODOLOGIA

### 2.1 - Coleta de *Cornops frenatum frenatum*

Para a realização do estudo de especificidade e preferência alimentar e de substrato de oviposição foram coletados 500 exemplares de *C. f. frenatum*, sendo 260 adultos e 240 imaturos de diferentes estádios ninfaís, oriundos de cultivares de helicônias localizados no Sítio Vale Verde, no Distrito de Benfica, Município de Benevides, Estado do Pará, Brasil, (01°21'41" S; 48°14'41" W) (Figura 1).

Figura 1 – Localização do Distrito de Benfica, Benevides, Pará, Brasil



Fonte: D. B. Resque, 2015.

A cidade de Benevides apresenta temperatura média anual de 26°C, com mínima de 22°C e máximas de 34°C. O índice pluviométrico situa-se em torno de 2.890 mm anuais, com períodos mais chuvosos nos meses de janeiro a junho. A umidade do ar apresenta pouca variabilidade sazonal com média anual de 82% (INPE, 2015).

As coletas ocorreram nos meses de novembro/2014, junho e novembro/2015, sendo realizadas de maneira sistemática, durante as primeiras horas do dia, com duração média de 4 horas (8h às 12h), com auxílio de rede entomológica. Os gafanhotos coletados eram introduzidos em sacos plásticos identificados com a data e localidade da coleta. Em cada saco plástico foram introduzidos pedaços de folhas de helicônia, que serviram de substrato e alimento para os gafanhotos, durante o transporte, que foi feito em caixas térmicas, para que os mesmos chegassem vivos no laboratório.

Durante a captura de *C. f. frenatum*, também, foram coletadas manualmente, seis espécies de helicônias (que possuem maior destaque comercial) e cinco espécies de hortaliças adquiridos em cultivares de subsistência da população local. Tais plantas foram acondicionadas em sacos plásticos, e transportadas ao laboratório de Biologia no Centro de Ciências Sociais e Educação (CCSE) da Universidade do Estado do Pará (UEPA), para tratamento e utilização nos testes de especificidade alimentar de *C. f. frenatum*. Ressalta-se que as plantas utilizadas nos experimentos, não receberam tratamento com agrotóxicos, pois foram cultivadas previamente para este objetivo.

## 2.2 - Teste de Especificidade Alimentar

O teste de especificidade alimentar foi realizado em insetário ao ar livre, sob condições naturais (temperatura média de 26°C, com mínimas de 22°C e máximas de 36°C, umidade do ar média de 84% e fotoperíodo de 12 horas) (INPE, 2015), no período de novembro de 2014 e junho de 2015. Seguiu-se a metodologia proposta por Nunes, Adis e Mello (1992), onde foram utilizados 10 adultos (5 machos e 5 fêmeas) e 10 imaturos de diferentes estágios e de *C. f. frenatum*, para cada espécie de planta testada, com intuito de determinar se estas fazem parte da dieta alimentar desse gafanhoto.

Cada espécime de *C. f. frenatum* (imaturo e adulto) foi colocado em um béquer (500 mL), devidamente numerado, forrado com um chumaço de algodão umedecido em água, tampado com filme plástico. Dentro de cada béquer foi introduzido, um pedaço de folha da planta a ser testada. Em seguida, estes béqueres foram depositados em bandejas plásticas contendo água, para manter o nível térmico no interior dos mesmos e impedir ataque de predadores. A troca dos béqueres (limpeza) e a reposição da planta testada ocorreram a cada dois dias.

O experimento teve uma repetição para cada planta utilizada e teve duração de 21 dias para cada teste realizado, período este compreendido para que ocorresse pelo menos um ou dois processos de muda dos imaturos. As observações foram diárias, quando se verificava consumo por adultos e imaturos e a ocorrência de mudas.

As plantas testadas no experimento foram seis espécies de helicônias de maior destaque comercial: *Heliconia wagneriana* (Peters), *Heliconia psittacorum* (L.) x *Heliconia spathocircinata* (L.) (Golden Torch), *Heliconia psittacorum* (L.) x *Heliconia spathocircinata* (L.) (Golden Torch Adrian), *Heliconia rauliniana* (Barreiros), *Heliconia bihai* (L.), *Heliconia psittacorum* (L.) x *Heliconia spathocircinata* (L.) (Guyana) (Figura 2); e cinco espécies de hortaliças: *Brassica oleracea* L. (Couve), *Coriandrum sativum* L. (Coentro), *Lactuca sativa* L. (Alface), *Talinum esculentum* J. (Cariru) e *Vigna unguiculata* (L.) Walp. (Feijão caupi) (Figura 3), oriundos de plantações locais comumente cultivadas na agricultura familiar da região amazônica e que foram plantas exclusivamente para o experimento, sem que houvesse a utilização de agrotóxicos. As plantas foram identificadas por especialistas do Herbário João Murça Pires do Museu Paraense Emílio Goeldi (MPEG).

Os testes de especificidade consideraram os parâmetros de mortalidade e sobrevivência de *C. f. frenatum* quando submetidos às plantas testadas. Com base na sobrevivência dos gafanhotos até o final do experimento (21 dias), foram definidos os seguintes critérios: aceitabilidade positiva (+), quando houve sobreviventes até o fim do experimento (planta aceita), e negativa (-), quando não houver sobreviventes (planta não aceita).

Figura 2 – Plantas do Gênero *Heliconia* utilizadas nos testes de especificidade alimentar de *C. f. frenatum*: A – *H. psittacorum* (L.) x *H. spathocircinata* (L.) (Guyana); B – *H. psittacorum* (L.) x *H. spathocircinata* (L.) (Golden Torch Adrian); C – *H. psittacorum* (L.) x *H. spathocircinata* (L.) (Golden Torch); D – *H. bihai* (L.); E – *H. rauliniana* (Barreiros); F – *H. wagneriana* (Peters)



Fonte: B. T. B. Resque Júnior, 2014.

Figura 3 – Hortaliças utilizadas nos testes de especificidade alimentar de *C. f. frenatum*: A – *Brassica oleracea* L. (Couve); B – *Vigna unguiculata* (L.) Walp. (Feijão caupi); C – *Lactuca sativa* L. (Alface); D – *Coriandrum sativum* L. (Coentro); E – *Talinum esculentum* J. (Cariru)



Fonte: B. T. B. Resque Júnior, 2014.

As exúvias provenientes dos processos de muda dos imaturos ocorridas durante o experimento foram acondicionadas em tubos Eppendorf (2,5 ml) e preservados a seco e os gafanhotos mortos nos testes ficaram em álcool 70%.

Todos os espécimes foram depositados na Coleção Zoológica Didático-Científica Dr. Joachim Adis da Universidade do Estado do Pará, como material

testemunho e acondicionados em espaço reservado para exemplares oriundos de trabalhos de dissertação e tese, devidamente identificados, para posterior tombamento.

### 2.3 - Teste de Preferência Alimentar

O teste de preferência alimentar também adotou a metodologia proposta por Nunes, Adis e Mello (1992), descrita no experimento de especificidade alimentar e foi realizado durante o período de novembro e dezembro de 2015, sendo realizado em decorrência das observações de *C. f. frenatum* se alimentando da hortaliga *B. oleracea* (couve). Tal experimento teve o objetivo de identificar se *C. f. frenatum* prefere *B. oleracea* quando na presença de folhas de helicônia.

Neste teste foram utilizados 10 adultos (5 machos e 5 fêmeas) e 10 imaturos de diferentes estágios de *C. f. frenatum*, que foram acondicionados, conforme descrito no teste de especificidade alimentar. Para cada gafanhoto testado, foram ofertadas folhas de *B. oleracea* (Couve) e folhas de *H. psittacorum* (L.) x *H. spathocircinata* (L.) (Golden Torch Adrian). A cada dois dias eram realizados a limpeza dos béqueres, juntamente com a reposição das plantas. O experimento teve uma repetição e observações diárias do consumo das plantas testadas e durante 21 dias.

### 2.4 - Teste de Especificidade para o Substrato de Oviposição

O teste de especificidade de substrato para oviposição foi realizado também no insetário, no período de novembro a dezembro de 2015. Utilizou-se a metodologia de Nunes, Adis e Mello (1992), quando 10 adultos (5 machos e 5 fêmeas) de *C. f. frenatum*, foram agrupados em gaiolas de madeira (60x60x80 cm), teladas, com uma de suas faces em vidro para facilitar as observações no interior da mesma. Em cada gaiola foram introduzidos vasos com as plantas que seriam testadas. Estas foram previamente cultivadas sem a utilização de agrotóxicos. O experimento testou como substrato de oviposição, as plantas *B. oleracea* (Couve) e de *H. psittacorum* (L.) x *H. spathocircinata* (L.) (Golden Torch Adrian).

O experimento teve uma repetição, utilizou 20 exemplares adultos (10 machos e 10 fêmeas) de *C. f. frenatum* e, duração de 21 dias com observações diárias, quando eram verificadas possíveis posturas das fêmeas nos pecíolos e caules das plantas testadas. Os vasos com as plantas (interior da gaiola) eram substituídos, em aproximadamente 7 dias, conforme o consumo dos gafanhotos e o estado das mesmas.

## III. RESULTADOS

### 3.1 - Especificidade Alimentar

Nos experimentos de especificidade alimentar de *C. f. frenatum*, quando seis espécies de helicônias e cinco de hortaliças foram testadas, utilizou-se um total de 440 gafanhotos, sendo 220 adultos e 220 imaturos (diferentes estádios). Para todas as seis espécies de helicônias e uma de hortaliga (couve) testadas, verificou-se a aceitação por adultos e ninfas de *C. f. frenatum* durante os 21 dias de experimentação e por isso, houve aceitabilidade positiva para estas espécies de plantas, quanto às outras espécies de hortaliças o teste resultou em aceitabilidade negativa (Tabela 1).

Tabela 1 – Aceitabilidade alimentar de ninfas e adultos de *C. f. frenatum* a partir da oferta de diferentes espécies de plantas

Plantas Testadas	Aceitabilidade	
	Ninfas	Adultos
<i>H. psittacorum</i> (L.) x <i>H. spathocircinata</i> (L.) (Guyana)	+	+
<i>H. psittacorum</i> (L.) x <i>H. spathocircinata</i> (L.) (Golden Torch Adrian)	+	+
<i>H. psittacorum</i> (L.) x <i>H. spathocircinata</i> (L.) (Golden Torch)	+	+
<i>H. bihai</i> (L.)	+	+
<i>H. rauliniana</i> (Barreiros)	+	+
<i>H. wagneriana</i> (Peters)	+	+
<i>Brassica oleracea</i> L. (Couve)	+	+
<i>Lactuca sativa</i> L. (Alface)	-	-
<i>Talinum esculentum</i> J. (Cariru)	-	-
<i>Vigna unguiculata</i> (L.) Walp. (Feijão caupi)	-	-
<i>Coriandrum sativum</i> L. (Cheiro-verde)	-	-

Nas observações diárias, além de ter sido visualizado os gafanhotos se alimentado das folhas ofertadas, foi também verificado sinais efetivos de consumo, indicando que os mesmos estavam comendo as plantas ofertadas nos experimentos, especialmente em relação às ninfas de primeiros estádios, onde se observou a alimentação apenas por raspagem da epiderme foliar, devido possivelmente ao tamanho pequeno de suas mandíbulas.

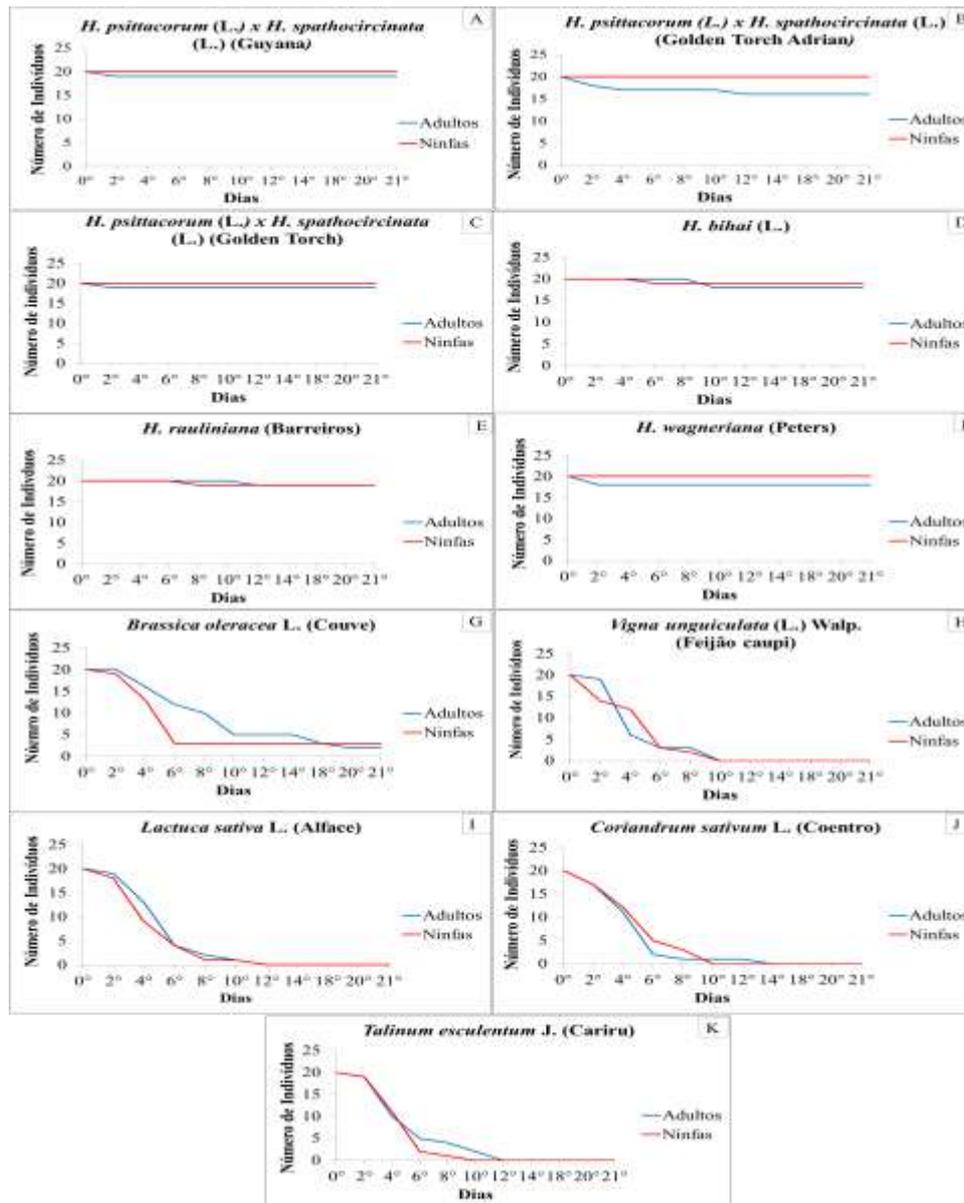
Nos experimentos, com os adultos e as ninfas a partir do segundo ou terceiro estádio, foram evidenciados o consumo de todo tecido foliar. Esta característica alimentar encontra-se relacionada ao fato do aparelho bucal dos gafanhotos serem do tipo mandibular mastigador (TRIPLEHORN e JOHNSON, 2011), o qual possibilita a retirada de pedaços das folhas.

Durante o experimento com as espécies de helicônias foi observada, a ocorrência de muda ninfal, que aconteceram em diferentes dias durante o experimento, a partir do 2° até o 21° dia. Esse resultado indica que tais processos de muda ocorreram devido ao acúmulo energético proveniente das plantas oferecidas como alimento, durante o teste. Ressalta-se que o processo de muda, que corresponde a troca total do exoesqueleto dos insetos, requer grande quantidade de energia e de nutrientes, e resulta no crescimento da ninfa (TRIPLEHORN e JOHNSON, 2011).

O hábito de adultos e imaturos de *C. f. frenatum* comerem folhas de helicônias foi observado em campo por Roberts e Carbonell (1979), Lemos, Ribeiro e Souza (2006) e Lemos *et al.* (2010). Outras informações biológicas desse gafanhoto foram registradas por Braga, Nunes e Adis (2007) que constataram o desenvolvimento deste inseto associado a quatro espécies de plantas do gênero *Heliconia* na Amazônia, e Pfrommer (1990) que realizou observações de campo de *C. f. frenatum* em diferentes espécies de helicônias. Dessa forma, os resultados obtidos neste estudo de especificidade alimentar das espécies de helicônias, corroboram com as observações mencionadas anteriormente.

Durante os testes de especificidade alimentar, três espécies de helicônias expressaram maior índice de sobrevivência para os adultos: *H. psittacorum* (L.) x *H. spathocircinata* (L.) (Guyana), *H. psittacorum* (L.) x *H. spathocircinata* (L.) (Golden Torch) e *H. rauliniana* (Barreiros) com 95% (n=19) de sobreviventes. Para as ninfas houve o índice máximo de sobrevivência, ou seja, de 100% (n=20) nas espécies *H. psittacorum* (L.) x *H. spathocircinata* (L.) (Guyana), *H. psittacorum* (L.) x *H. spathocircinata* (L.) (Golden Torch Adrian), *H. psittacorum* (L.) x *H. spathocircinata* (L.) (Golden Torch) e *H. wagneriana* (Peters) (Figura 4).

Figura 4 - Sobrevivência de adultos e de imaturos (ninfas) de *C. f. frenatum* em teste de Especificidade alimentar: A – *H. psittacorum* (L.) x *H. spathocircinata* (L.) (Guyana); B – *H. psittacorum* (L.) x *H. spathocircinata* (L.) (Golden Torch Adrian); C – *H. psittacorum* (L.) x *H. spathocircinata* (L.) (Golden Torch); D – *H. bihai* (L.); E – *H. rauliniana* (Barreiros); F – *H. wagneriana* (Peters); G – *Brassica oleracea* L. (Couve); H – *Vigna unguiculata* (L.) Walp. (Feijão caupi); I – *Lactuca sativa* L. (Alface); J – *Coriandrum sativum* L. (Coentro); K – *Talinum esculentum* J. (Cariru)



Fonte: B. T. B. Resque Júnior, 2016.

Quanto à mortalidade ocorrida durante o teste de especificidade alimentar das plantas do gênero *Heliconia*, provavelmente nos adultos foi resultante da idade (longevidade) dos gafanhotos, visto que estes foram coletados em campo já adultos e, por isso, não era conhecido o tempo de vida dos mesmos. Quanto às ninfas, provavelmente as mortes podem ter ocorrido devido a falhas no processo de muda, pois algumas vezes durante a troca de cutícula, o aparelho bucal do exoesqueleto velho dos imaturos, fica preso à nova cutícula, impedindo as ninfas de se alimentarem, conforme

foi observado em estudos com o gafanhoto *Stenacris fissicauda fissicauda* (BRUNER, 1908) (NUNES, 1992) e *Cornops aquaticum* (BRUNER, 1906); (OLIVEIRA, NUNES-GUTJAHR e BRAGA, 2015).

A total aceitabilidade de *C. f. frenatum* (adultos e imaturos) pelas espécies de helicônias testadas poderia ser explicada com base na interação inseto-planta, que se desenvolveu através de diferentes estratégias para manter essa relação existente até os dias de hoje. Segundo Lhano *et al.* (2005) e Braga *et al.* (2013), isto se deve a um fator adaptativo, pois estas plantas reúnem condições propícias para esse gafanhoto, quanto ao suprimento das necessidades nutricionais, substrato para as oviposições endofíticas, proteção, abrigo e de sobrevivência de sua prole, características essas, importantes para o desenvolvimento do seu ciclo vital.

Quanto às hortaliças testadas, os resultados mostram que não houve aceitação de imaturos (ninfas) e adultos de *C. f. frenatum* para *C. sativum* (Coentro), *L. sativa*. (Alface), *T. esculentum* (Cariru) e *Vigna unguiculata* (Feijão caupi) (Tabela 1), não ocorrendo sinais de consumo nestas plantas e o experimento foi encerrado no tempo máximo de 14 dias, quando não havia mais gafanhotos vivos.

Contudo, verificou-se a aceitação de *B. oleracea* (Couve) tanto por imaturos quanto por adultos de *C. f. frenatum* (Tabela 1), sendo registrado o consumo de *B. oleracea* (Couve) por 7 espécimes adultos (3 fêmeas e 4 machos) e cinco ninfas, destacando-se a sobrevivência de um exemplar adulto macho durante os 21 dias, o qual permaneceu vivo após o encerramento dos experimentos por mais 14 dias, totalizando um período de sobrevivência de 35 dias. Registrou-se ainda, a sobrevivência de três ninfas durante os 21 dias, devendo-se destacar que as mesmas alcançaram a fase adulta tornando-se fêmeas, tendo sobrevivido após o término do experimento por 2, 52 e 55 dias respectivamente, totalizando um período de sobrevivência correspondente a 23, 73 e 76 dias, se alimentando de couve.

Esse resultado indica que a *B. oleracea* (couve) pode ser considerada uma fonte secundária de alimento para *C. f. frenatum*, podendo servir de fonte energética temporária. A condição de possuir plasticidade alimentar pode ser considerada uma importante estratégia de sobrevivência para gafanhotos, visto que na ausência de plantas específicas de sua dieta alimentar, o uso de plantas alternativas garante a sobrevivência desta espécie para realizar dispersão ou migração, em busca de suas plantas hospedeiras.

É sabido que os gafanhotos, quando na ausência de alimento específico, tendem a consumir outras plantas com o intuito de saciar a falta de alimento (BRAGA *et al.*, 2013), podendo ainda este fato estar relacionado à plasticidade ecológica ou adaptativa da espécie (ADIS *et al.*, 2004). Em estudos realizados na Amazônia Central com *Paulinia acuminata* (DE GEER, 1773), por Vieira e Adis (2002) e *S. f. fissicauda* por Nunes (1992) foi observado que estes gafanhotos se alimentaram temporariamente de espécies de macrófitas aquáticas não hospedeiras.

Segundo Silva *et al.* (2017) a distribuição espacial e a abundância de plantas hospedeiras podem influenciar de maneira decisiva na seleção destas por insetos filófagos. Além disto, a especificidade alimentar não parece estar relacionada apenas ao mecanismo de mastigar e consumir esporadicamente determinada planta, mas sim a presença de nutrientes e de substâncias químicas, tais como os fagoestimulantes.

De modo contrário a rejeição de determinado alimento, pode estar na dependência da presença de substâncias impeditivas ou tóxicas, aleloquímicos como os alcaloides, glicosídeos cianogênicos, glucosinolatos, ligninas, inibidores de proteínas, taninos, terpenóides, lipídios e aminoácidos tóxicos, hormônios e anti-hormônios, assim como também a condição estrutural da planta, como a pilosidade e dureza das folhas

que podem atuar como estimulante ou repelente alimentar (PANIZZI e PARRA, 2009; SANTOS, 2020).

Nos experimentos com as espécies de hortaliças não aceitas, também houve processos de muda dos imaturos de *C. f. frenatum*, que ocorreram durante os primeiros dias de teste (2º dia). Isso indica que tais ecdises foram decorrentes, possivelmente, de reservas alimentares (energéticas) adquiridas em campo pelas ninfas, visto que as mesmas não se alimentaram das hortaliças nos experimentos. Ressalta-se, que não houve ninfas sobreviventes a partir do 10º dia de experimentação para as hortaliças testadas.

A não observação de consumo por imaturos, assim como por adultos de *C. f. frenatum* para *C. sativum*. (Cheiro-verde), *L. sativa* (Alface), *T. esculentum* (Cariru) e *V. unguiculata* (Feijão caupi) parece indicar que estas plantas podem ter substâncias não estimulantes para a alimentação desse gafanhoto.

### 3.2 - Preferência Alimentar

Durante os testes de preferência alimentar, observou-se que todos os 40 exemplares utilizados (20 adultos e 20 ninfas) consumiram *H. psittacorum x H. spathocircinata* (Golden Torch Adrian) havendo ainda o registro de consumo de *B. oleracea* (Couve) de 2 ninfas e 4 adultos (2 machos e 2 fêmeas) de *C. f. frenatum*, indicando possivelmente que esta planta pode ser considerada uma fonte alimentar alternativa para esta espécie de gafanhoto.

Tal fato pode estar relacionado com a ausência de alta concentração de substâncias químicas impeditivas, assim como condições estruturais e de componentes químicos (teor de água, nitrogênio, fósforo etc.) presentes em *B. oleracea* (Couve) que influenciam diretamente na aceitação deste gafanhoto (PANIZZI e PARRA, 2009).

Diante disto, se faz necessários estudos a respeito dos efeitos nutricionais exercidos por *B. oleracea* (Couve) em *C. f. frenatum*, mediante análises químicas de substâncias presentes nessa planta.

### 3.3 - Especificidade para o Substrato de Oviposição

Quando oferecidas plantas de *B. oleracea* e de *H. psittacorum x H. spathocircinata* (Golden Torch Adrian) simultaneamente as observações evidenciaram que as fêmeas de *C. f. frenatum* somente realizaram posturas nos pecíolos foliares de *H. psittacorum x H. spathocircinata* (Golden Torch Adrian), não havendo ocorrido se quer perfurações “testes” nos caules de *B. oleracea* (couve).

Esse resultado reforça a existência de uma estreita relação entre o gafanhoto *C. f. frenatum* com plantas do gênero *Heliconia*, fator este importante para o sucesso de seu ciclo biológico. Tal relação também foi evidenciada por Braga, Nunes e Adis (2007) na Amazônia Central, onde verificou-se a ocorrência de postura em quatro espécies diferentes de helicônias.

A razão da realização deste experimento baseou-se na necessidade de se verificar até que ponto *B. oleracea* (couve) pode ser importante para *C. f. frenatum*, pois caso tivesse ocorrido, pelo menos perfurações “testes” nos caules dessa hortaliça, isso poderia inferir suposições quanto à reprodução e consequente atuação de *C. f. frenatum* como possível agente causador de danos de hortaliças, como a couve. Entretanto, vale ressaltar, que este experimento é importante e corresponde a um indicativo para a necessidade da realização de estudos mais aprofundados, principalmente relacionados aos efeitos químicos e nutricionais exercidos pela planta hospedeira e que possibilitam

sua seleção pelo gafanhoto como substrato para o desenvolvimento e sobrevivência de sua prole.

#### IV. CONCLUSÃO

Este estudo indicou que o gafanhoto *C. f. frenatum* (adultos e imaturos) possui aceitabilidade alimentar para as espécies de plantas do gênero *Heliconia*, indicando a especificidade desse gafanhoto por essas plantas. Registrou-se também, a aceitabilidade para a hortaliça *B. oleracea* (Couve), a qual possivelmente pode ser utilizada apenas como fonte secundária de alimento.

A espécie de *Heliconia* testada foi usada por *C. f. frenatum* como substrato de oviposição, enquanto que a hortaliça *B. oleracea*, não constituiu substrato para as oviposturas, indicando que *C. f. frenatum*, teve preferência apenas pela *Heliconia*.

Pelo exposto, se faz necessário à realização de estudos a respeito dos efeitos nutricionais gerados em *C. f. frenatum*, a partir do consumo de *B. oleracea* (Couve), devendo considerar os componentes químicos existentes nesta planta, bem como a proporção ingerida, digerida, assimilada e convertida, tanto em tecidos de crescimento como fonte de energia, capazes de influenciar na aceitabilidade desta hortaliça por esta espécie de gafanhoto amazônico.

#### V. REFERÊNCIAS

ADIS, Joachim Ulrich; LHANO, Marcos Gonçalves; HILL, Martin; JUNK, Wolfgang; MARQUES, Marinêz Isaac, OBERHOLZER, Hardi. What determines the number of juvenile instars in the tropical grasshopper *Cornops aquaticum* (Leptysminae: Acrididae: Orthoptera)? **Studies on Neotropical Fauna and Environment**, 39(29): 127-132. 2004. Disponível em: <<https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/01650520412331271729>>. Acesso em 09 de jan. 2015.

ADIS, Joachim Ulrich; BUSTORF, Elke; LHANO Marcos Gonçalves; AMÉDÈGNATA, Cristiane; NUNES, Ana Lúcia. Distribution of *Cornops* crasshoppers (Leptysminae: orthoptera) in Latin America and the Caribbean Islands. **Studies on Neotropical Fauna and Environment**. 42 (1): 11-24. 2007. Disponível em: <<https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/01650520600931719?scroll=top&needAccess=true>>. Acesso em 09 de jan. 2015.

BISSACOTTI, Cíntia; PAVÃO, Sílvia Maria de Oliveira. Uso de Agrotóxicos: Impactos na Saúde do Público-alvo da Educação Especial. **Revista Sodebras [on line]**. v. 16, n. 188, p.35-40. 2021. Disponível em: <<http://www.sodebras.com.br/edicoes/N188.pdf>>. Acesso em 16 de set. 2021.

BRAGA, Carlos Elias de Souza; NUNES, Ana Lúcia, ADIS, Joachim Ulrich. *Cornops frenatum frenatum* (Marschall, 1836) (Orthoptera, Acrididae, Leptysminae): Ocorrência e oviposição em quatro espécies de *Heliconia* (Heliconiaceae) na Amazônia Central, Brasil. **Amazoniana**. 2007. Disponível em: <[https://pure.mpg.de/pubman/faces/ViewItemOverviewPage.jsp?itemId=item\\_1506663](https://pure.mpg.de/pubman/faces/ViewItemOverviewPage.jsp?itemId=item_1506663)>. Acesso em 09 de jan. 2015.

BRAGA, Carlos Elias de Souza; NUNES, Ana Lúcia, MORAIS, José Wellington, ADIS, Joachim Ulrich. Avaliação do potencial do gafanhoto *Cornops aquaticum* (Orthoptera) como agente de controle Biológico de *Eichhornia crassipes* (Pontederiaceae). **Interciencia (Caracas)**. v. 38, p. 590-596. 2013. Disponível em:

<<https://www.interciencia.net/wp-content/uploads/2017/12/590-c-BRAGA-7.pdf>>. Acesso em 09 de jan. 2015.

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – **INPE**. 2015 Disponível em: <<http://www.cptec.inpe.br>>. Acesso em 01 nov./dez. 2015.

LINARES-GABRIEL, Ariadna; GALLARDO-LÓPEZ, Felipe; VILLARREAL, Magdalena; LANDEROS-SÁNCHEZ, Cesáreo; LÓPEZ-ROMERO, Gustavo. Global vision of heliconias research as cut flower: a review. **Ornamental Horticulture**. V. 26, No. 4, p. 633-646. 2020. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/oh/a/scj5V5VdL8fKWqM5xJMNmBw/?format=pdf&lang=en>>. Acesso em 14 de set. 2021.

LEMOS, Walkymário de Paulo; RIBEIRO, Rafael Coelho; SOUZA, Lindaurea Alves de. *Cornops frenatum frenatum* (Marshall) (Orthoptera: Acrididae): Principal desfolhador em cultivos de *Heliconia* spp. (Heliconiaceae) no Estado do Pará. **Comunicado Técnico 164**. p.1-4. 2006. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/27882/1/Com.tec.164.pdf>>. Acesso em 09 de jan. 2015.

LEMOS, Walkymário de Paulo; RIBEIRO, Rafael Coelho; LHANO, Marcos Gonçalves; SILVA, João Paulo Santos da; ZANUNCIO, José Cola. *Cornops frenatum frenatum* (Marschall) (Orthoptera: Acrididae, Leptysminae) in crops of tropical flowers of *Heliconia* spp. in the State of Pará, Brazil. **Entomotropica**. v. 25(1): 43-47. 2010. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/123149/1/PaperWalky26.pdf>>. Acesso em 09 de jan. 2015.

LHANO, Marcos Gonçalves; ADIS, Joachim Ulrich; MARQUES, Marinêz Isaac; BATTIROLA, Leandro Dênis. *Cornops aquaticum* (Orthoptera, Acrididae, Leptysminae): Aceitação de Plantas Alimentares por ninfas Vivendo em *Eichhornia azurea* (Pontederiaceae) no Pantanal Norte, Brasil. **Amazoniana**. v. 18, n. 3/4, p.397-404. 2005. Disponível em: <[https://pure.mpg.de/rest/items/item\\_1506972\\_1/component/file\\_1506971/content](https://pure.mpg.de/rest/items/item_1506972_1/component/file_1506971/content)>. Acesso em 09 de jan. 2015.

NUNES, Ana Lúcia; ADIS, Joachim Ulrich; MELLO, José Alberto Nunes de. Estudo sobre o ciclo de vida e fenologia de *Stenacris fissicauda fissicauda* (Bruner 1908) (Orthoptera- Acrididae) em um lago de várzea da Amazônia Central, Brasil. **Bol. Mus. Para. Emílio Goeldi, sér. Zool.** 8(2): 349-374. 1992. Disponível em: <<https://biblat.unam.mx/pt/revista/boletim-do-museu-paraense-emilio-goeldi-serie-zoologia/articulo/estudo-sobre-o-ciclo-de-vida-e-fenologia-de-stenacris-fissicauda-fissicauda-bruner-1908-orthoptera-acrididae-em-um-lago-de-varzea-da-amazonia-central-brasil>>. Acesso em 09 de jan. 2015.

OLIVEIRA, Arthur Ferreira de; NUNES-GUTJAHR, Ana Lúcia; BRAGA, Carlos Elias de Souza. Aceitabilidade alimentar do gafanhoto *Cornops aquaticum* (Bruner, 1906) (Orthoptera: Acrididae) na Amazônia Oriental, Brasil. **Boletim do Museu. Paraense Emílio Goeldi, Ciências Naturais**. v. 10, n. 2, p. 267-277. 2015. Disponível em: <[http://editora.museu-goeldi.br/bn/artigos/cnv10n2\\_2015/aceitabilidade\(oliveira\).pdf](http://editora.museu-goeldi.br/bn/artigos/cnv10n2_2015/aceitabilidade(oliveira).pdf)>. Acesso em 01 de fev. 2016.

PFROMMER, Albrecht. **Freilandbeobachtungen zur Ethologie und Ökologie der neotropischen Feldheuschrecken *Chromacris icterus* (Romaleinae, Acridoidea) und *Cornops frenatum frenatum* (Leptysminae, Acridoidea) unter besonderer**

**Berücksichtigung ihrer Larvenverbände** – Diplomarbeit. Universität Hamburg, Alemanha. 1990. Disponível em: <<http://www.bionica.info/biblioteca/Pfrommer1990Cornops.pdf>>. Acesso em 09 de jan. 2015.

ROBERTS, H. Radclyffe; CARBONELL, Carlos S. A revision of the genera *Stenopola* and *Cornops* (Orthoptera, Acrididae, Leptysminae). **Academy of Natural Sciences**. vol. 131: 104 - 130. 1979. Disponível em: <<https://www.jstor.org/stable/pdf/4064784.pdf>>. Acesso em 09 de jan. 2015.

SILVA, Cristiano Pereira da; RICCI, Thiago Gomes; ARRUDA, Ana Lúcia de; PAGLIOSA, Frida Maciel; MACEDO, Maria Ligia Rodrigues. Extratos Vegetais de Espécies de Plantas do Cerrado Sul-Matogrossense com Potencial de Bioherbicida e Bioinseticida. **Uniciências**, v. 21, n. 1, p. 25-34, 2017. Disponível em: <<file:///C:/Users/Benedito/AppData/Local/Temp/admin,+Gerente+da+revista,+06+-+Extratos+vegetais.pdf>>. Acesso em 14 de set. 2021.

TRIPLEHORN, Charles A.; JOHNSON, Norman F. **Estudos dos insetos**: Tradução da 7ª edição de Borror and Delong's introduction to the study of insects: 1-816. Cengage Learning, São Paulo; 2011. ISBN: 9788522107995.

PANIZZI, Antonio Ricardo; PARRA, José Roberto Postali. **Bioecologia e Nutrição dos Insetos: Base para o Manejo Integrado de Pragas**. Embrapa Informação Tecnológica, Brasília. 2009. ISBN: 9788573834529.

VIEIRA, Maria de Fátima; ADIS, Joachim Ulrich. Aceitabilidade alimentar de *Paulinia acuminata* (De Geer, 1773) (Orthoptera: Pauliniidae) na várzea da Amazônia Central. **Acta Amazonica**. 32(2): 333-338. 2002. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/aa/a/zSvxNRFq4yJQbPZ4hR5t6fg/?format=pdf&lang=pt>>. Acesso em 09 de jan. 2015.

SANTOS, Rodrigo Souza. Influência da Idade da Folha de *Hevea brasiliensis* (Euphorbiaceae) na Oviposição e Parasitismo de Ovos de *leptopharsa heveae* (Hemiptera: Tingidae). **Agrotropica**, 32(2): 111 - 118. 2020. Disponível em: <<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/1125206/1/27029.pdf>>. Acesso em 14 de set. 2021.

## VI. COPYRIGHT

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

## EFEITO DE CULTURAS DE COBERTURA DE OUTONO-INVERNO SOBRE A PRODUÇÃO DE SOJA E MILHO NO SUL DO BRASIL

### *EFFECTS OF ANNUAL WINTER COVER CROPS ON SOYBEAN AND MAIZE YIELD IN SOUTH OF BRAZIL*

Christiano Santos Rocha Pitta<sup>1</sup>

João de Andrade Bonetti<sup>2</sup>

Alan Lavratti<sup>3</sup>

Alexandre Friedrich Ribas<sup>4</sup>

Dheymissom Diogo Muller Bhering<sup>5</sup>

Eduardo Roncato<sup>6</sup>

**Resumo** – O objetivo deste estudo foi comparar o efeito de diferentes espécies de cobertura de inverno, manejadas com e sem cortes, na produtividade de soja e milho. Foram testados aveia preta (*Avena strigosa*) e azevém (*Lolium multiflorum*), com e sem cortes, nabo forrageiro (*Raphanus sativus*) e pousio, cultivados em dois anos na mesma área. No outono-inverno, foram estimadas a altura e a biomassa residual das pastagens. No primeiro verão, foi avaliada a soja (*Glycine max*) e os fatores de produção avaliados foram: altura da planta, número de vagens por planta, sementes por vagem, peso de 1000 sementes e rendimento de grãos. No segundo ano, foi semeado milho sob três doses de nitrogênio (0, 75 e 150 kg ha<sup>-1</sup> de N) e avaliados o número de grãos por espiga, peso da espiga e produtividade de grãos. Os maiores rendimentos de milho e soja foram observados onde a aveia preta e o azevém foram cortadas para forragem.

**Palavras-chave:** Biomassa Residual. Nabo Forrageiro. Aveia Preta. Azevém

**Abstract** - The aim of this study was to evaluate the effect of different winter cover crop species and their cut management on soybean and corn yield sowing in crop succession. Forage turnip (*Raphanus sativus*), black oat (*Avena strigosa*), ryegrass (*Lolium multiflorum*) and fallow were assessed for two years. Black oat and ryegrass were cut simulating grazing. In autumn-winter, the height and residual biomass of the pastures were estimated. In the first summer, Soybean (*Glycine max*) was sowed and the evaluated factors in the culture cycle were: plant height, pods

<sup>1</sup> Instituto Federal do Paraná, Palmas-PR. Contato: christiano.pitta@ifpr.edu.br.

<sup>2</sup> Universidade Estadual de Maringá, Maringá-PR.

<sup>3</sup> Universidade Estadual de Maringá, Maringá-PR.

<sup>4</sup> Universidade Estadual de Maringá, Maringá-PR.

<sup>5</sup> Universidade Estadual de Maringá, Maringá-PR.

<sup>6</sup> Universidade Federal do Paraná, Curitiba-PR.

*number per plant, seeds per pod, 1000-seed weight and grain yield were evaluated. In the second year, maize was sowed and three nitrogen rates (0, 75 and 150 kg ha<sup>-1</sup> of N as urea) were applied. Number of kernels per cob, cob weight and grain yield were evaluated. Higher yields of maize and soybean were observed where black oat and ryegrass were cut for forage.*

**Keywords:** Residual Biomass. Forage Turnip. Black Oat. Ryegrass

## I. INTRODUCTION

Soybean and maize are the main crops grown in Brazil occupying about 51.7 million hectares, resulting in 114.9 million tons of soybean production, and 63 and 25.6 million tons of maize production, in the first-crop and second-crop, respectively. (CONAB, 2018). Part of the success of these grain crops is due to soil management under no-tillage sowing system (NT).

In Brazil, NT occupy about 32 million ha, 62% of the agricultural area (DERPSCH *et al.*, 2014). NT offers several advantages over conventional systems, once a large amount of crop residue is left on the soil surface, improving its chemical, physical and microbiological characteristics.

Additionally, soil erosion is minimized, less fuel is required because of the one-pass operation, double-cropping can be more feasible in marginal areas where time for seedbed preparation is limited, and row drops can be planted in sod and on slopes too steep and erodible for clean tillage (MULLEN *et al.*, 2008).

Also, compaction risk is reduced and there is, better soil fertility due to the increase of organic matter deposition on the soil surface. In the southern region of Brazil, cover crops and cool-season cereals can be crop previous to soybean and maize.

The NT improve nutrient cycling and should be mandatory together with an efficient crop rotation program (LAZARO *et al.*, 2013; ASSMANN *et al.*, 2015; MORAES *et al.*, 2016; BONETTI *et al.*, 2017).

However, in southern Brazil, fallow is the dominant system during fall-winter season with soybean crop in spring-summer, although annual winter crops such as black oat (*Avena strigosa* Schreb.) and ryegrass (*Lolium multiflorum* Lam.) are sown as pasture for grazing livestock. Also, turnip (*Raphanus sativus* L.), common vetch (*Vicia sativa* L.) and hairy vetch (*Vicia villosa* Roth) are sown as winter cover crops.

In the Paraná state, second largest grain producer of the country, in summer 19,4 million of hectares are cultivated, mainly with soybean and maize. Meanwhile, only 11.8% of these areas are used in the winter period for the production of commercial crops such as oats, wheat, barley and canola (CONAB, 2020). Thus, many of these areas are underutilized during fall-winter, and can be utilized for forage species, with forage species adapted to the region, such as black oat and ryegrass, increasing performance of animal production as well as for soil cover, straw production, mulching to maintain efficiently the no-tillage.

As an alternative to this model, the Center for Technological Innovation in Agriculture (NITA-UFPR), together private companies has diffused an intensive extension program base on Integrated Crop Livestock System (ICLS) in the Brazilian subtropics, which is also indicated by the FAO as a sustainable system. (MORAES *et al.*, 2014).

The ICLS is a way to sustainable intensification of food, fuel, feed and fiber production to attend real projections of world population in 2050, of almost 10 billion people (UNITED NATIONS, 2019; FOLEY *et al.*, 2011).

The ICLS combines different crops, forages and trees with animal production resulting in a greater economic stability and risks reduction to growers (FRANZLUEBBERS, 2012). In addition, ICLS improve interactions and synergic effects between the physical, chemical and biological components of soil (ANGHINONI *et al.*, 2013).

Relative to animal production, each forage species has management techniques to improve yield. Annual cool-season forage species pasture residues range from 10 to 20 cm in height (KUNRATH *et al.*, 2014), allowing animal performance, and maintaining sufficient residue to increase crop yields in succession. These better yields happen as the systems evolves (MORAES *et al.*, 2014).

Grazing can also improve yield of subsequent crops through soil aeration and promoted hair extensive root system gives pasture to accelerate nutrient cycling in function of deposition of animal dejects and residues of forage on surface (ASSMANN *et al.*, 2014; CARVALHO *et al.*, 2010; PITTA *et al.*, 2013). This can promote lower dependence on the use of inputs, especially nitrogen (N) (MORAES *et al.*, 2014), as it is the nutrient more required by different crops, between them the maize.

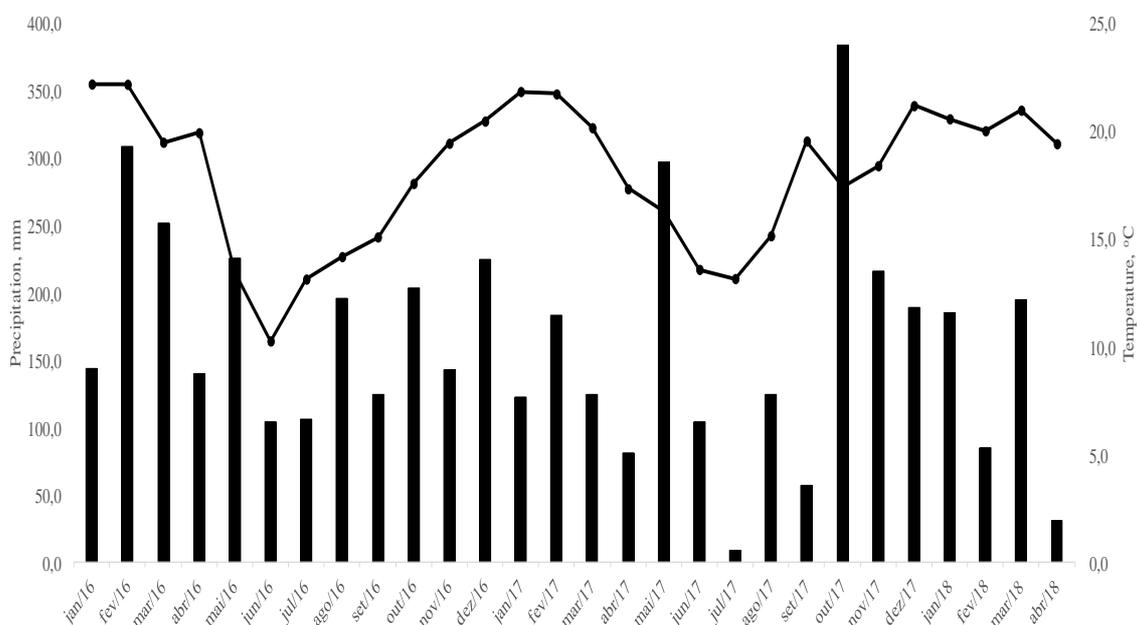
Over the last few decades, several trials have been carried out with fall-winter cover crops in Brazil and in other countries, seeking to characterize the speed of decomposition and liberation of N of their cultural residues (PETERSON *et al.*, 2020). When they are used only as cover plants, together with a single soil stirring process, a series of the improvements were perceived at the end of the season. The structure of the aggregates is the main responsible for this improvement in the carbon stocks, given that they protect the organic material from the decomposing organisms by decreasing of decomposing coefficient (ASSMANN *et al.*, 2015).

It is not known whether the above-mentioned benefits are preserved when these winter crops species are harvest to forage, as hay or silage, and how much biomass is left to soil protection. The aim of this study was to assess the effect of six different soil use in winter including black oat and ryegrass as cover crops and cut as forage, turnip as cover crop and fallow, on the yield components of soybean and corn crop. In addition, three nitrogen fertilization rates of N were tested in corn crop.

## II. METHODOLOGY

The study was performed in the experimental area of Federal Institute of Paraná - Campus Palmas, Brazil (26°30' 43.7" S 51° 59' 0.8" W) in 2016–2018, under Cfb climate (Köppen's classification), with low temperatures in winter and fair summer (mean annual 22.6 °C) and mean annual precipitation of 2142 mm (IAPAR, 2016). During our experiments, according to meteorological stations of the Paraná Meteorological System – SIMEPAR, the cumulative precipitation was 4552 mm (Figure 1).

Figure 1 - Climate conditions (temperature and precipitation) during experiments



Source: SIMEPAR 2016-2018.

The soil of this experimental area is classified as an Oxisol (SOIL SURVEY STAFF, 2014). Soil chemical characterization of 0-20 cm layer presented low aluminum saturation (0.0 cmolc dm<sup>3</sup>), high content of organic matter (40.2 g kg<sup>-1</sup>), available potassium (0.3 cmolc dm<sup>3</sup>) and low available phosphorus (6 mg kg<sup>-1</sup>). Since 2012, soybean has been cultivated under NT with black oat as the winter cover crop.

Fertilizers were applied according to the recommendation described by Oliveira (2003). Treatments consisted of were assessed during fall-winter season were common black oat (*Avena strigosa* Schreb.) and annual ryegrass (*Lolium multiflorum* Lam), both with or not harvested, forage turnip (*Raphanus sativus* L.) and fallow as check treatment, arranged in the randomized complete block design with three replications, in plots of 16 m<sup>2</sup>.

Black oat, annual ryegrass and turnip were manually sown 15 days before soybean harvest, according to the recommended densities for each species. The plots with black oat or ryegrass were top-dressed 25 days after plants emergence with 150 kg ha<sup>-1</sup> of N as urea (45% of N), 25 days after plants emergence, according to recommended. Turnip plots and fallow were not fertilized. Black oat and ryegrass were cut to 0.10 m residue height when reached 0.25 m height (ASSMANN *et al.*, 2014), removing biomass from the plots, resulting in seven cuts during winter season. In the last cut, previously to seeding of soybean in 2017 and maize in 2018, all plots of black oat and ryegrass were sampled in a 0.25 m<sup>2</sup> area to evaluate residual biomass.

After mechanical cutting, simulating hay production, the samples were dried in a constant mass in the oven with air circulation at 65 °C, to determine the dry matter biomass. Immediately afterwards, the total experimental area was sprayed with 0.72 kg ha<sup>-1</sup> of glyphosate.

Soybean cultivar Nidera 5909 was sown 30 days after desiccation, in 0.45 m between rows and density of 288,800 plants ha<sup>-1</sup>. Fertilization was performed according to recommendation described by Oliveira (2003). Soybean was harvested in an area of

16 m<sup>2</sup>. The following yield components were estimated: plant height, pods number per plant, seeds per pod, 1000-seed weight and grain yield.

After soybean harvest, the same procedures, as previously described, were taken for the sowing and management of winter cover crops sowing and your management.

The hybrid corn hybrid Syngenta Status Viptera 3 was sown 30 days after desiccation, with a row spacing of 0.80 m and 0.15 m between seeds, targeting 75,000 plants ha<sup>-1</sup>. Fertilization in seeding was top-dressed in the total experiment area, according to soil analysis, following the recommendation described by Oliveira (2003). For corn, summer treatments were arranged in factorial (6 x 3 x 3) randomized complete block design in a total area of 432 m<sup>2</sup>.

The main plots were winter cover crops divided in a three 8.0 m<sup>2</sup> subplots, doses of N-urea treatments (0, 75 and 150 kg N ha<sup>-1</sup>) where were top-dressed applied on V5-V6 growth stage.

To determine yield components of maize crop, the following parameters were estimated in entire plot: number of kernels per cob, cob weight and grain yield. Data were submitted to variance analysis by F test and, when significantly, compared by Tukey test ( $p > 0.05$ ), with STATISTIX 10 software.

### III. RESULTS

The residual biomass of black oat and ryegrass was not different ( $p > 0.05$ ) for both winters.

Table 1 - Residual biomass of black oat and ryegrass with and without cutting

Treatments	Residual biomass (DM kg ha <sup>-1</sup> )	
	Year 1	Year 2
Cuttet black oat	2.016 b	2.346 b
Cuttet ryegrass	3.799 b	3.350 b
Black oat	10.298 a	9.558 a
Ryegrass	10.378a	9.749 a

Means followed by the same letter in each column are not different by Tukey test ( $p > 0.05$ ).

Residual biomass of black oat and ryegrass with cut was lower in both years, when compared to the treatments without cut. This result is expected due biomass harvest in each cut. In addition, biomass yield of both treatments was similar among the study years, indicating yield stability. Residual biomass is also an important factor for the subsequent crop production. Biomass is needed to replenish organic matter stocks for nutrients cycling (ASSMANN *et al.*, 2015).

Considering also the residual biomass quantity for the success of NT, the values verified for the cutted areas were similar to those obtained by Flores *et al.* (2007), where the authors report that even with levels of residual straw near 2000 kg ha<sup>-1</sup> of DM, there were no differences in soil physical attributes related to compaction and subsequent grain yield impairment.

The effects of treatments of black oat, ryegrass and fallow on corn yield after nitrogen fertilization were not significant ( $p > 0.05$ ). However, the turnip, provided highest grain yields ( $p < 0.05$ ) than the other treatments without N (Table 2). Possibly,

such effect should be due to lower C/N relationship found on turnip and also happened with cut oats with a dose of 75 kg ha<sup>-1</sup> of N and oats and cut ryegrass treatments with 150 kg ha<sup>-1</sup> of N.

Table 2 - Yield corn (kg ha<sup>-1</sup>) in different management systems including fallow, black oat and ryegrass, with and without cut, and forage turnip

Treatments	N dosis (kg ha <sup>-1</sup> )		
	0	75	150
Fallow	5.794bA	6.424bA	6.466 cA
Black oat	6.206 abB	6.353 bB	7.714 abcA
Ryegrass	6.138 abB	6.660 bAB	7.499 bcA
Cutted black oat	6.567 abB	7.432 abAB	8.456 abA
Cutted ryegrass	6.392 abB	6.848 bB	8.211 abA
Forage turnip	7.431 aB	8.364 aAB	8.856 aA

Means followed by the same lowercase letter on the column and capital letter on the row are not different ( $p > 0.05$ ) by Tukey test.

As a nutrients supplier, the coverage straw must undergo the microorganisms action during the mineralization. The occurrence of this process, in turn, is related to the quality of the material as the C/N relation of straw, the lignin and polyphenols content, soil type, pH, organic matter content and other factors such as temperature and humidity (ANGHINONI *et al.*, 2013). Thus, the highest rate of decomposition is the result of more easily decomposable compounds such as amino acids, sugars and proteins, and values tend to stabilize or decrease slowly after the decomposition of these compounds due to the presence of more recalcitrant components such as lignin, tannin and cellulose (KOHMANN *et al.*, 2018).

Due to the high amount of residual biomass of the uncut and fallow treatments, these in turn, composed mainly of stem with high amount of structural material such as lignin, cellulose and hemicellulose, possibly promoted reduction of the material present in the most easily decomposable compartment and lower decomposition constants, longer half-life and lower decomposition rates, similar to that found by Pitta *et al.* (2013). Carvalho *et al.* (2010), observed that in areas without harvest or fallow, lower release rate of N residual (NR) occurs due to the higher accumulated biomass and greater N necessary to the microorganisms for degradation of dry mass (DM) and the remained dry mass (RDM).

On the other hand, similar to that occurring in grazed areas, the NR release behavior of the vegetable residues in the treatments with cut and with fertilization with 75 and 150 kg ha<sup>-1</sup> of N, followed the period of higher demand in N by commercial crops, between 29 and 82 days (DUARTE *et al.*, 2003).

In addition to the decomposition of the RDM and release of the NR from the fallow, oats and ryegrass to be slower in areas without cutting, there is greater dependence on external sources of N. The absence of N may cause greater difficulty in decomposition of remaining straw by microorganisms from the soil and lower availability of this nutrient to the growing corn plant, requiring higher amounts of

nitrogen fertilization to maintain the same yield indexes of cut areas, similar to that occurring in grazed areas.

The values of the yield components found in the turnip without N fertilization are similar ( $p > 0.05$ ) to the fallow. This fact can be justified by the mismatch between the decomposition and release of its residues, with the period of higher demand of N by corn. Heinz *et al.* (2011) observed that the highest rate of macronutrient release by the turnip crop occurred around 15 days after the management.

Table 3 - Corn yield components with different management systems of black oat and ryegrass, with and without cut, forage turnip and fallow

Treatments	Corn yield components					
	Grain number per spike			Spike weight (g)		
	0	75	150	0	75	150
	kg ha <sup>-1</sup> N					
Fallow	440aA	461abA	489aA	281aA	295abA	313aA
Black oat	417aA	417bA	466aA	266aA	265bA	296aA
Ryegrass	447aA	497abA	486aA	286aA	317abA	300aA
Cutted black oat	492aA	499abA	482aA	314aA	319abA	323aA
Cutted ryegrass	494aA	510aA	506aA	316aA	326aA	324aA
Turnip	449aB	532aA	478aAB	287aB	340aA	306aAB

Means followed by the same lowercase letter on the column and capital letter on the row are not different ( $p > 0.05$ ) by Tukey test.

These results are similar to those of Costa *et al.* (2009), which under grazing conditions and respecting the precepts of pasture management height, the authors reported that changes in soil attributes are very small and do not compromise the yield of the subsequent crop.

The effects of winter treatments were also significant ( $p < 0.05$ ) on the number of pods per plant and soybean yield (Table 4). It is suggested that the source-drain relationship was altered between plants when the type and the use of the material during the winter were modified. It was observed an increase in the number of pods per plant in treatments with cut of oats and ryegrass.

Table 4 - Soybean yield and yield components of different management systems with black oat and ryegrass, with and without cut, forage turnip and fallow

Treatments	Yield componentes			Plant height (m)	Grain yield kg ha <sup>-1</sup>
	Pods per plant	Grains per pod	1.000 grain weight (g)		
Fallow	43.0 f	1.90 b	206 <sup>ns</sup>	0.99 bc	3,743e
Black oat	55.8 c	2.04 ab	203	1.08 a	4,052 e
Ryegrass	49.2 d	2.05 a	220	1.02 bc	5,116 c
Cutted black oat	60.6 b	2.07 a	206	1.04 ab	5,681 b
Cutted ryegrass	61.9 a	2.06 a	210	0.97 c	6,126 a
Turnip	46.9 e	2.13 a	203	0.98 bc	4,458 d

Means followed by the same letter in each column are not different by Tukey test ( $p > 0.05$ ). ns = not significant.

According to FAGERIA *et al.* (2006) the period of the soybean cycle which changes the grain yield most by restriction of the source is between the stages R1 and R5, as it directly affects the number of pods, and from R6 the force of the drains is greater and not dependent of formation of new sources, but on their maintenance. In this aspect, the mass of each grain is directly dependent on the maintenance of the source until the end of the R6 stage, which may explain the absence of a thousand grain weight difference between the treatments due to the possible stabilization of the material decomposition.

Another observation by Fageria *et al.* (2006) is that the current soybean cultivars have a higher harvest index, a result of reduction of the size of the source compared to the size of the drain and that in order to sustain the increase in grain yield, had necessarily been an increase in the efficiency of the source.

The results found in this study are in accordance with HOLLAND & DETLING (1990), where the authors reported that grazing may influence organic matter decomposition and nutrient cycling rates due to changes in the quality of plant biomass remaining both above and below ground, and also by altering the soil environment for decomposition. In addition, the authors mention that the promotion of cuts in oats and ryegrass, for hay, pre-drying or silage, also allows the regrowth of plants to have a higher concentration of nutrients in the biomass, which can increase the rates of plant decomposition of these tissues.

Also, the lower C/N ratio in the plant material residue of cutting for winter forage, when compared to the uncut areas, can result in acceleration in the straw decomposition process, higher N mineralization in the soil and reducing the demand of microbial N, similar to that described by Wilson *et al.* (2018) and Carvalho *et al.* (2010) in grazing studies. In addition, residue of cutting winter forage has lower structural carbohydrate and lignin content. These values suggest that the greatest contribution to the system in the short term in areas with cutting when compared to the areas that remained without cutting, fallow or turnip, comes from the decomposition of the DM and release of the NR from the cut areas.

The values follow the review carried out by Moraes *et al.* (2014) and updated by Carvalho *et al.* (2018), who analyzed several studies of integrated crop-livestock system in southern Brazil and that the presence of grazing animals during the winter period improves the yield of the following summer crops by 3.4% on average for soybean and 10.8% to corn.

Possibly the cuts contributed to the higher N-mineral contents of these areas in relation to the no-cut treatments and fallow, and reflected to obtain superior values of yield corn and soybean.

The residual effect of N application in the areas with cutting in the corn cropped in succession, as reported by Souza *et al.* (2010) in a grazing study, possibly contributes to the all yield of the system.

In addition, the data pointed out in this study demonstrate that the participation of the NR released by the cut areas was also fundamental for the success of corn yield when compared to the no-till or fallow.

It is also suggested that, similar to what is observed in grazing areas (ANGHINONI *et al.*, 2013), cuts in oat and ryegrass forage prior to maize and soybean cropping can favor faster nitrogen cycling, stimulating its absorption by the plants and thus allowing greater use of the nutrient when compared to uncut or non-grazed areas.

#### IV. CONCLUSIONS

Areas with black oat and ryegrass harvested in the winter allow increase of grain yield of soybean and maize when compared to the areas of oats and ryegrass without cutting, fallow and turnip. This relationship allows positive alternatives in the use of forages to diversification of income, even without the grazing occurrence, without damages of crops in summer succession.

#### V. REFERENCES

- ANGHINONI, I.; CARVALHO, P. C. F.; COSTA, S. E. V. G. A. Tópicos em Ciência do Solo. In: Araújo, A. P.; Avelar, B. J. R., (Eds.) **Abordagem sistêmica do solo em sistemas integrados de produção agrícola e pecuária no subtropical brasileiro**. 8. ed. Viçosa: UFV, 2013. cap. 8, p. 221-278.
- ASSMANN, T. S.; SOARES, A. B.; FRANZLUEBBERS, A. J.; PITTA, C. S. R. *et al.* Does cattle grazing of dual-purpose wheat accelerate the rate of stubble decomposition and nutrients released? **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v. 190, p. 37-42, 2014. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2014.01.011>
- ASSMANN, J. M.; ANGHINONI, I.; MARTINS, A. P.; COSTA, S. E. V. G. A.; KUNRATH, T. R.; BAYER, C.; CARVALHO, P. C. F.; FRANZLUEBBERS, A. J. Ciclagem de carbono e nitrogênio em sistema integrado de produção soja-pecuária de corte sob diferentes intensidades de pastejo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.50, n.10, p. 967-978, 2015. <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2015001000013>
- BONETTI, J. A.; ANGHINONI, I.; ZULPO, L. Temperatura e umidade do solo em sistema de integração soja-bovinos de corte com diferentes manejos da altura do pasto. **Revista Scientia Agraria**, v. 18, p. 11–21, 2017. <http://dx.doi.org/10.5380/rsa.v18i2.51150>
- CARVALHO, P. C. F.; ANGHINONI, I.; MORAES, A.; SOUZA, E. D. *et al.* Managing grazing animals to achieve nutrient cycling and soil improvement in no-till integrated systems. **Nutrient Cycling in Agroecosystems**, v. 88, p. 259-273, 2010. <https://doi.org/10.1007/s10705-010-9360-x>
- CARVALHO P. C. F.; BARRO, R. S.; NETO, A. B.; NUNES, P. A. A. *et al.* Integrating the pastoral component in agricultural systems. **Revista Brasileira de Zootecnia** v. 47, p. 1-12, 2018. <https://doi.org/10.1590/rbz4720170001>
- CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos**. 1.ed. Brasília: Conab, v. 5., 2018.
- CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos – Safra 2019/20**.- n.6 - Brasília: Conab, v. 7, 2020.
- COSTA, A.; ALBUQUERQUE, J. A.; MAFRA, A. L.; SILVA, F. R. Propriedades Físicas do solo em sistemas de manejo na Integração Agricultura-Pecuária. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. v. 33, p. 235-244, 2009. <https://doi.org/10.1590/S0100-06832009000200001>
- DERPSCH R.; FRANZLUEBBERS, A. J.; DUIKER, S. W. *et al.* Why do we need to standardize no-tillage research? **Soil and Tillage Research** v. 137, p. 16-22, 2014. <https://doi.org/10.1016/j.still.2013.10.002>
- DUARTE, A. P.; KIEHL, J. C.; CAMARGO, M. A. F. *et al.* Acúmulo de matéria seca e nutrientes em cultivares de milho originárias de clima tropical e introduzidas de clima

- temperado. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo** v. 2-3: p. 1-19, 2003. <http://dx.doi.org/10.18512/1980-6477/rbms.v2n3p1-20>
- FAGERIA C. K. *et al.* **Physiology of crop production**. New York: Haworth Press Incorporated. p.117-130, 2006.
- FLORES, J. P. C.; ANGHINONI, I.; CASSOL, L. C.; CARVALHO, P. C. F.; LEITE, J. G. D. B.; FRAGA, T. I. Atributos físicos do solo e rendimento de soja em sistema plantio direto em integração lavoura-pecuária com diferentes pressões de pastejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 31, n. 4, p. 771-780, 2007. <https://doi.org/10.1590/S0100-06832007000400017>.
- FOLEY J. A.; RAMANKUTTY, N.; BRAUMAN, K. A. *et al.* Solutions for a cultivated planet. **Nature**, v. 478-7369, p. 337–342, 2011. <https://doi.org/10.1038/nature10452>
- FRANZLUEBBERS, A. J.; PAINE, L. K.; WINSTEN, J. R.; KROME, M.; SANDERSON, M. A.; OGLES, K.; THOMPSON, D. Well-managed grazing systems: a forgotten hero of conservation. **Journal of Soil and Water Conservation**. v. 67, p. 100–104, 2012. <https://doi.org/10.2489/jswc.67.4.100A>
- HEINZ, R.; GARBIATE, M. V.; NETO, A. L. V. *et al.* Decomposição e liberação de nutrientes de resíduos culturais de crame e nabo forrageiro. **Ciência Rural** v. 41-9, p. 1549-1555, 2011.
- HOLLAND, E. A. & DETLING, J. K. Plant response to herbivory and belowground nitrogen cycling. **Ecology** 71-3: 1040-1049, 1990.
- IAPAR - Instituto Agrônomo do Paraná (2016) Médias históricas. [http://www.iapar.br/arquivos/Image/monitoramento/Medias\\_Historicas/Palmas.htm](http://www.iapar.br/arquivos/Image/monitoramento/Medias_Historicas/Palmas.htm). Acessado em out/2020.
- KOHMANN, M.; SOLLENBERGER, L.; DUBEUX, J.; SILVEIRA, M.; MORENO, L.; DA SILVA, L.; ARYAL, P. Nitrogen fertilization and proportion of legume affect litter decomposition and nutrient return in grass pastures. **Crop Science**, 58, 2138–2148, 2018. <https://doi.org/10.2135/cropsci2018.01.0028>
- KUNRATH, T. R.; CADENAZZI, M.; BRAMBILLA, D. M.; ANGHINONI, I.; MORAES, A.; BARRO, R. S.; CARVALHO, P. C. F. Management targets for continuously stocked mixed oat × annual ryegrass pasture in a no-till integrated crop-livestock system. **European Journal of Agronomy**, v. 57, p. 71–76, 2014. <https://doi.org/10.1016/j.eja.2013.09.013>
- LAZARO R. L.; COSTA, A. C. T.; SILVA, K. F. *et al.* Produtividade de milho cultivado em sucessão à adubação verde. **Pesquisa Agropecuária Tropical** v. 43-1, p. 10–17, 2013.
- MORAES, A.; CARVALHO, P. C. F.; ANGHINONI, I.; LUSTOSA, S. B. C.; COSTA, S. E. G. A.; KUNRATH, T. R. 2014. Integrated crop-livestock systems in the Brazilian subtropics. **European Journal of Agronomy**. v. 57, p. 4–9, 2014. <https://doi.org/10.1016/j.eja.2013.10.004>
- MORAES, M. T.; DEBIASI, H.; CARLESSO, R., FRANCHINI, J. C.; SILVA, V. R.; LUZ, F. B. Soil physical quality on tillage and cropping systems after two decades in the subtropical region of Brazil. **Soil and Tillage Research**, v. 155, n. January, p. 351–362, 2016. <https://doi.org/10.1016/j.still.2015.07.015>

MULLEN, R. E. *et al.* Tillage and seeding. In: \_\_\_\_\_ Plant production systems – food, fuel, feed, fiber. Dubuque, Iowa: **Kendall/Hunt Publishing Company**, 2008. 5th ed., p.147-182.

OLIVEIRA, E. L. **Sugestão de adubação e calagem para culturas de interesse econômico no Estado do Paraná**. Londrina: Iapar, 2003. 30 p.

PETERSON, C. A.; BELL, L. W.; CARVALHO, P. C. F.; GAUDINI, A. C. M. **Resilience of an Integrated Crop–Livestock System to Climate Change: A Simulation Analysis of Cover Crop Grazing in Southern Brazil**. *Front. Sustain. Food Syst.* 4:604099., 2020. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2020.604099>

PITTA, C. S. R.; PELISSARI, A.; ADAMI, P. F. *et al.* Decomposition and nitrogen release in areas with and without grazing and its influence on corn. **Sêmima Ciências Agrárias**. v. 34, p. 905-920, 2013. <http://dx.doi.org/10.5433/1679-0359.2013v34n2p905>

RANELLS, N. N.; WAGGER, M. G. Nitrogen release grass and legume cover crop monocultures and bicultures. **Agronomy Journal, Madison**, v. 88, n. 5, p. 777-782, 1996. <https://doi.org/10.2134/agronj1996.00021962008800050015x>

SOIL SURVEY STAFF 2014. **Keys to soil taxonomy**. United States Department of Agriculture: Washington.

SOUZA, E. D.; COSTA, S. E. V. G. A.; ANGHINONI, I. *et al.* Biomassa microbiana do solo em sistema de integração lavoura-pecuária em plantio direto, submetido a intensidades de pastejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo** v. 34, p. 79-88, 2010. <https://doi.org/10.1590/S0100-06832010000100008>

WILSON, C. H.; STRICKLAND, M. S.; HUTCHINGS, J. A.; BIANCHI, T. S.; AND FLORY, S. L. Grazing enhances belowground carbon allocation, microbial biomass, and soil carbon in a subtropical grassland. **Glob. Chang. Biol.** 24, 2997–3009, 2018. <https://doi.org/10.1111/gcb.14070>

UNITED NATIONS 2019. Department of Economic and Social Affairs, Population Division. **World Population Prospects 2019: Highlights**.

## VI. ACKNOWLEDGEMENTS

For their support, Araucária Foundation and Instituto Federal do Paraná.

## VII. COPYRIGHT

The authors are solely responsible for the material included in the article.

## INOVAÇÃO TECNOLÓGICA: FERTILIZANTE FLUÍDO À BASE DE ÁCIDOS HÚMICOS E FÚLVICOS UTILIZADOS DE RESÍDUOS AGROINDUSTRIAIS

### TECHNOLOGICAL INNOVATION: FLUID FERTILIZER BASED ON HUMIC AND FULVIC ACIDS USED FROM AGROINDUSTRIAL WASTE

Gabriele Talian<sup>1</sup>  
Cristiano Reschke Lajús<sup>2</sup>  
Caroline Olias<sup>3</sup>  
Aline Vanessa Sauer<sup>4</sup>

**Resumo** – O presente trabalho teve como objetivo avaliar a influência da aplicação da solução de ácidos húmicos com diferentes aditivos na cultura da alface. O experimento foi conduzido em arranjo em faixas, com 8 tratamentos e 5 repetições. Os aditivos utilizados foram: extrato de algas (EA); ácido pirolenhoso (AP); licor negro (LN); solução de ácidos húmicos comercial (AHc). As aplicações foram realizadas semanalmente em doses de 30ml/L. Os resultados encontrados foram submetidos à análise de variância, as médias comparadas pelo Teste de Tukey ( $P \leq 0,05$ ). Houve diferença significativa entre os tratamentos. Os tratamentos T6 e T4 apresentaram as menores médias em relação às variáveis respostas: número de folhas, massa seca de parte aérea e Índice SPAD e os tratamentos T2 e T5 apresentaram as maiores médias em todas as variáveis (NF; MSPA e Índice SPAD). A aplicação de ácidos húmicos influencia positivamente na cultura da alface quando de forma isolada ou associando outros componentes.

**Palavras-chave:** Ácidos Húmicos. Resíduos Agroindustriais. Alface.

**Abstract** - The present work had as objective to evaluate the influence of the application of humic acid solution with different additives in the lettuce crop. The experiment was carried out in a striped arrangement, with 8 treatments and 5 replications. The additives used were: seaweed extract (EA); pyroligneous acid (AP); black liquor (LN); commercial humic acid solution (AHc). Applications were performed weekly in doses of 30ml/L. The results found were subjected to analysis of variance, the means compared by Tukey Test ( $P \leq 0.05$ ). There was a significant difference between treatments. Treatments T6 and T4 had the lowest means in relation to the response variables: number of leaves, shoot dry mass and SPAD index and

<sup>1</sup> Universidade Comunitária da Região de Chapecó – UNOCHAPECÓ. Contato: bitalian@unochapeco.edu.br.

<sup>2</sup> Universidade Comunitária da Região de Chapecó – UNOCHAPECÓ. Contato: clajus@unochapeco.edu.br.

<sup>3</sup> Universidade Comunitária da Região de Chapecó – UNOCHAPECÓ. Contato: caroline.olias@unochapeco.edu.br.

<sup>4</sup> Universidade Estadual Norte do Paraná UENP. Contato: aline.sauer@uenp.edu.br.

*treatments T2 and T5 had the highest means in all variables (NF; MSPA and SPAD index). The application of humic acids positively influences the lettuce crop when alone or in association with other components.*

**Keywords:** *Humic Acids. Agroindustry Sediment.*

## I. INTRODUÇÃO

O intenso crescimento do agronegócio o coloca em posição de destaque no processo de desenvolvimento do país. Notadamente, a criação, adaptação, transferência e a adoção de inovações tecnológicas possibilitaram ganhos de produtividade expressivos.

A matriz orgânica de resíduos de diversas origens designa a quantidade de ácidos húmicos e fúlvicos presentes. Entretanto essas moléculas são de grande complexidade e não estão completamente elucidadas pela ciência, os estudos relacionados à utilização dos ácidos húmicos e fúlvicos de forma isolada na agricultura são ainda incipientes. Outrossim, o número de trabalhos a campo com resultados científicos concisos é relativamente pequeno (ZANDONADI *et al.*, 2014).

Atualmente a maior problemática relacionada ao setor da agroindústria é a alta quantidade de resíduos gerados durante o processamento/beneficiamentos das matérias primas, nos mais diversos ramos. Esses resíduos podem ser reciclados por meio da compostagem, sendo transformados em insumos agrícolas (fertilizantes orgânicos), colocando à disposição dos produtores rurais um condicionador do solo de alta qualidade e reduzido custos.

A produção de resíduos orgânicos está estreitamente relacionada com o crescimento demográfico e mudanças nos mercados, nas tecnologias e produtos, acelerando a indústria no mundo todo. Existe uma preocupação quanto à destinação final desses resíduos para minimizar a poluição ambiental, visando contribuir para a sustentabilidade.

A reciclagem via utilização agrônômica, em suas múltiplas possibilidades, tem expressado maior potencial devido à melhoria das características químicas, físicas e biológicas dos solos, diminuindo custos no processo produtivo (CHACÓN *et al.*, 2011).

Junta-se a isso o fato que o Oeste de Santa Catarina, por ser considerado um polo de agroindústrias, produz um montante expressivo de resíduos orgânicos, outro sim, a agricultura nessa região é persuasiva para renda da maior parte da população.

Apesar de crescente demanda por produtos orgânico, produzidos com o máximo aproveitamento dos recursos naturais, ainda há escassos estudos que demonstrem viabilidade do incremento desses produtos, em especial ácidos orgânicos na fertirrigação de olerícolas.

Dificuldades na recomendação de forma correta fazem necessários estudos aprofundados que facilitem a separação de substâncias húmicas a fim da utilização precisa na recomendação para melhorar fertilidade do solo, conseqüentemente, aumentar produtividade para diversas culturas.

Por este motivo pesquisas nesse segmento da produção agrícola, com ênfase para a aplicação de ácidos húmicos e fúlvicos associados à adubação convencional, são de fundamental importância, pois envolvem os pilares da sustentabilidade, ou seja, produção de alimentos de forma tecnicamente adequada, ecologicamente correta, socialmente justa e economicamente viável.

Assim, pergunta-se: será possível formular a inovação tecnológica “fertilizante líquido à base de ácidos húmicos e fúlvicos de resíduos agroindustriais”?

O presente trabalho teve como objetivo avaliar influência da aplicação da solução de ácidos húmicos com diferentes aditivos na cultura da alface.

## II. METODOLOGIA

O experimento foi implantado em estufa na área experimental da empresa Ferticell, localizada em Guatambu – SC. Foram utilizadas mudas de alface do tipo americana, com 21 dias de emergência. As mudas foram replantadas em sacos do tipo slabs (0,30 x 1,5m), contendo substrato inerte Tecnomax® (pH 5,7 e CE 3,30), conforme Figura 1. Foi adotado sistema de fertirrigação por gotejamento, sendo que cada tratamento possuía registro individual para controle do experimento (Figura 2).

Figura 1 - Plantas utilizadas no experimento



Fonte: Autores, 2021.

Figura 2 - Registros individualizados para condução do experimento



Fonte: Autores, 2021.

O experimento foi conduzido em arranjo em faixas, com 8 tratamentos e 5 repetições. Os aditivos utilizados foram:

- Extrato de algas (EA);
- Ácido pirolenhoso (AP);
- Licor negro (LN);
- Solução de ácidos húmicos comercial (AHc). Os tratamentos foram:
  - T1 – Testemunha;
  - T2 – AHc;
  - T3 – AH + EA (10%);
  - T4 – AH+ EA (5%) + AP (10%);
  - T5 – AH+ EA (5%) + AP (5%) + LN (5%);
  - T6 – AH + AP (10%);
  - T7 – AHc;
  - T8 – AH extraído com KOH.

As aplicações foram realizadas via irrigação uma vez por semana em doses de 30ml/L. As variáveis analisadas foram: Número de folhas; Massa seca de parte aérea e Índice SPAD (clorofila). Os resultados encontrados foram submetidos à análise de variância e as médias foram comparadas pelo Teste de Tukey ( $P \leq 0,05$ ).

### III. RESULTADOS

A análise de variância revelou diferença significativa entre os tratamentos ( $P \leq 0,05$ ).

Tabela 1 – Resultados do experimento. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $P \leq 0,05$ )

Tratamento	Variáveis		
	Número de folhas	Massa fresca (g)	SPAD
Testemunha	11ab	89,20ab	27,80a
AH	14,25b	174,9b	24,85a
AH + EA (10%)	12ab	92,47ab	19,85a
AH+ EA (5%) + AP (10%)	9,25a	63,45a	19,45a
AH+ EA (5%) + AP (5%) + LN (5%)	13ab	135,72ab	24,80a
AH + AP (10%)	8,5a	67,37a	25,72a
AHc	12ab	106,22ab	22,12a
AH extraído com KOH	13ab	132,57ab	22,87a

Fonte: Autores, 2021.

Os tratamentos T6 e T4 apresentaram as menores médias e os tratamentos T2 e T5 apresentaram as maiores médias, em todas as variáveis. Os menores resultados podem ser justificados pela maior concentração do ácido pirolenhoso nos tratamentos com menores médias, o que pode ter causado toxicidade nas plantas.

Os maiores resultados foram associados à presença de AH, associado ou não a componentes que em concentrações adequadas aumentam CTC, retenção de cátions e disponibilização de nutrientes, favorecendo o desenvolvimento das plantas.

A observação dos benefícios dos ácidos orgânicos na interação solo-planta é antiga, os primeiros apontamentos de que extratos orgânicos poderiam atuar positivamente sobre o crescimento de plantas foram descritas há mais de 100 anos (BOTTOMLEY, 1914). No final da década de 1960 já havia trabalhos sugerindo a aplicação comercial dessas substâncias na agricultura.

Dentre os principais efeitos observados pela utilização de substâncias húmicas destaca-se desenvolvimento radicular, desenvolvimento foliar, aumento na absorção de nutrientes e regulação de enzimas importantes para o metabolismo vegetal, como, por exemplo, a H<sup>+</sup>-ATPase e nitrato redutase (ZANDONADI *et al.*, 2014).

As substâncias húmicas influenciam diretamente a estrutura física, química e microbiológica dos ambientes onde estão presentes, assim como afetam o metabolismo e o crescimento das plantas (CANELLAS *et al.*, 2005). A adição de substâncias húmicas é fundamental à qualidade do solo, caracterizando-se pela liberação gradativa de nutrientes, que reduz processos como lixiviação, fixação e volatilização (CARVALHO, 2010).

Nannipieri *et al.*, (1993) atribuíram efeitos das substâncias húmicas sobre o metabolismo das plantas. Hipóteses sugerem que o ácido húmico favorece o crescimento vegetal apresentando melhores rendimentos nas biomassas dos órgãos vegetais e maiores taxas de crescimento (altura da planta e comprimento radicular) (CANELLAS *et al.* 2012) apresentando efeito análogo às auxinas em estimular o crescimento de raízes e partes aéreas (BALDOTTO; BALDOTTO, 2013).

Diversos mecanismos que não foram totalmente elucidados indicam influência positiva sobre o transporte de íons facilitando a absorção; aumento da respiração e a velocidade das reações enzimáticas do ciclo de Krebs; aumento no conteúdo de clorofila; aumento na velocidade e síntese de ácidos nucléicos; efeito seletivo sobre a síntese protéica e aumento ou inibição da atividade de diversas enzimas. Todavia, os alvos moleculares primariamente envolvidos nessas respostas não foram ainda elucidados (FAÇANHA *et al.*, 2002).

Ordens de melhoria física ocorrem através da maior retenção de água, melhoria da aeração e, ainda, uma maior resistência à erosão devido às suas partículas coloidais, capazes de formar uma emulsão quando encontradas em contato com a água. As influências nas melhorias químicas ocorrem em função da atuação como agentes complexantes, o que desfavorece a manutenção de íons metálicos na solução do solo e promovendo redução da toxidez destes elementos. Destaca-se também o aumento do poder tampão dos solos, reduzindo as variações de pH do meio (CARON; GRAÇA; CASTRO, 2015).

Acrescente-se ainda que às interferências sobre o metabolismo das plantas, devido à sua alta capacidade de troca catiônica, possuem a propriedade de complexar e, com isso, disponibilizar cátions às plantas, principalmente micronutrientes. Estas interferências não só estão relacionadas com os nutrientes que os ácidos fornecem para as plantas, como também explicado devido ao estímulo direto no desenvolvimento e no metabolismo das plantas (CARON; GRAÇA; CASTRO, 2015).

É possível observar efeitos positivos na germinação de sementes, no crescimento inicial das raízes, na biomassa da planta e no auxílio na defesa da planta contra estresses. O crescimento, o padrão de formação e a diferenciação dos órgãos vegetais são etapas do desenvolvimento vegetal alterados, frequentemente, pelas substâncias húmicas (CANELLAS *et al.*, 2005). A ação estimulante pode ser atribuída, em geral, a um efeito direto dos hormônios vegetais ou ainda no comportamento hormonal das plantas (CHEN; AVIAD, 1990), em especial ao hormônio auxina, que pode ser estimulado na presença de ácidos húmicos, resultando em crescimento do sistema radicular das plantas (TREVISAN *et al.*, 2010).

Segundo Vaughan *et al.*, (1985), as substâncias húmicas influenciam em processos de formação das proteínas, aumentando a síntese das enzimas invertase e peroxidase, porém, sem agir na síntese de fosfatase e na incorporação de aminoácidos em proteínas, atuando, portanto, na formação de um novo RNA. Elas também possuem efeitos semelhantes aos hormônios vegetais, como auxinas citocininas e giberelinas que são observados em plantas tratadas com frações de ácidos húmicos e ácidos fúlvicos.

Segundo Chen e Aviad (1990), alguns parâmetros em condições de laboratório são influenciados pelas substâncias húmicas, tais como aumento no comprimento e peso de brotos, enraizamento, crescimento da plântula, inflorescência e absorção de nutrientes. Efeitos diretos ou indiretos favoráveis também são observados, em resposta à aplicação de substâncias húmicas.

As vantagens da adubação orgânica são indiscutíveis, pois trazem benefícios de ordem física, química e biológica para o solo (VALADÃO *et al.*, 2011). Na adubação mineral, são utilizados compostos de alta solubilidade e concentração, as formulações e quantidades de adubos a serem empregadas são desenvolvidas buscando fornecer somente o que a determinada cultura necessita para produzir. Já na adubação orgânica, a dinâmica é diferente da utilizada nos adubos industriais, no qual o objetivo é suprir as plantas, já a adubação orgânica busca o equilíbrio entre os diferentes constituintes do solo (OLIVEIRA, 2011).

Em 2004, o Decreto nº 4954 de 14/01 aprovou o regulamento da Lei nº 6894 de 16/12/80 (BRASIL, 2004). Neste decreto, os fertilizantes orgânicos são considerados

como produtos de natureza fundamentalmente orgânica, obtidos por processo físico, químico, físico-químico ou bioquímico, natural ou controlado, a partir de matérias-primas de origem industrial, urbana ou rural, vegetal ou animal, enriquecido ou não de nutrientes minerais.

Para os resíduos agroindustriais e industriais, a composição varia em função da qualidade e do grau de processamento. A uma gama de resíduos disponíveis e os mais utilizados são bagaços de cana, bagaços de cana hidrolisados, resíduos de algodão, casca de café, bagaços de uva, subprodutos da indústria cervejeira, borra de café, resíduos de matadouros e indústria de carnes e subprodutos da indústria de frutas e legumes (LACERDA; SILVA, 2014).

A promessa no aumento da produção, com aplicação de tais produtos, não parecem ser suficientes para compensar os maiores custos de produção dos fazendeiros (OLIVEIRA, 2011).

Levando em consideração essa afirmação, existem alguns desafios a serem superados, como o desequilíbrio de nutrientes em resíduos orgânicos, concentrações de nutrientes relativamente baixas, a natureza muitas vezes volumosa de fertilizantes orgânicos tornando-se mais difícil o transporte e a distribuição de forma eficiente, falta de conhecimento técnico quanto à quantidade, época e modo de aplicação (CARVALHO, 2010).

Liu *et al.*, (2009), aconselham a combinação de condicionadores orgânicos com fertilizantes minerais para estratégias de adubações mais sustentáveis. A dificuldade na recomendação de uma adubação orgânica de forma correta, devido à complexidade de suas moléculas e diferentes fontes de matéria-prima fazem necessários estudos aprofundados que facilitem a separação de substâncias húmicas, a fim da utilização precisa na recomendação para melhorar fertilidade do solo e conseqüentemente aumentar produtividade para diversas culturas.

Os resultados obtidos na pesquisa estão de acordo com diversos autores aos quais analisaram o poder das substâncias húmicas em diferentes culturas, métodos de cultivos, doses e matérias primas. Estudo com doses similares mostram melhores respostas com a adição de substâncias húmicas com dose de 20 mg/L, os autores observaram maior crescimento de azevém em solução nutritiva acrescida de substâncias húmicas (SILVA *et al.*, 2000), corroborando as informações da literatura de que as substâncias húmicas influenciam positivamente o crescimento das plantas, as quais são citadas por diversos autores ao longo dos anos (VAUGHAN *et al.*, 1985; TAN, 1998; NARDI *et al.*, 2000).

#### IV. CONCLUSÃO

Dessa maneira, foi possível concluir que no estudo realizado a aplicação de ácidos húmicos influencia positivamente na cultura da alface quando realizada de forma isolada ou associando outros componentes.

#### V. REFERÊNCIAS

- BALDOTTO, M. A.; BALDOTTO L. E. B. Ácidos húmicos. **Revista Ceres**, v. 61, n. 7, p. 856-881, 2014.
- BALDOTTO, M. A.; BALDOTTO, L. E. B. Gladiolus development in response to bulb treatment with different concentrations of humic acids. **Revista Ceres**, v. 60, p. 138-142, 2013.
- BOTTOMLEY, W. B. The significance of certain food substances for plant growth. **Proceedings of the Royal Society of London**, n. 88, p. 237-247, 1914.

BRASIL. **Decreto n. 4954, de 14 de janeiro de 2004.** Aprova o regulamento da Lei nº 6.894, de 16 de dezembro de 1980, que dispõe sobre a inspeção e fiscalização da produção e do comércio de fertilizantes, corretivos, inoculantes ou biofertilizantes destinados à agricultura. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, 15 jan. 2004.

CANELLAS, L. P. SANTOS, G. A. **Humosfera:** tratado preliminar sobre a química das substâncias húmicas. Campos dos Goytacazes: CCTA, 2005. 309 p.

CANELLAS, L. P. *et al.*, Chemical properties of humic matter as related to induction of plant lateral roots. **European Journal of Soil Science**, v. 63, p. 315- 324, 2012.

CARON, V. C.; GRAÇAS, J. P.; CASTRO, P. R. C. **Condicionadores do solo:** ácidos húmicos e fúlvicos. Piracicaba: ESALQ - Divisão de Biblioteca, 2015, 46 p.

CARVALHO, E. R. **Fertilizante mineral e resíduo orgânico sobre características agrônômicas da soja e nutrientes no solo.** Dissertação (Mestrado em Agronomia/Fitotecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2010.

CHACÓN, E. A. V. *et al.*, Decomposição de fontes orgânicas e mineralização de formas de nitrogênio e fósforo. **Revista Ceres**, v. 58, n.3, p. 373-383, 2011.

CHEN, Y.; AVIAD, T. Effects of humic substances on plant growth. In: MaCCARTHY, P.; CAPP, C. E.; MALCOLM, R. L. & BLOOM, P. R., eds Humic substances in soil and crop sciences: selected readings. Madison, **American Society of America**, 1990. p. 161-186.

CHEN, Y.; CLAPP, C. E.; MAGEN, H. Mechanisms of plant growth stimulation by humic substances: The role of organo-iron complexes. **Plant Nutrition and Soil Science**, v. 50, n. 7, p. 1089-1095, 2004.

FAÇANHA, A. R. *et al.*, Bioatividade de ácidos húmicos: efeitos sobre o desenvolvimento radicular e sobre a bomba de prótons da membrana plasmática. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 37, n. 9, p. 1301-1310, 2002.

LACERDA J. J.; SILVA, D. R. G. **Fertilizantes orgânicos:** usos, legislação e métodos de análise. Boletim técnico nº 96, p. 1-90. Lavras, 2014.

LIU, C. H.; COOPER, R. J.; BOWMAN, D. C. Humic acid application affects photosynthesis, root development, and nutrient content of creeping bentgrass. **HortScience**, v. 33, p. 1023-1025, 1998.

NANNIPIERI, P. *et al.*, **Proprietà biochimiche e fisiologiche della sostanza organica.** Bologna, p. 67-78, 1993.

OLIVEIRA, E. A. B. **Avaliação de método alternativo para extração e fracionamento de substâncias húmicas em fertilizantes orgânicos.** Dissertação (Mestrado em Agricultura tropical e subtropical) – Instituto Agronômico, Campinas, 2011.

SILVA, R. M. da. *et al.*, Produção de alface cultivado em solução nutritiva completa com adição de substâncias húmicas extraídas de sete carvões minerais. **Revista Científica Rural**. v. 5, n. 1, p. 13-23, 2000.

TREVISAN, S. *et al.*, Humic substances induce lateral root formation and expression of the early auxin-responsive IAA 19 gene and DR5 synthetic element in Arabidopsis. **Plant Biology**, Berlin, v. 12, p. 604-614, 2010.

VALADÃO, F. C. A. *et al.*, Variação nos atributos do solo em sistemas de manejo com adição de cama de frango. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 35, n. 6, p. 2073-2082, 2011.

VAUGHAN, D.; MALCOM, R. E.; ORD, B. G. Influence of humic substances on growth and physiological processes. **Soil Organic Matter and Biological Activity**, p. 37-76, 1985.

ZANDONADI, D. B. *et al.*, Ação da matéria orgânica e suas frações sobre a fisiologia de hortaliças. **Horticultura Brasileira**, v. 32, n. 1, p. 14-20, 2014.

#### VI. AGRADECIMENTOS

O presente estudo foi possível devido o apoio acadêmico da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001, à Fundação Araucária pelo apoio financeiro para a publicação e ao CNPq com a concessão de bolsa.

#### VII. COPYRIGHT

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

## CARACTERIZAÇÃO DE BIOFILMES À BASE DE AMIDO DE MANDIOCA E GLICEROL

### CHARACTERIZATION OF BIOFILMS PRODUCED FROM CASSAVA STARCH AND GLYCEROL

Neusa Maria Pavão Battaglini<sup>1</sup>  
Carlos Alberto Fonzar Pintão<sup>2</sup>  
Ana Paula Cerino Coutinho<sup>3</sup>

**Resumo** – Este trabalho teve como objetivos elaborar filmes biodegradáveis à base de amido de mandioca e avaliar o efeito da adição de glicerol nas suas propriedades mecânicas. Os filmes foram preparados pelo processo de casting usando amido de mandioca, água destilada na proporção de 1:5 (20g de amido/100 g de água) e o plastificante glicerol em diferentes concentrações (0, 10, 20 g de plastificante/100g de amido). Os filmes foram caracterizados quanto à espessura, propriedades mecânicas e análise morfológica. Os filmes apresentaram pequena variação na espessura, boa maleabilidade e ligeiramente translúcidos. As diferentes concentrações utilizadas de glicerol não interferiram significativamente nos parâmetros associados a endoterma de gelatinização e na elongação. Não houve diferenças significativas nas características morfológicas dos grânulos de amido com a adição do plastificante glicerol.

**Palavras-chave:** Amido de Mandioca. Biofilme. Plastificante.

**Abstract** - The objective of this study was to develop biodegradable films based on cassava starch and evaluate the effect of the addition of glycerol on their mechanical properties. The films were prepared by the casting process using cassava starch, distilled water in the rate of 1:5 (20g of starch/100g of water) and different concentration of glycerol (0, 10, 20 g of plasticizer/100g of starch). The films were characterized in terms of thickness, mechanical properties and morphological analysis. The films were slightly translucent, had good malleability and showed little variation in thickness. The different concentrations of glycerol did not significantly interfere in the parameters associated with the elongation and gelatinization endotherm. There was no significant difference in the morphological characteristic of the starch granules with the addition of the plasticizer glycerol.

**Keywords:** Cassava Starch. Biofilms. Plasticizer.

<sup>1</sup> UNESP - Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”. Contato: neusa.battaglini@unesp.br.

<sup>2</sup> UNESP - Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”. Contato: carlos.fonzar@unesp.br.

<sup>3</sup> Universidade do Sagrado Coração. Contato: anapaulacerino@ig.com.br.

## I. INTRODUÇÃO

Materiais plásticos derivados do petróleo apresentam boas propriedades, baixo custo e fácil processamento, porém não se degradam facilmente, ocasionando sérios problemas ambientais (AVELLA *et al.*, 2005). No Brasil, apenas uma pequena parcela do total de plásticos rígidos e filmes flexíveis produzidos é reciclada (MARQUES, 2018). Plásticos biodegradáveis especialmente de fontes naturais renováveis têm despertado interesse no desenvolvimento de novas tecnologias que visam, entre outros aspectos, a preservação do meio ambiente e a substituição de plásticos derivados do petróleo (SILVA, 2011). Um material biodegradável bastante promissor para o desenvolvimento de filmes biodegradáveis é o amido de mandioca (*Manihot esculenta*), devido ao seu baixo custo e abundância (MARQUES, 2018). O Brasil, segundo dados do IBGE (2020), produziu em 2020 aproximadamente 19 milhões de toneladas por mês de mandioca. O emprego do amido de mandioca para a produção de embalagens biodegradáveis tendo sido estudado por vários pesquisadores brasileiros (MALI *et al.*, 2010; SOUZA *et al.*, 2011; FARIAS *et al.*, 2012; ROCHA *et al.*, 2014). Filmes elaborados a base de amido são facilmente degradáveis, mas apresentam algumas desvantagens: não possuem boa flexibilidade e são pouco resistentes. Para melhorar as propriedades mecânicas, a flexibilidade e o contato com a água, são necessários tratamentos especiais como a adição de cargas, fibras, plastificantes e outros aditivos (JANE *et al.*, 1999). Filmes de amido sem plastificante são resistentes e elásticos e, à medida que aumenta o teor de plastificante, eles tornam-se mais flexíveis e deformáveis (MALI *et al.*, 2004); (MALI *et al.*, 2005). Porém, dependendo da concentração do plastificante, pode ocorrer um efeito chamado antiplastificante, isto é, ao invés de aumentar a flexibilidade e a hidrofiliidade deles, produzem um efeito contrário (GAUDIN *et al.*, 1999, 2000). Isso, geralmente, ocorre quando são empregadas pequenas concentrações de plastificante (abaixo de 20g por 100g de amido). Nesse caso, o plastificante não interage com a matriz polimérica de maneira eficaz suficientemente para que haja aumento na mobilidade molecular, aumentando apenas o grau de interações e a rigidez da matriz. Este fenômeno depende fortemente das condições de armazenamento (MALI *et al.*, 2005). Os plastificantes mais indicados para serem empregados em filmes de amido são os polióis como o glicerol e o sorbitol, no entanto os efeitos provocados pelo glicerol são mais acentuados (MALI *et al.*, 2005); (MALI *et al.*, 2010). Porém, as propriedades mecânicas podem ser consideradas com maiores restrições, pois em geral esses filmes devem ser resistentes à ruptura e à abrasão para que protejam e reforcem a estrutura de armazenamento dos alimentos e que sejam flexíveis para adaptar-se a possíveis deformações sem se romperem (SOBRAL, 2000). As propriedades mecânicas dependem fortemente da formulação (macromolécula, plastificante, ajustador de pH) e do processo de obtenção. O teor de plastificante pode alterar o perfil de propriedades mecânicas de um filme de amido. Outros fatores importantes nos biofilmes são a espessura e a gramatura. (CUQ *et al.*, 1996). O controle da espessura é importante para avaliar a uniformidade desses materiais, a repetibilidade da medida de suas propriedades e a validade das comparações entre filmes. O controle da espessura dos filmes é difícil, principalmente nos processos de produção do tipo casting (desidratação de uma solução filmogênica sobre placa de Petri) (SOBRAL, 1999). A espessura influencia as propriedades mecânicas, principalmente a força na perfuração e a permeabilidade ao vapor de água de filmes hidrofílicos. Quanto maiores as espessuras, mais resistentes à perfuração são os filmes e maior a sua permeabilidade ao vapor de água. (GALDEANO, 2007). Pela lei de difusão de Fick e a lei de sorção de Henry, a taxa de permeabilidade ao vapor de água (TPVA) de um filme plástico

sintético varia com o inverso da sua espessura, enquanto que a permeabilidade ao vapor de água (PVA) deve ser constante (CUQ *et al.*, 1996).

Casarin *et al.*, (2013) avaliaram a biodegradação de filmes em contato com o solo observando mudanças nas propriedades térmicas e mecânicas para sacolinhas plásticas de supermercados. Foram utilizados quatro tipos diferentes de sacolinhas plásticas: duas confeccionadas com o polímero Polietileno (PE), sacolinha tradicional, uma de polímero biodegradável e outra oxi-biodegradável. Verificaram que, no caso das sacolinhas biodegradáveis, houve uma queda gradativa nas propriedades mecânicas ao longo do ensaio de biodegradação. Quanto às propriedades térmicas, a temperatura de fusão das sacolinhas de PE, não se alterou, permanecendo em torno de 128°C. A sacolinha oxi-biodegradável teve o mesmo comportamento. Para as sacolinhas biodegradáveis observou-se uma variação na temperatura de fusão em torno de 3°C após 300 dias em contato com o solo.

Como objetivo desse trabalho, com base na produção de filmes biodegradáveis à base de amido de mandioca com adição do plastificante glicerol realizamos a caracterização deles em relação a suas propriedades mecânicas e morfológicas devido a modificação da concentração do plastificante.

## II. MATERIAIS E MÉTODOS

### 2.1 – Materiais

O amido de mandioca usado para a formulação dos biofilmes foi cedido pelo Centro de Raízes e Amidos Tropicais–CERAT–Unesp/Botucatu e o glicerol usado como plastificante foi obtido da Synth (São Paulo- SP).

### 2.2 – Produção dos filmes

Os filmes foram preparados segundo a técnica de casting, empregando água destilada como solvente. Foram preparadas soluções filmogênica (SF) usando o amido de mandioca, água destilada na proporção de 1:5 e glicerol como agente plastificante nas concentrações 0%, 10% e 20% em relação à massa de amido conforme a Tabela 1.

Tabela1- Produtos e quantidades utilizadas na formulação do biofilme

Amostra	Amido (g)	Água(g)	Glicerol(g)
0%	20	100	0,0
10%	20	100	2,0
20%	20	100	4,0

As soluções filmogênicas (SF) foram aquecidas, sob agitação manual por 15 min, em banho-maria até a temperatura gelatinização. A temperatura de gelatinização foi determinada em ensaios preliminares por análises de calorimetria exploratória diferencial (DSC) utilizando-se o Analisador Térmico Simultâneo NETZSCH STA 409. Cerca de 35,6; 27,5 e 34,3 mg das soluções foram colocadas em cadinhos de alumínio e aquecidas de 30 a 600°C a taxa de aquecimento de 10°C/min em atmosfera de N<sub>2</sub> a uma razão de fluxo de 60 mL/min.

Após a gelatinização, alíquotas de 10 ml da solução foram espalhadas em placas de Petri de vidro de 9 cm de diâmetro para desidratação em estufa com circulação de ar forçada a 40°C até massa constante. Após a desidratação das soluções filmogênicas, as placas foram armazenadas, por 48 h, em dessecadores até a retirada dos filmes.

## 2.3 – Caracterização dos filmes

### 2.3.1 – Espessura

A espessura dos filmes foi determinada utilizando-se um micrômetro com precisão de  $\pm 0,01$  mm (modelo MDC-25 mm Mitutoyo) em 10 pontos aleatórios sobre a área de cada amostra de filme. A espessura de cada filme foi calculada pela média aritmética das 10 medidas.

### 2.3.2 – Microscópio eletrônico de varredura (MEV)

A morfologia dos filmes elaborados foi analisada em microscópio eletrônico de varredura (MEV) - EVO LS15 da Zeiss. As amostras foram metalizadas com plasma de ouro durante 60s no equipamento Q 150R ES da Quorum e as imagens obtidas com energia de 15 keV e com ampliações de 4000 vezes.

### 2.3.3 – Propriedade mecânica

Para as medições do módulo de elasticidade ( $E$ ) foi usado um sistema construído por Pintão e Cardoso (2017) a partir do equipamento PASCO – modelo N° AP-8214 para a fixação das amostras dos polímeros preparados e obtenção dos dados força e deformação do material (Figura 1). Um micrômetro foi utilizado para medidas do comprimento, largura e espessura para determinar a área da seção transversal retangular ( $A$ ) e o comprimento ( $L_0$ ) das amostras antes que a força de tração fosse aplicada. Considerou-se a amostra como sendo uma barra prismática, com seção transversal uniforme de área  $A$  e comprimento  $L$ . Quando a amostra foi submetida a uma força aplicada de tração  $F$  por meio do sensor de força em uma de suas extremidades e a outra presa à mesa XY, (Figura 1) houve uma elongação  $\Delta L$ .

A partir da relação entre  $F$  e  $\Delta L$ , cuja constante de proporcionalidade depende do módulo de elasticidade ( $E$ ), da área da seção transversal ( $A$ ) e do comprimento da amostra ( $L$ ) que está submetida à tração, chegou-se a equação (2) demonstrada e utilizada por Pintão e Cardoso (2017) para o cálculo do módulo de elasticidade ( $E$ ).

Substituindo os valores da área transversal ( $A$ ), usando  $B^*$  e o fator de calibração do sensor de força ( $f$ ), na equação (1) obtiveram a equação (2) para o cálculo de  $E$ :

$$F = \frac{2EA}{L} \Delta L = B^* \Delta L \quad (1)$$

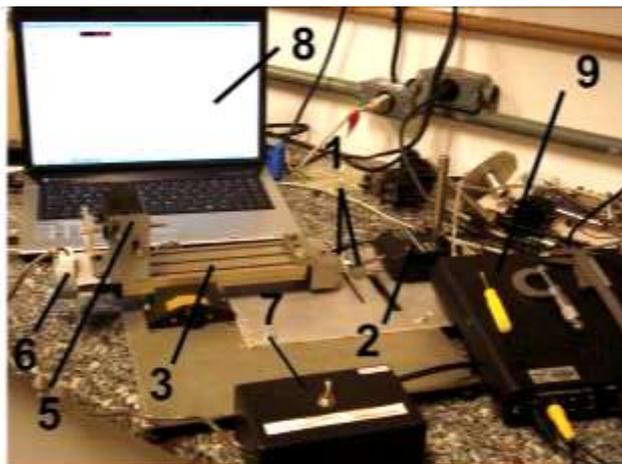
$$E = \frac{B^* L}{2A} f \quad (2)$$

As grandezas  $F$  e  $\Delta L$  foram obtidas por meio de sensores de força e de movimento rotacional acoplados no sistema e o fator de calibração ( $f$ ) determinado foi 11.0697.

As medidas para obter os parâmetros largura e espessura para determinar a área da seção transversal retangular ( $A$ ) e o comprimento ( $L_0$ ) no instante em que a força de tração é aplicada foram feitas com um micrômetro e paquímetro com precisão de  $\pm 0,01$  mm e 0,05mm respectivamente.

As amostras foram fixadas em um agarra na mesa XY e presas pelo sensor de força sem tração. O comprimento final depois de aplicar força de tração ( $L$ ) foi obtido a partir da curva obtida da força  $F$  (N) em função do ângulo  $\varphi$  (rad) e corresponde a soma ( $L_0 + \varphi$  [0, 00016 m]). No início de cada medição o sensor de força foi zerado.

Figura 1 - Sistema para medir módulo de elasticidade



Fonte: Pintão e Cardoso, 2017, p. 184.

A identificação de cada componente do sistema é dado pelos números indicados na Figura 1: (1) Peças de fixação das amostras; (2) Sensor de força (*FS-PASCO: CI6537*); (3) Mesa XY; (4) Amostras; (5) Sensor de movimento (*RMS-PASCO:CI6538*); (6) Motor para movimentar a mesa XY; (7) Chave para acionar o motor; (8) Computador com software específico; (9) Interface (*PASCO: CI7650-750*).

Kotz *et al.*, (2018) também projetaram uma máquina para testes de tração de polímeros, em especial, papel industrializado tipo A4 utilizado para deposição de filmes finos de grafite obtidos de lápis. Então, eles estudaram o comportamento mecânico: deformações e módulo de elasticidade para 10 corpos de provas.

### III. RESULTADOS

#### 3.1 – Temperatura de gelatinização

A temperatura em que os grânulos de amido aquecido na dispersão de água passam por transição do estado cristalino para um gel é chamada de temperatura de gelatinização, quando determinada sob uma condição definida, indica a faixa de temperatura de gelatinização que é característica do tipo do amido e da heterogeneidade na população de grânulos. Como os grânulos de amido individuais sofrem gelatinização a uma temperatura específica dentro de uma determinada faixa de variação, o endoterma do gel obtido é amplo e pode-se a partir dele obter os valores das temperaturas de gelatinização de início ( $T_0$ ), de pico ( $T_p$ ) e final ( $T_F$ ) (NWOKOCHA *et al.*, 2009).

A Figura 2 mostra o endoterma de gelatinização para as soluções filmogênicas preparadas com amido de mandioca puro e com a adição do plastificante glicerol nas concentrações 10 e 20% em relação à massa do amido. Os parâmetros de gelatinização foram calculados pelo software *TA Analysis-Netzsch* e estão apresentados na Tabela 2.

As soluções preparadas apresentaram faixa de temperatura de gelatinização ( $\Delta T = T_F - T_0$ ) muito próximas, como pode ser observado na Tabela 2. As temperaturas variaram muito pouco mesmo com a adição do plastificante glicerol. De acordo com Chang *et al.* (2006), isso ocorre quando são usados água e plastificante glicerol em pequenas quantidades, fenômeno conhecido como antiplastificação.

Figura 2- Endotermas de gelatinização do amido de mandioca puro e com plastificante

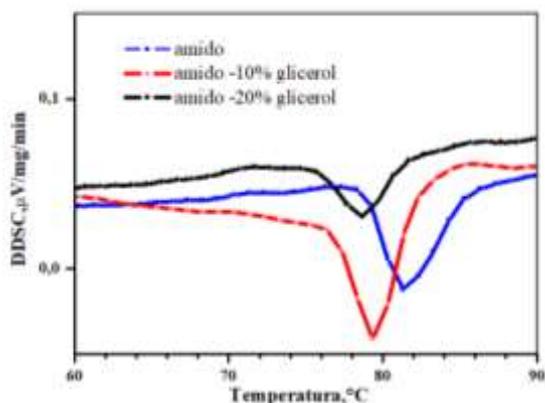


Tabela 2 - Propriedades de gelatinização: Temperaturas inicial ( $T_0$ ), de pico ( $T_P$ ) e final ( $T_F$ )

Soluções filmogênicas	$T_0$ (°C)	$T_P$ (°C)	$T_F$ (°C)	$T_F - T_0$ (°C)
0% de glicerol/amido	79,0	80,6	85,6	6,6
10% de glicerol/amido	77,0	78,9	82,5	5,5
20% de glicerol/amido	75,9	79,7	81,2	5,3

Fonte: Autores, 2019.

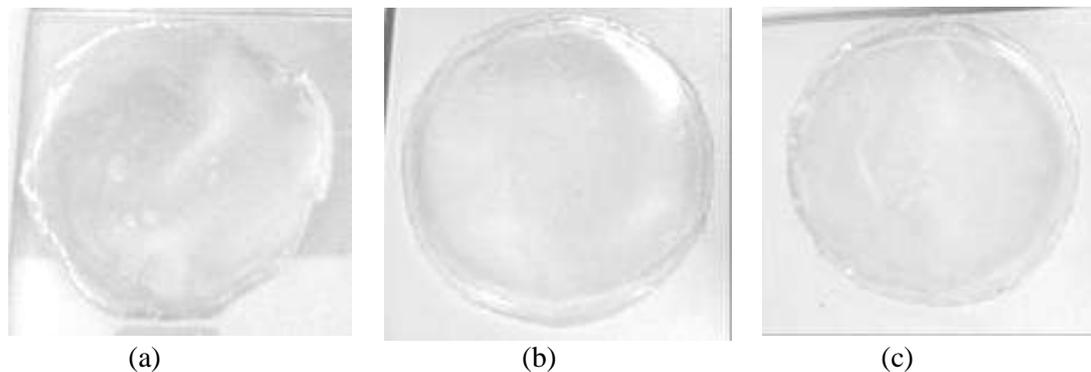
Viegas (2016) preparou biofilmes a partir da mistura de amido de mandioca e quitosana e obteve, para o amido de mandioca, temperatura inicial ( $T_0$ ) 50,8°C e para temperatura de pico ( $T_P$ ) 98,2°C. Segundo Singh *et al.* (2003), o amido com alto teor de amilose tem maior região amorfa e perde a região de cristalinidade a uma temperatura de gelatinização menor.

Silva *et al.* (2012) encontraram, para amidos extraídos de três variedades de mandioca, os valores para temperatura de início ( $T_0$ ) 60,47; 68,26 e 67,70°C. Para temperatura de pico ( $T_P$ ) 74,82; 74,73 e 73,73°C. Para temperatura final ( $T_F$ ) 81,56; 83,47 e 83,90°C. Os valores obtidos neste trabalho são próximos os valores encontrados por esses autores.

### 3.2 – Filmes produzidos

Na Figura 3 estão mostradas as fotos dos filmes produzidos pelo processo casting a partir do amido de mandioca com adição e sem adição do plastificante glicerol.

Figura 3 – Fotos dos filmes biodegradáveis à base de amido de mandioca, água e glicerol: a) Filme com 0% de glicerol; b) Filme com 10% de glicerol; c) Filme com 20% de glicerol



Fonte: Autores, 2019.

### 3.2.1 – Caracterização dos Filmes

Os filmes preparados com adição do plastificante não apresentaram ruptura após a secagem, mostraram-se ligeiramente mais translúcidos, com boa maleabilidade e flexibilidade e com maior facilidade de remoção das placas de Petri. O filme preparado sem o plastificante mostrou-se quebradiço. Shimazu *et al.*, (2007; Faria (2016) relataram resultados semelhantes a este estudo.

Os valores médios da espessura dos filmes preparados foram: (0,61±0,03) mm para o filme sem adição do plastificante, (0,63±0,03) mm para filmes com adição de 10% de glicerol e (0,66 ± 0,03) mm para filmes com adição de 20% de glicerol. A adição do plastificante na formulação resultou filmes com pequenas variações de espessura o que pode ser atribuído à dificuldade de controle no espalhamento das soluções na placa de Petri com a concentração de plastificante. Shimazu *et al.*, (2007) também encontraram resultados em que filmes com maior teor de plastificante apresentaram a maior espessura. O mesmo comportamento foi observado por Marques (2018) em seu trabalho sobre filmes à base de mandioca reforçados por nanofibras de celulose de rami. De acordo com Zavareze *et al.*, 2012, Souza, Silva e Druzian, 2012; López *et al.*, 2011; Wang, Jin e Yuan, 2007, a variação da espessura dos filmes quando a mesma quantidade de solução com diferentes concentrações é espalhada na placa pode ser explicada devido ao aumento do teor de sólidos totais presentes nas soluções com maior concentração do plastificante.

### 3.2.2 – Medida do módulo de elasticidade a tração ( $E$ )

As medições do módulo ( $E$ ) foram feitas com o equipamento da Figura 1. Neste estudo, os limites de elasticidade não foram ultrapassados e não foram determinadas as forças de ruptura para as amostras dos filmes elaborados. O filme elaborado sem o plastificante ficou muito quebradiço não sendo possível recortá-lo para fixá-lo ao equipamento para os ensaios.

A partir da curva da força ( $F$ ) em função da posição angular ( $\varphi$ ) obtida para cada um dos filmes, obteve-se os valores de  $B_0$  correspondente a inclinação das retas ajustadas aos valores experimentais quando apresentaram comportamento linear característico de regime elástico. A inclinação  $B_0$  apresenta unidades expressas em N/rad. Usando a expressão  $B^*=B_0 (1/0,000160)$  obteve-se os valores na unidade N/m. A equação (2) foi então usada para calcular o valor de  $E$ .

Na Tabela 3 estão apresentados os resultados obtidos. Observa-se que não houve diferença significativa no aumento da elongação com a concentração de glicerol.

Tabela 3 - Propriedades mecânicas dos filmes biodegradáveis a base de amido de mandioca com diferentes concentrações de glicerol

Glicerol (%)	Elongação (%)	Módulo de elasticidade (MPa)
10	0,21	398 ± 30
20	0,25	263 ± 22

Fonte: Autores, 2019.

Estudos realizados por Shimazu, A. A.; Mali, S.; Grossmann, M. V. E.(2007) com filmes plastificados com glicerol, observaram que o aumento da elongação (flexibilidade), em relação aos filmes não plastificados foi dependente da concentração do plastificante como também da atividade da água.

Moraes, (2009) verificou que filmes contendo 0,20 g de glicerol por g de fécula seca apresentaram maiores tensões de ruptura, menores alongamentos de ruptura e foram significativamente mais rígidos quando comparados com os filmes com 0,30 g de

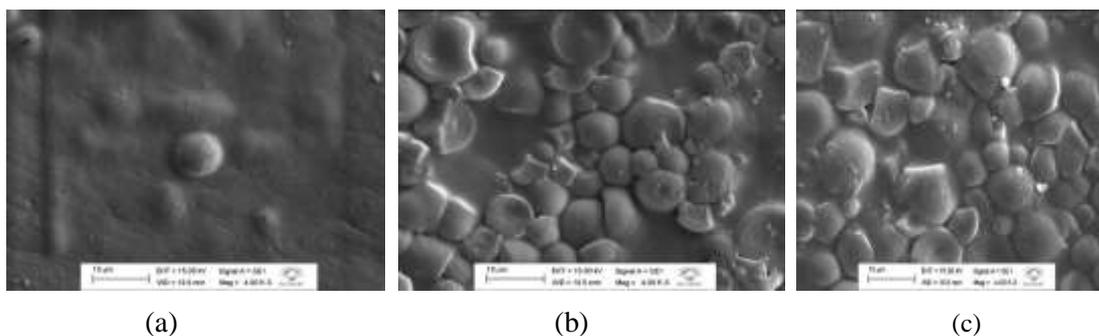
glicerol por g de amido. Os valores do Módulo de Young encontrado foram: 1040,66 e 25,50 MPa respectivamente. Farias, (2016) analisando filmes preparados com amido de mandioca e polpa de acerola com concentrações variadas de glicerol e óleo essencial de cravo obtiveram para o Módulo de Young: 298,00 e 278,18 MPa para os filmes com o óleo e para filmes sem óleo respectivamente.

### 3.2.3 – Microscopia eletrônica de varredura (MEV)

Na Figura 4 estão apresentadas as microfotografias por microscopia eletrônica de varredura dos filmes preparados. Pode-se observar grânulos de amido que não foram totalmente dissolvidos na solução. Todos os filmes apresentaram uma superfície contínua com presença de poros, provavelmente bolhas de ar. Cereda *et al.* (2000), em seu trabalho, também identificaram uma superfície contínua com a presença de poros.

Os grânulos de amido apresentaram morfologia arredondadas, alguns côncavo-convexos e com diferentes tamanhos. Características essas também observadas por Farias, (2016). No caso dos nossos resultados, não houve diferença significativa na aparência dos grânulos de mandioca ao adicionar o plastificante.

Figura 4 – Aspecto dos filmes obtidos de amidos de mandioca vistos em microscópio eletrônico de varredura (4000x) a) 0% de glicerol; b) 10% glicerol; c) 20% glicerol



Fonte: Autores, 2019.

## IV. CONCLUSÃO

Os filmes preparados com a adição do plastificante glicerol não apresentaram ruptura após a secagem, mostraram-se ligeiramente mais translúcidos, com boa maleabilidade e maior facilidade de remoção das placas de Petri. O filme preparado sem o plastificante mostrou-se quebradiço. A adição do plastificante na formulação resultou filmes com pequenas variações de espessura o que pode ser atribuído à dificuldade de controle no espalhamento das soluções filmogênicas na placa de Petri. As diferentes concentrações utilizadas de glicerol não interferiram significativamente nos parâmetros de alongação e na temperatura de gelatinização. Não houve diferenças significativas nas características morfológicas dos grânulos de amido com a adição do glicerol.

## V. REFERÊNCIAS

AVELLA, M.; VLIEGER, J.J.; ENRICO, M.E.; FISCHER, S.; VACCA, P.; VOLPE, M.G. Biodegradable starch/clay nanocomposite films for food packaging applications. **Food Chemistry**, 93:467-474, 2005.

CASARIN, S. A.; SOUZA JÚNIOR, O. F.; AGNELLI, J. A.M. Avaliação da biodegradação de sacolas plásticas. **Revista Sodebras [on line]**, v. 8, p. 26 – 28, n. 87, 2013.

- CEREDA, M. P. *et al.* Characterization of edible films of cassava starch by electron microscopy. **Brazilian J. of Food Tec.**, Campinas, v.3, p. 91-95, 2000.
- CHANG, Y.P.; KARIM, A. A.; SEOW, C.C. **Food hydrocolloids**, 2006.
- CUQ, B.; GONTARD, N.; CUQ, J. L.; GUILBERT, S. Functional properties of myofibrillar protein – based biopackaging as affected by film thickness. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 61, n. 3, p. 580- 584, 1996.
- FARIAS, M. G. **Elaboração e caracterização de filmes de amido e polpa de acerola por casting, extrusão termoplástica e termoprensagem**. Tese (Doutor em Ciências) Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Seropédica, 2016.
- FARIAS, M. G.; FAKHOURI, F. M.; CARVALHO, C. W. P. Y.; ASCHERI, J. L. R. Caracterização físico-química de filmes comestíveis de amido adicionado de acerola (*Malpighia emarginata* D.C.). **Química Nova**, v.35, p.546-552, 2012.
- GALDEANO, M. C. **Filmes e laminados biodegradáveis de amido de aveia com diferentes plastificantes, produzidos por casting e extrusão**. 2007. Tese (Doutorado em Ciência de Alimentos) – Universidade Estadual de Londrina. Londrina.
- GAUDIN, S.; LOURDIN, D.; LE BOTLAN, D.; ILARI, J. L.; COLLONA, P. Plasticisation and mobility in starch-sorbitol films. **Journal of Cereal Science**, v. 29, p. 273-284, 1999.
- GAUDIN, S.; LOURDIN, D.; FORSSEL, P. M.; COLONNA, P. Antiplasticisation and oxygen permeability of starch-sorbitol films. **Carbohydrate Polymers**, v. 43, n. 1, p. 33-37, 2000.
- GARCIA, A.; SPIM, J. A.; SANTOS, C. A. D. **Ensaio dos materiais**. Rio de Janeiro: LTC, 2000.
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: [tps://sidra.ibge.gov.br/tabela/6588](https://sidra.ibge.gov.br/tabela/6588)>. Acesso em 12.10.2021.
- JANE, J.; CHEN I. I.; LEE L. F.; MCPHERSON, A. E.; SONG, K. S.; RADOSAVLIJEVIC, M.; KASEMSUWAN, N. T. Effects of amylopectin branch chain length and amylose content on the gelatinization and pasting properties of starch. **Cereal Chem**, 76:629-637, 1999.
- KOTZ, D.A; ANDRADES, C. E; ROLIM, C. S.; RASIA, L, A.; VALDIERO, A. C. Ensaio de tração em substratos de papel usando piezoresistores de grafite para extração do módulo de toung experimental. **Revista Sodebras [on line]**, v.14, p. 53–56, n.158, 2018.
- LÓPEZ, O. V. *et al.* Biodegradable packages development from starch based heat sealable films. **Journal of Food Engineering**, v. 105, n. 02, p. 254-263, jul. 2011.
- MALI, S.; GROSSMANN, M. V. E.; GACIA, M. A.; MARTINO, M. M.; ZARITZKY, N. E. Barrier, mechanical and optical properties of plasticized yam start films. **Carbohydrate Polymers**, 2004.
- MALI, S.; GROSSMANN, M. V. E.; GACIA, M. A.; MARTINO, M. M.; ZARITZKY, N. E. Mechanical and thermal properties of yam starch films. **Food Hydrocolloids**, Oxford, 1, n.1:157-164, 2005.
- MALI, S.; GROSSMANN, M. V. E.; YAMASHITA, F. Filmes de amido: produção, propriedades e potencial de utilização. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, 31: 137-156, 2010.

MARQUES, G. S. **Obtenção de filmes biodegradáveis de amido de mandioca reforçados com manofibras de celulose de rami.** Dissertação (Mestrado)-Universidade Federal do Paraná, Setor de Tecnologia, Programa de pós-graduação em Engenharia Química- Curitiba, 2018.

MORAES, J. O. **Propriedades de filmes de amido incorporados de nanoargilas e fibras de celulose.** Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico (CTC). Florianópolis, 2009.

NWOKOCHA, L. M.; AVIARA, N. A.; SENAN, C.; WILLIAMS, P. A. A comparative studie of some properties of cassava (*Manihot esculenta*, Crantz) and cocoyam (*Colocasia esculenta*, Linn) starches. **Carbohydrate Polymers**, v. 76, p. 362-367, 2009.

PINTÃO, Carlos Alberto Fonzar; CARDOSO, Celso Xavier. Elastic modulus of PVDF with bentonite or LiNbO<sub>3</sub> using deformation energy. **Polímeros: Ciência e Tecnologia**, vol. 27, núm. 3, julho, 2017, pp. 183-188 Associação Brasileira de Polímeros. São Carlos, Brasil.

ROCHA, G. O.; FARIAS, M. G.; CARVALHO, C. W. P.; ASCHERI, J. L. R.; GALDEANO, M. C. Filmes Compostos Biodegradáveis a Base de Amido de Mandioca e Proteína de Soja, **Polímeros**, v. 24, n. 5, p. 587-595, 2014.

SILVA, E. M.. **Produção e caracterização de filmes biodegradáveis de amido de pinhão.** Trabalho de Diplomação em Energia Química. 37p. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Brasil, 2011.

SILVA, P. A.; MELO, W. S.; CUNHA, R. L.; LOPES, E. F. M. C.; PENA, A. S. R. S. **Obtenção e caracterização das féculas de três variedades de mandioca produzidas no estado do Pará.** XIX Congresso de Engenharia Química –COBEC2012. Búzios Rio de Janeiro, 2012.

SHIMAZU, A. A.; MALI, S.; GROSSMANN, M. V. E. Efeitos plastificante e antiplastificante do glicerol e do sorbitol em filmes biodegradáveis de amido de mandioca. **Semina Ciências Agrárias**. 28: 79-88. 2007.

SOBRAL, P. J. A. Propriedades funcionais de biofilmes de gelatina em função da espessura. **Ciência & Engenharia**, Uberlândia, v. 8, n. 1: 60-67, 1999.

SOBRAL, P.J. A. **Proteínas de origem animal na tecnologia de biofilmes.** Tese de livre docência- Universidade de São Paulo, 2000.

SOUZA, C. O.; SILVA, L.T.; SIIVA, J.R.; LOPEZ, J.A.; VEIGA-SANTOS, P.; DRUZIAN, J.I. Mango and acerola pulps as antioxidant additives in cassava starch bio-based film. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 59, p. 2248–2254, 2011.

SOUZA, C. O. D.; SILVA, L. T.; DRUZIAN, J. I. Estudo comparativo da caracterização de filmes biodegradáveis de amido de mandioca contendo polpa de manga e acerola. **Química Nova**, v. 35, n. 02, p. 262-267, 2012.

VIEGAS, L. P. **Preparação e caracterização de filmes biodegradáveis a partir de amido com quitosana para aplicação em embalagens de alimentos** – Dissertação (Mestrado em Ciência e Engenharia dos Materiais) -- Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. Centro de Ciência e Tecnologia. Laboratório de Materiais Avançados. Campos dos Goytacazes, 2016.

ZAVAREZE, E. D. R. *et al.* Development of oxidised and heat–moisture treated potato starch film. **Food Chemistry**, v. 132, n. 01, p. 344–350, mai. 2012.

WANG, J.; JIN, Z.; YUAN, X. Preparation of resistant starch from starch–guar gum extrudates and their properties. **Food Chemistry**, v. 101, n. 01, p. 20-25, 2007.

#### VI. AGRADECIMENTOS

Ao Centro de Raízes e Amidos Tropicais-CERAT- Unesp/Botucatu pela disponibilidade do amido de mandioca.

#### VII. COPYRIGHT

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

## Área: Ciências Exatas e Engenharias

1-7	<p><b>ANÁLISE EXPLORATÓRIA DE ÁREAS PARA A IMPLANTAÇÃO DE ATERRO SANITÁRIO EM REGIÕES DO INTERIOR DE PAÍSES EM DESENVOLVIMENTO</b></p> <p><b>EXPLORATORY ANALYSIS OF AREAS FOR THE IMPLEMENTATION OF LANDFILLS IN THE INTERIOR REGION OF DEVELOPING COUNTRIES</b></p> <p>Marcelo Antonio Nero; William Fagundes Campos; José Nunes De Aquino</p>
1-7	<p><b>MAPEAMENTO DE ÁREAS DE RISCO DE INCÊNDIO FLORESTAIS PRÓXIMAS DE UNIDADES DE CONSERVAÇÃO NA REGIÃO METROPOLITANA DE BELO HORIZONTE-MG E SUA APLICAÇÃO NA POLÍTICA PÚBLICA</b></p> <p><b>MAPPING FOREST FIRE RISK AREAS NEAR CONSERVATION UNITS IN THE METROPOLITAN REGION OF BELO HORIZONTE-MG AND YOUR APPLICATION IN THE PUBLIC POLITIC</b></p> <p>Marcelo Antonio Nero; Luiza Cintra Fernandes; Diogo Soares de Melo Franco; Plínio Temba</p>
3-5	<p><b>EQUAÇÕES PARA CÁLCULO DE ESTABILIDADE DE COLUNAS</b></p> <p><b>EQUATIONS FOR CALCULATION OF COLUMNS STABILITY</b></p> <p>César A. Chagoyen Méndez; Vilaxay Maylor Yangxiaye; Ángel S. Machado Rodríguez; Constantina Álvarez Peña</p>
3-8	<p><b>UMA CONTRIBUIÇÃO PARA A ANÁLISE DO SISTEMA DE GESTÃO DE ESTOQUES DE MATERIAIS DE CONSUMO EM UMA INSTITUIÇÃO FEDERAL DE ENSINO SUPERIOR</b></p> <p><b>A CONTRIBUTION TO THEANALYSIS OF THE CONSUMER MATERIALS INVENTORY MANAGEMENT SYSTEM IN A FEDERAL HIGHER EDUCATION INSTITUTION</b></p> <p>Jean Pierre De Menezes Martinez; Luis Perez Zotes</p>
3-8	<p><b>MANUTENÇÃO PRODUTIVA TOTAL: A PRÁTICA DO PILAR DA MANUTENÇÃO PLANEJADA NA GESTÃO DA MANUTENÇÃO DE EQUIPAMENTOS MÉDICO-HOSPITALARES</b></p> <p><b>TOTAL PRODUCTIVE MAINTENANCE: THE PRACTICE OF THE PILLAR OF PLANNED MAINTENANCE IN MAINTENANCE MANAGEMENT OF MEDICAL EQUIPMENT</b></p> <p>Yasser Issmail Mohsen; Guilherme Luz Tortorella</p>

## **ANÁLISE EXPLORATÓRIA DE ÁREAS PARA A IMPLANTAÇÃO DE ATERRO SANITÁRIO EM REGIÕES DO INTERIOR DE PAÍSES EM DESENVOLVIMENTO**

### *EXPLORATORY ANALYSIS OF AREAS FOR THE IMPLEMENTATION OF LANDFILLS IN THE INTERIOR REGION OF DEVELOPING COUNTRIES*

Marcelo Antonio Nero<sup>1</sup>  
William Fagundes Campos<sup>2</sup>  
José Nunes de Aquino<sup>3</sup>

*Resumo – Os métodos quantitativos de análise espacial por meio dos Sistemas de Informação Geográfica são estratégias fundamentais na escolha dos locais ideais para a deposição de resíduos sólidos. Essa metodologia está condicionada aos diversos fatores, tais como a proximidade de cidades e vias de acesso, cursos d'água e áreas de proteção permanente (APPs), declividade do terreno e geologia. Nessa pesquisa foram considerados alguns critérios relevantes ao meio ambiente, bem como aspectos técnicos e operacionais, sendo estes ponderados segundo sua influência dentro do tema e, que gerou o ranqueamento de aptidão de áreas para a implantação de aterro sanitário para o Município de Esmeraldas-MG e arredores. Esse artigo contribui com o poder público municipal na geração das opções viáveis e atender às exigências legais no setor de saneamento urbano e meio ambiente.*

*Palavras-chave: Avaliação multicritério. SIG's. Aterro sanitário.*

*Abstract - The quantitative methods of spatial analysis by Geographic Information System are fundamental strategies to find ideal location for solid residuals deposition. This methodology depends on several factor such as the proximity of cities and access roads, water courses and permanent protection areas (PPAs), terrain slope and geology. This search it has considered some criteria relevant to the environment as well as technical and operational aspects, being these weighted according to their influence within the theme, and that generated the suitability ranking of areas for the implantation of sanitary landfill for the municipality of Esmeraldas-MG and neighbor region. This article contributes to the municipal public power to generate viable options to meet the legal requirements in the urban sanitation and environment.*

*Keywords: Multicriteria evaluation. GIS's. Sanitary landfill.*

<sup>1</sup> PPG AMSA, Instituto De Geociências/ Universidade Federal De Minas Gerais. Contato: marcelo-nero@ufmg.com.

<sup>2</sup> PPG AMSA, Instituto De Geociências/ Universidade Federal De Minas Gerais. Contato: williamfagundescampos@gmail.com.

<sup>3</sup> Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Contato: nunesaquino.21@gmail.com.

## I. INTRODUÇÃO

O gerenciamento da disposição final de resíduos sólidos é função do poder público municipal conforme estabelecido pela Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei 12.305/2010, BRASIL, 2010). Em seu artigo nº 53, a lei determina que “*a disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos, [...], deverá ser implantada em até quatro anos após a data de publicação desta lei*”. Vale ainda ressaltar a atualização recente dessa lei com o novo marco do saneamento básico, lei 14.026/2020 (BRASIL, 2020), que passou a colaborar no âmbito dos lixões e aterros sanitários, destacado por Roubicek (2020), Ferreira, Gomes e Dantas (2021), Paganini e Bocchiglieri (2021).

Um dos requisitos para o cumprimento da Lei 12.305/2010 (BRASIL, 2010) e da nova lei 14.026/2020 (BRASIL, 2020) é a escolha de áreas ambientalmente adequadas para a destinação dos referidos resíduos. Essa seleção deve obedecer a uma série de critérios para ser legalmente aprovada, tarefa que vêm se tornando cada vez mais árdua e custosa no âmbito da municipalidade.

A equivocada destinação e manejo de resíduos sólidos urbanos nos municípios brasileiros têm causado enormes dificuldades aos gestores públicos. Nascimento Filho e Campos (2021) relatam sobre os resíduos sólidos da construção civil, comentando sobre os “lixões”. Junto a isso, têm-se ainda uma degradação da qualidade dos recursos ambientais pela poluição do solo, do ar e da água devido tanto à falta de recursos financeiros quanto a pouca qualificação técnica do quadro funcional, e ainda em função da crescente urbanização de nossa sociedade. Assim, a disponibilidade de áreas para a disposição de resíduos sólidos está cada vez mais escassa e onerosa.

A etapa de seleção das áreas aptas para se instalar o aterro sanitário é destacada, pela literatura (LINO, 2007; BENDA, 2008; SCHUELER e MAHLER, 2009; BENDA, ALVES e OLIVEIRA, 2012; AQUINO, 2018; AQUINO, NERO e COSTA, 2019, BEZERRA, ANDRADE e ANDRADE, 2020, FERNANDEZ NASCIMENTO et. al, 2021; KAREEM et. al, 2021; LANGA et. al, 2021; MESBAHI, MOSTAFA NEJAD e NADIRI, 2021) como uma das mais complexas do gerenciamento de resíduos sólidos. Isso ocorre, pois se deve atender aos vários critérios: ao planejamento do desenvolvimento econômico, social e urbano da região, às diretrizes fixadas para uso e ocupação do solo, à legislação vigente, à proteção da saúde pública e, por fim, à defesa da sustentabilidade do meio ambiente.

Constatou-se nas últimas duas décadas um aumento no número de projetos relacionados à identificação de áreas para a instalação de aterros sanitários nos municípios brasileiros (LINO, 2007; BENDA, 2008; SCHUELER e MAHLER, 2009; BENDA, ALVES e OLIVEIRA, 2012; AQUINO, 2018; AQUINO, NERO e COSTA, 2019, BEZERRA, ANDRADE e ANDRADE, 2020, FERNANDEZ NASCIMENTO et. al, 2021; KAREEM et. al, 2021; LANGA et. al, 2021; MESBAHI, MOSTAFA NEJAD e NADIRI, 2021), demonstrando uma crescente preocupação socioambiental dos agentes políticos e da população de um modo geral.

Assim, revela-se um grande desafio executar a gestão integrada de resíduos sólidos de forma eficaz, tanto ao poder público local, quanto à sociedade civil definir o melhor uso de seu território urbano, levando-se em consideração as questões inter-relacionadas com os componentes socioeconômicos, políticos, ambientais e culturais.

O objetivo deste projeto é realizar um levantamento de áreas de aptidão de aterro sanitário. Esse será delimitado por meio de uma abordagem sistêmica, através de técnicas de modelagem e análise espacial, na qual serão gerados dados espaciais manipulados utilizando os SIGs (Sistemas de Informação Geográfica), importante para a seleção de áreas para a implantação do aterro, já que é adequado a qualquer tipo de

projeto cujo enfoque seja espacial, privilegiando projeto de planejamento e as características do meio

Existem diversas formas de disposição final de resíduos sólidos e o aterro sanitário é uma forma de disposição final de resíduos sólidos urbanos no solo. Assim, vale ressaltar que segundo a NBR 8.419 (ABNT, 1992), aterro sanitário é uma forma de disposição final de resíduos sólidos urbanos, mediante confinamento em camadas cobertas com material inerte, geralmente solo, e que seguem normas operacionais específicas, de modo a evitar danos ou riscos tanto à saúde como à segurança públicas, minimizando os impactos ambientais.

Vários pesquisadores têm se preocupado com a problemática de implantar o aterro de resíduos em um local tecnicamente mais adequado. Entre estes Guimarães (2000) pesquisou sobre a escolha de prováveis locais para a construção de aterro de resíduos sólidos no município de Teresópolis (RJ), através de uma Carta de Zoneamento Ambiental de Uso Específico, elaborada para a Bacia do Rio Paqueta.

Segundo a Cartilha de Orientações Técnicas para o cumprimento da Deliberação Normativa 118/2008 (FEAM, 2008) as principais normas para a adequação da disposição final de resíduos sólidos urbanos em Minas Gerais, desde a concepção do aterro sanitário deve conter: Sistema de impermeabilização de base e laterais; Sistema de recobrimento diário dos resíduos; Sistema de cobertura final das plataformas; Sistema de coleta e tratamentos dos gases; Sistema de drenagem superficial; Sistema de tratamento de líquidos percolados; Sistema de monitoramento. Além disso, a situação mais atual dos lixões em 2013, no Estado de Minas Gerais, segundo a FEAM (2014), pode ser observada no mapa que é apresentado nessa referência.

Já segundo Monteiro (2001), a estratégia a ser adotada para seleção da área do novo aterro consiste nos seguintes passos: seleção preliminar das áreas disponíveis no município; estabelecimento de um conjunto de critérios de seleção; definição de prioridades para o atendimento aos critérios estabelecidos; análise crítica de cada uma das áreas frente aos critérios estabelecidos e priorizados, selecionando-se aquela que atenda a maior parte das restrições através de seus atributos naturais.

## II. O CENÁRIO DO MEIO AMBIENTE E O BRASIL

A Lei nº 12.305/10 (BRASIL, 2010), que instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) contém instrumentos importantes para permitir o avanço necessário ao País no enfrentamento dos principais problemas ambientais, sociais e econômicos decorrentes do manejo inadequado dos resíduos sólidos. Ela prevê a destinação ambientalmente adequada dos rejeitos.

Outro princípio que norteia a PNRS é o de desenvolvimento sustentável que, de acordo com o artigo da UN (United Nations, UM-SG-WCED, BRUNDTLAND, 1987)<sup>4</sup> que diz que o desenvolvimento econômico de uma dada nação pode ser dito “sustentável” (ao longo do tempo) se o uso de recursos no presente para atender às “necessidades atuais” não compromete a disponibilidade de recursos para que outras gerações satisfaçam suas “necessidades no futuro”.

O desenvolvimento sustentável urbano tem o objetivo de aliar a conservação do ambiente e recursos naturais junto a qualidade da vida dos habitantes dos centros urbanos. É também essencialmente integrador na medida em que essa qualidade somente é possível com um ambiente conservado que atenda às necessidades da população, garantindo harmonia do homem e da natureza (TUCCI, 2008).

---

<sup>4</sup> Our common future – report of the World Commission on Environment and Development. New York de 1987 (UM-SG-WCED, BRUNDTLAND, 1987)

A avaliação de áreas para a localização do aterro sanitário é realizada de modo a contemplar às orientações (diretrizes) disponibilizadas pelos órgãos ambientais pertinentes, seguindo normas específicas de dispositivos legais, bem como orientações técnicas publicadas no meio científico e acadêmico (ABNT-NBR 13896/97, ABNT, 1997; WEBER e HASENACK, 2000).

### 2.1 - O geoprocessamento na área do meio ambiente

Moura (2003) considera o termo geoprocessamento como surgido do sentido de processamento de dados georreferenciados, o que significa implantar um processo que traga um progresso, se reporta aos vocábulos latinos “*processuos*” e “*progressus*” um “*andar avante*” ou “*avançar*” (ambos tendo mesmo significado), na geografia ou representação da Terra.

Ainda segundo Moura (2003) esse processo engloba métodos quantitativos, análise espacial, cartografia digital e os sistemas de informações geográficas. Sendo assim, pode-se dizer que o geoprocessamento é um instrumental tecnológico fundamental para o conhecimento da realidade e definição de ações, principalmente na área do meio ambiente, através da obtenção, tratamento e difusão de dados espaciais.

Moraes, Ferreira e Oliveira (2010) consideram que a habilidade de análise espacial de ambientes urbanos possibilita o melhor conhecimento do uso do solo e oferece uma maior capacidade de avaliar, planejar e gerenciar a dinâmica dos municípios. Logo, apresentaram-se, ao longo do tempo, como uma ferramenta eficaz<sup>5</sup> também na implantação de soluções com relação a destinação de resíduos sólidos urbanos.

Segundo Silva e Zaidan (2004) as metodologias do geoprocessamento nos fornecem um critério múltiplo para a avaliação das condições ambientais registradas para cada área, bem como aspectos legais.

Atualmente, o uso dos chamados Sistemas de Informação Geográfica (SIGs) associado ao uso de *softwares* livres (SPRING, QGis), vem se firmando como alternativas em relação aos softwares comerciais (ArcGis, por exemplo) em várias áreas de aplicação, inclusive no uso do geoprocessamento voltado para o meio ambiente. Seu potencial de uso é elevado e se une à integração e análise das variáveis que afetam a escolha das alternativas de locação dos aterros sanitários.

Os SIGs possuem poderosas ferramentas de análise e manipulação de dados espaciais, que possibilitam o monitoramento e gerenciamento de dados espaciais além de permitir a combinação das diversas informações georreferenciadas (sistema viário, hidrografia, vegetação, entre outros), gerando-se mapas temáticos ou análises dentro da área de interesse.

Estes recursos apresentam-se como muito úteis para o propósito do uso das técnicas de geoprocessamento principalmente pelo grande potencial de uso, aliado à integração e análises que afetam a escolha das alternativas de locação dos aterros sanitários.

### 2.2 - Processamento digital de imagens e sensoriamento remoto

Dentro das etapas de pré-processamento de dados foram utilizadas bases de dados vetoriais e alfanuméricos visando ao cruzamento das variáveis (declividade,

---

<sup>5</sup> a origem das geotecnologias, tem por marco a década de 80, quando principalmente os Sistemas de Informações Geográficas, iniciam um período de acelerado crescimento, que dura até os dias de hoje (GOODCHILD, 2020).

estradas de rodagem, manchas urbanas, solos, geologia e hidrografia) e construção dos mapas temáticos.

Os resultados das análises realizadas são, na maioria dos casos, orientações para decisões de natureza operacional ou para a apresentação de recomendações para futuras atividades, sejam elas políticas, gerenciais ou técnicas.

A avaliação multicritério pode ser organizada com o objetivo de produzir uma conclusão sintética simples no final da análise ou, de forma oposta, com vista à produção de conclusões adaptadas às preferências e prioridades de diferentes parceiros. Assim, consiste em estruturar e combinar as diferentes análises, dessa forma o processo decisório ganha embasamento dos dados e mapas e torna-se eficiente para a sua finalidade. Para que seja tomada a decisão sempre terá como base opções de escolha múltiplas e o tratamento dado a cada uma das escolhas.

Segundo Moura (2007) o procedimento de análise de multicritérios é muito utilizado em geoprocessamento, pois tem como pilar justamente a lógica básica da construção de um SIG: seleção das principais variáveis que caracterizam um fenômeno, já realizando um recorte metodológico de simplificação da complexidade espacial; representação da realidade segundo diferentes variáveis, organizadas em camadas de informação; discretização dos planos de análise em resoluções espaciais adequadas tanto para as fontes dos dados como para os objetivos a serem alcançados, e correção das relações construídas entre as variáveis mapeadas.

Donha, Souza e Sugamoto (2006) consideram que a tecnologia SIG tem sido usada por vários setores que tratam da questão ambiental como importante ferramenta para o planejamento ambiental, pois a avaliação integrada de um grande número de variáveis se torna possível e simplificada com o uso deste sistema. Além disso, permite-se a rápida geração de informações intermediárias e finais, além da inclusão de variáveis anteriormente não pensadas, visto que possibilita novas interações a qualquer momento.

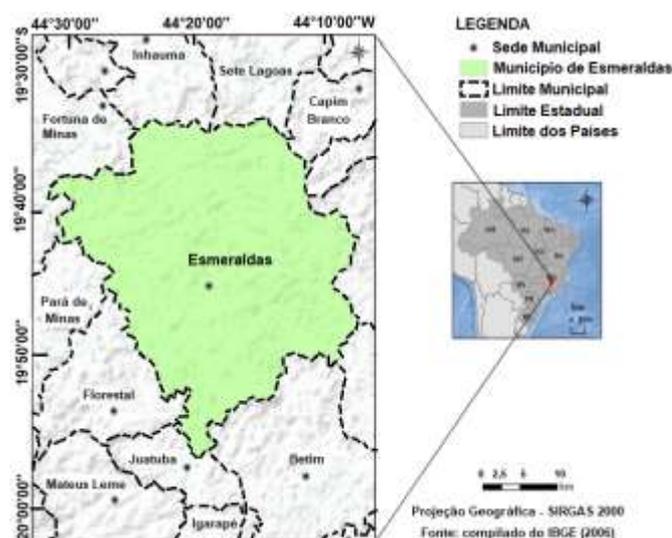
### III. METODOLOGIA

Este trabalho apresenta um estudo de caso em que são apresentados produtos cartográficos e suas respectivas análises para o município de Esmeraldas – M.G. utilizando técnicas de processamento digital e sensoriamento remoto. Para isto em quatro etapas foi utilizado o(s) software(s) SPRING e ArcGIS (ESRI, 2011) para trabalhar complementos das técnicas de sensoriamento remoto.

#### *3.1 – Área de estudo*

Neste trabalho o ambiente geográfico (Figura 1) é o município de Esmeraldas, situado na Região Metropolitana de Belo Horizonte – M.G. Localiza-se próximo ao paralelo 19° 45' 46" S e ao meridiano 44° 18' 47" W (PREFEITURA DE ESMERALDAS-MG, 2021). O clima é classificado como subtropical úmido (Classificação climática de Köppen-Geiger: Cwa), com verões moderadamente quentes e úmidos e invernos secos e agradáveis. A temperatura é amena durante o ano, com médias variando de 18 °C a 23 °C, sendo a média anual de 21 °C (normal climatológica de 1961-1990). A população de Esmeraldas, segundo o Censo do IBGE 2010 (IBGE, 2010) é de 60.271 habitantes, e apenas 6,73 % residem em situação rural. A população estimada (2016) é de 68.133 habitantes.

Figura 1 – Mapa da área de estudo



Fonte: Autores (2021).

### 3.2 – Descrição da metodologia

Na etapa de pré-processamento os dados foram coletados utilizando - se de bases de dados vetoriais (IBGE, 2020) e alfanuméricos (tabelas). Posteriormente foram feitos cruzamentos via álgebra de mapas, o que permitiu a construção dos mapas temáticos.

Sendo as bases providas de diversas fontes, uma padronização das unidades territoriais de integração se fez necessária, aliada a projeção cartográfica e a escala dos mapas.

A projeção escolhida para as bases foi a UTM (Universal Transversal Mercator), Datum WGS 1984, fuso 23 Sul.

Toda a manipulação dos dados e elaboração de mapas foram feitas por meio do ArcGIS (ESRI, 2011).

Inicialmente foi feito um estudo regional com levantamentos de dados obtidos através dos produtos básicos do sensoriamento remoto (mapas) e dados temáticos (meio físico, meio biótico, meio socioeconômico, legais e institucionais) e, em função dos dados obtidos, uma pesquisa comparativa sobre a escolha do banco de dados mais apropriado para os objetivos do projeto.

A segunda etapa da pesquisa caracterizou-se pela manipulação dos mapas apresentados, que foram digitalizados e georreferenciado, novamente usando o SIG.

Para realização desta etapa ou análise multicritérios, primeiramente realizou-se a conversão dos dados vetoriais em planos de informação raster, matrizes de dados, a partir da definição de um retângulo de envolvimento, unidade de resolução e, conseqüentemente, número de linhas e colunas da matriz.

Nos aspectos físicos foram elaborados mapas temáticos primários referentes à declividade, geologia, estradas, tipos de solo, mancha urbana e APP de drenagem, todos em escala aproximada de 1:100.000.

Os mapas apresentados foram elaborados a partir de arquivos *raster*, formato TIF, com o objetivo de se fazer a classificação da área. Para cada tema foi determinado um peso entre 0 e 100% em função do grau de importância e para cada legenda uma nota variando de 0 (áreas inaptas para a instalação do aterro), 6 (áreas pouco aptas) a 10 (áreas aptas).

Uma provável contaminação do lençol freático e de cursos d'água da região foi considerada impactante e assim foram dados pesos de 15% para os temas referentes a distância dos cursos d'água, declividade e tipo de solo. Para os temas de infraestrutura (estradas) foi dado peso de 5% e para a geologia peso de 10%. Para proximidade com núcleo urbano 5%.

A terceira etapa da pesquisa caracterizou-se pela manipulação dos mapas digitalizados e georreferenciados, novamente usando o SIG, segundo os critérios operacionais e espaciais, para cada mapa, gerando-se áreas aptas e inaptas para a implantação dos aterros sanitários.

Baseado nos critérios de restrições espaciais e operacionais foram delimitadas em cada mapa as áreas impróprias para se implantar aterros sanitários.

Devido a critérios técnicos e certas restrições normativas, estradas, drenagens e áreas urbanas, precisaram ter suas distâncias mínimas quantificadas, de maneira a garantir, a área mais propícia à instalação do aterro.

Ainda se considerou que para viabilizar o menor custo em reparação e transporte a área apta deveria estar mais perto de estradas, longe dos rios e áreas urbanas, a fim de garantir a integridade quanto às possíveis contaminações nos variados níveis hídricos encontrados, bem-estar social. Considerando-se por mais adequada que seja a disposição final do lixo, pode ocorrer a atração de animais e a geração de mau cheiro.

A aceitação da população nas áreas vizinhas ao aterro é de fundamental importância e está dentro de um conceito muito atual resumido na citação “*Not In My Backyard*”<sup>6</sup>.

## IV. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 – Mapas temáticos

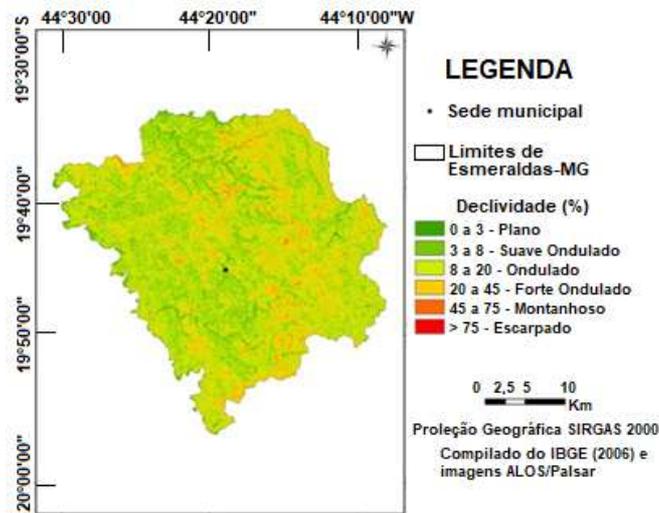
O mapa de declividades (Figura 2) foi gerado a partir de curvas de nível, obtidas por meio da base de dados espaciais do GEOMINAS (GEOMINAS, 2018), com a distância entre elas de 20 metros. O mapa foi gerado após a utilização de um interpolador linear aplicado sobre a malha TIN (Triangular Irregular Network ou Rede de Triângulos Irregulares). Este interpolador presente no software ArcGIS (ESRI, 2011), cria triângulos irregulares, onde a declividade é calculada em porcentagem, com base na inclinação da face de cada um desses triângulos. A partir do modelo de grade regular foi elaborado o mapa de declividade.

Os intervalos de classes de declividade (inclinação do terreno em porcentagem, figura 2) determinam a susceptibilidade à erosão, o que gera um grau de limitação de uso do solo. De acordo com Zuquette (1987) e Moreira *et al.* (2006), áreas com a declividade superior a 20% são mais suscetíveis a instabilidades, propensão à infiltração e consolidação do material depositado. Áreas propícias para instalação de aterros são locais de baixa declividade (3 a 8%) já que minimizam o escoamento de águas superficiais para o aterro e a presença de desnível natural para propiciar a construção de outras instalações no empreendimento. Também limita um provável escoamento de chorume (líquido percolado e tóxico de aterros sanitários) gerado na base do aterro.

---

<sup>6</sup> expressão coloquial, significando a oposição de alguém ou grupo de pessoas à localização de algo considerado indesejável no seu bairro. O acrônimo *NIMBY* (*Not In My Backyard*) retém complexidade e resistência. No geral, a construção de empreendimentos benéficos para a população de uma cidade ou região – a exemplo dos aterros sanitários – são alvos de manifestações contrárias a sua implementação, por motivos vários: poluição sonora, aumento do fluxo de pessoas e veículos na região, ideologias, entre outros.

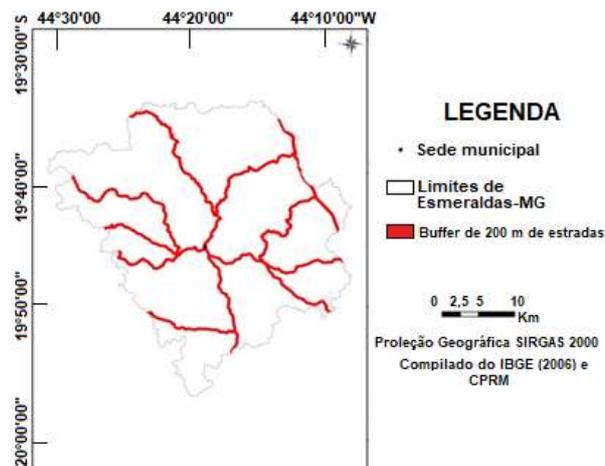
Figura 2 - Mapa de declividade



Fonte: autores (2021).

O afastamento de 200 m das estradas (Figura 3) teve como objetivo criar um isolamento com relação ao impacto visual do aterro. Existe ainda a variável econômica, pois quanto mais distante da rede de infraestrutura maiores serão os gastos econômicos com acessos, transportes e rede de energia tétrica.

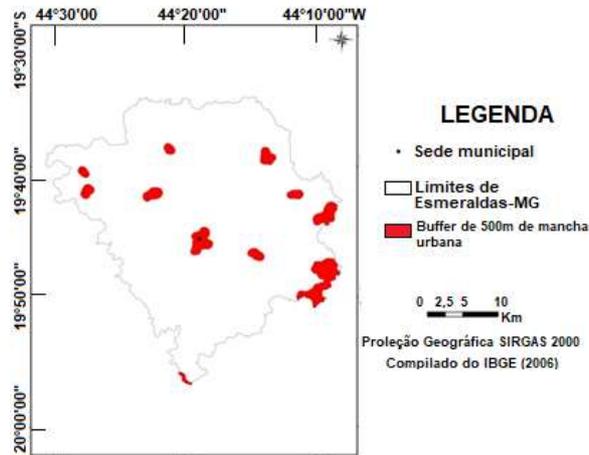
Figura 3 - Mapa de estradas



Fonte: Autores (2021).

Os polígonos gerados ao redor de 500 metros de distância das bordas dos polígonos dos principais núcleos ou manchas urbanas (Figura 4) tem o objetivo de evitar contaminação da comunidade do entorno do aterro e evitar a proliferação de doenças, sendo empregados com base na norma NBR 13896/97 (ABNT, 1997).

Figura 4 - Mapa de manchas urbanas

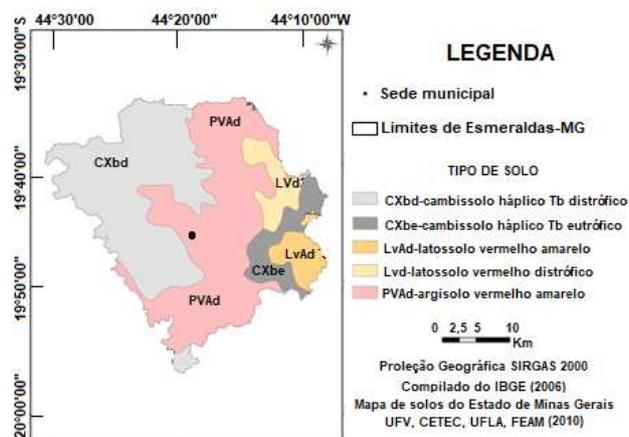


Fonte: Autores (2021).

O estudo do uso e da cobertura do solo é de suma importância para a análise de potenciais localidades para a instalação do aterro sanitário. Com relação aos tipos de solos encontrados na região foram considerados os estudos da EMBRAPA (2006) que definem as principais características dos solos brasileiros (Figura 5).

Os solos do tipo cambissolo possuem elevada erodibilidade, o que gera forte risco à degradação, principalmente, se levar em conta os projetos de elaboração de infraestrutura de transportes. Já os argissolos possuem acréscimo de argila em profundidade, com baixa permeabilidade. Finalmente, os latossolos vermelho-amarelos são identificados associados aos relevos planos, suaves ondulados ou ondulados. Ocorrem em ambientes bem drenados, sendo muito profundos e uniformes em características de cor, textura e estrutura (EMBRAPA 2006).

Figura 5 - Mapa tipos de solos



Fonte: Autores (2021).

A variada composição do lixo urbano, incluindo a água contida no mesmo, a decomposição das substâncias e outros produtos tendem a penetrar gradualmente no solo através da precipitação. Englobando como características positivas de baixa permeabilidade os solos funcionam como filtro, retendo as substâncias à medida que o chorume se movimenta (ROCCA, 1993).

Com relação à geologia (CPRM, 2003) a região estudada pela pesquisa é formada por várias unidades geológicas dentre as quais se podem destacar: granitóides (granitos, tonalitos e granodioritos), gnaisses e menores porções de serpentinito/metagabro, além de xistos e metagrauvaca. O que pode ser observado na Figura 6, onde ainda a ocorrência de gnaisses e de granitóides está associada com um bom critério para a avaliação da permeabilidade. Estes possuem baixa porosidade primária, sendo, portanto, bons para evitar possíveis contaminações do lençol freático. Já as rochas xistosas e metagrauvacas são também boas para a instalação de aterro, pois geram solos silto arenosos, também pouco permeáveis para contaminações

Figura 6 - Mapa de geologia

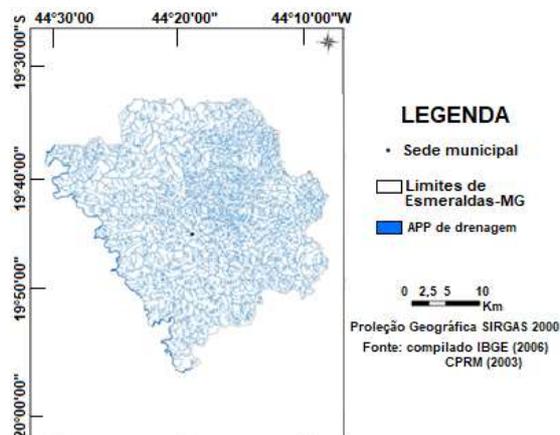


Fonte: Autores (2021)

Os serpentinitos e metagabros geram solos silto argilosos, pouco permeáveis e, como os anteriores, bons para conter aterros sanitários.

Com relação a delimitação de APP de drenagem (restrições hidrográficas), usou-se o critério de distância mínima de 200 m do aterro a qualquer tipo de curso d'água. Criou-se *buffers*, ou seja, áreas limites que restringem a implantação de aterros já que posicionamento de aterro sanitário deverá ser próximo ou em divisores d'água, em locais distantes de nascentes ou cursos d'água, o que pode ser observado na Figura 7.

Figura 7 - Mapa de APP de drenagem



Fonte: Autores (2021).

#### 4.1 – Análises dos mapas temáticos e mapa final

Com relação à álgebra de mapas ou à reclassificação dos dados foram atribuídos notas e pesos, onde as operações e manipulações foram feitas em dados no formato matricial.

Os dados vetoriais referentes à declividade, aos rios, à área urbana, às estradas, aos tipos de solo e à geologia foram reclassificados a partir dos parâmetros pré-estabelecidos encontrados na legislação, na qual são incorporados os valores das notas determinadas a cada classe de cada uma das informações. Ou seja, a partir de uma equação foi determinada uma nota geral e gerando-se mapas reclassificados, utilizados na sequência da metodologia na aplicação da álgebra de mapas.

As notas correspondem a uma escala representativa de 0 a 10, onde 10 é a opção mais adequada para receber um aterro.

Para cada variável analisada, atribuiu-se pesos segundo o grau de importância, relevância e/ou limitação à instalação de um aterro sanitário. O critério para se estabelecer tanto as notas, quanto os pesos se deram a partir dos conceitos aplicados com base em Silva e Zaidan (2004), Aquino (2018) e Aquino, Nero e Costa (2019), onde se buscou informações de quais seriam as melhores opções e o que tange à viabilidade da instalação de um aterro.

A declividade foi a variável que recebeu o maior peso, por ser um fator altamente limitante, já que “determina” a velocidade do escoamento superficial e a susceptibilidade à erosão. A alta declividade faz com que o material inconsolidado fique instável e propenso a infiltrações.

Conhecer o uso do solo permite adequação de locais para que haja menor agressão ao ambiente. Os aterros estão suscetíveis a possíveis vazamentos de chorume que pode infiltrar no solo e chegar aos corpos hídricos, contaminando-os. Assim, solos e rochas impermeáveis são melhores para evitar que em caso de vazamento haja infiltração.

Além disso, a distância dos recursos hídricos visa assegurar e preservá-los mediante tal situação. Áreas protegidas e unidades de conservação são variáveis restritivas à instalação.

Na geração do mapa final aplicou-se a metodologia com base em Aquino (2018) e Aquino, Nero e Costa (2019), aplicando-se o Dinâmica-EGO (SOARES-FILHO, 2009). Assim, com a função denominada “Calculate Map” e utilizando os algoritmos representados nas equações 1 e 2, foram construídos os mapas de restrição e o mapa fatorial, respectivamente.

$$\text{Mapa de Restrição: if } i2 \text{ and } i3 \text{ and } i4 = 0 \text{ then } 0, \text{ else } 1 \quad (1)$$

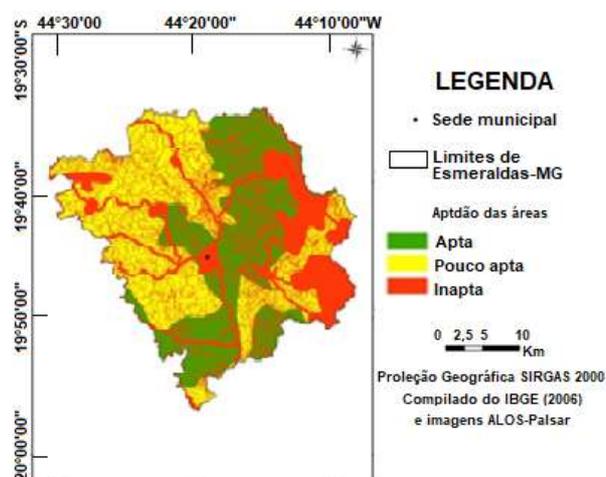
Onde: 0 = Áreas com restrição; 1 = Áreas sem restrição; i2 = Mapa de estradas; i3 = Mapa de APP de drenagem; i4 = Manchas Urbanas;

$$\text{Mapa Fatorial} = i1 + i3 + i5 \quad (2)$$

Onde: i1 = Geologia; i3 = Solos; i5 = Declividade.

Finalmente, foi realizada a reclassificação do mapa fatorial, aplicando-se a álgebra de mapas, onde foram definidos os 3 níveis de aptidão das áreas selecionadas, conforme figura 8, onde 1 significa “Inapta”, 2 “Pouco Apta” e 3 “Apta”. Para tal reclassificação foi utilizada a função “*Calc Histogram Equalized Map*”.

Figura 8 – Mapa das áreas de aptidão para aterro sanitário



## V. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Mesmo com a limitação de dados disponíveis para a região estudada conclui-se que o objetivo principal do trabalho foi alcançado visto que, após todas as operações e considerações, tornou-se possível apontar áreas aptas à instalação do aterro sanitário para o município de Esmeraldas-MG, com o uso de técnicas do geoprocessamento, associadas às diretrizes e boas práticas seguidas neste processo.

As técnicas de análises multicritério têm se mostrado eficazes, rápidas e adequadas para realização das análises espaciais, como foi proposto neste trabalho. Análises complexas, precisas e com qualidade foram executadas de forma rápida com número razoável de variáveis e de acordo ao seu grau de importância.

Analisando-se todo o contexto abordado no presente artigo, considera-se que toda a metodologia aqui apresentada deve ser entendida como uma etapa preliminar nos projetos de implantação de um aterro sanitário, ensejando estudos técnicos mais detalhados para a implantação do empreendimento.

A escolha definitiva da área deveria levar em conta a profundidade do lençol freático, o que não é abordado no presente trabalho. Da mesma maneira que em trabalhos futuros se façam visitas a campo, juntamente com conversas com moradores da região, na validação das áreas e de modo a minimizar aspectos negativos relacionado à prévia escolha destas áreas apontadas nesta pesquisa.

## VI. REFERÊNCIAS

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – **Apresentação de projetos de aterros de resíduos sanitários sólidos urbanos** - Procedimento – NBR 8.419, abril de 1992.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – **Resíduos Sólidos** - Classificação - NBR 10.004, maio de 2004.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - NBR 13.896/97 - **Aterros de resíduos não perigosos** – Critérios para Projeto, Implantação e Operação.

AQUINO, José Nunes de. **Uso de técnicas de modelagem e análise espacial na seleção de áreas ideais para construção de aterros sanitários em regiões metropolitanas densamente povoadas**. Dissertação (Mestrando em Análise e

Modelagem de Sistemas Ambientais) - Universidade Federal de Minas Gerais. 2018. Disponível em: <[https://repositorio.ufmg.br/bitstream/1843/IGCM-AX9NNF/1/jose\\_nunes\\_de\\_aquino.pdf](https://repositorio.ufmg.br/bitstream/1843/IGCM-AX9NNF/1/jose_nunes_de_aquino.pdf)>. Acesso em 14 set. 2021.

AQUINO, José Nunes de; NERO, Marcelo Antonio; COSTA, Adriana Monteiro da. Utilização de técnicas de modelagem e análise espacial na identificação de áreas ótimas para a implantação de aterros sanitários em regiões metropolitanas densamente povoadas. **Caminhos de Geografia**, v. 20, n. 70, p. 01-19, 2019. Disponível em: <http://www.seer.ufu.br/index.php/caminhosdegeografia/article/view/41191/26570>. Acesso em 15 set. 2021.

BENDA, F. **Favorabilidade de áreas para implantação de aterros controlados no Município de Campos dos Goytacazes/RJ utilizando Sistemas de Informação Geográfica**. Dissertação (Mestrando em Engenharia Civil) - Universidade Estadual do Norte Fluminense. 2008. Disponível em: < <https://uenf.br/posgraduacao/engenharia-civil/wp-content/uploads/sites/3/2015/09/FABRICIA-BENDA.pdf> >. Acesso em 11 out. 2021.

BENDA, Fabricia; ALVES, Maria da Glória; OLIVEIRA, Carlos Henrique Rodrigues de. Favorabilidade de áreas para implantação de aterros controlados no município de Campos de Goytacazes/RJ utilizando sistemas de informação geográfica. **Revista Brasileira de Cartografia**, v. 64, n. 1, p. 33-44, 2012.

BEZERRA, Paulo Eduardo Silva; ANDRADE, Ádanna de Souza; ANDRADE, Milena Marília Nogueira. Mapping of potential areas for landfill installation in the Metropolitan Region of Belém. **Ciência e Natura**, v. 42, p. 45, 2020.

BRASIL. Presidência da República. Lei Nº 12.305, de 02 de agosto de 2010. **Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos**; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 02 de agosto de 2010. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm). Acesso em: 14/09/2021.

BRASIL. Presidência da República. Lei Nº 14.026, de 15 de julho de 2020. **Atualiza o marco legal do saneamento básico e altera a Lei nº 9.984**, de 17 de julho de 2000. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 16 de julho de 2020. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/lei-n-14.026-de-15-de-julho-de-2020-267035421>. Acesso em: 03/09/2021.

BRUNDTLAND, Gro Harlem. **Report of the World Commission on environment and development: "our common future"**. UN, 1987. Disponível em: [https://digitallibrary.un.org/record/139811/files/A\\_42\\_427-EN.pdf](https://digitallibrary.un.org/record/139811/files/A_42_427-EN.pdf). Acesso em: 15 de agosto 2019.

CPRM - SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL. **Mapa geológico do estado de Minas Gerais**. Belo Horizonte: CPRM, 2003. Escala 1:1.000.000.

DONHA, Anelissa G.; SOUZA, Luiz C. de P.; SUGAMOSTO, Maria L. Determinação da fragilidade ambiental utilizando técnicas de suporte à decisão e SIG. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 10, p. 175-181, 2006.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2. Ed. – Rio de Janeiro: EMBRAPA-SPI, 2006.

ESRI, Redlands. ArcGIS desktop: release 10. **Environmental Systems Research Institute, CA**, 2011.

FEAM, Orientações técnicas para atendimento à deliberação Normativa 118/2008 do Conselho Estadual de Política Ambiental / Fundação Estadual do Meio Ambiente. 3. ed. - Belo Horizonte: Feam, 2008. 46 p.

FEAM. Programa Minas Sem Lixões, Mapa da Situação do Tratamento e/ou Disposição Final dos Resíduos Sólidos Urbanos de Minas Gerais 2013. Disponível em < [http://www.feam.br/images/stories/minas\\_sem\\_lixoes/2014/mapa2.jpg](http://www.feam.br/images/stories/minas_sem_lixoes/2014/mapa2.jpg) >, acessado em 15/09/2021.

FERNANDEZ NASCIMENTO, Victor *et al.* A worldwide meta-analysis review of restriction criteria for landfill siting using geographic information systems. **Waste Management & Research**, v. 39, n. 3, p. 409-426, 2021. Disponível em: [https://www.researchgate.net/profile/Victor-Fernandez-Nascimento-2/publication/344888578\\_A\\_worldwide\\_meta-analysis\\_review\\_of\\_restriction\\_criteria\\_for\\_landfill\\_siting\\_using\\_geographic\\_information\\_systems/links/5f96f059299bf1b53e461834/A-worldwide-meta-analysis-review-of-restriction-criteria-for-landfill-siting-using-geographic-information-systems.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Victor-Fernandez-Nascimento-2/publication/344888578_A_worldwide_meta-analysis_review_of_restriction_criteria_for_landfill_siting_using_geographic_information_systems/links/5f96f059299bf1b53e461834/A-worldwide-meta-analysis-review-of-restriction-criteria-for-landfill-siting-using-geographic-information-systems.pdf). Acesso em: 12 out. 2021.

FERREIRA, José Gomes; GOMES, Matheus Fortunato Barbosa; DANTAS, Maria Wagner de Araújo. Desafios e controvérsias do novo marco legal do saneamento básico no Brasil. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 7, p. 65449-65468, 2021. Disponível em: <https://www.brazilianjournals.com/index.php/BRJD/article/view/32258/pdf>. Acesso em: 03 de set. 2021.

GEOMINAS. Site de dados espaciais do Estado de Minas Gerais. Disponível em: <http://www.ide.ufv.br:8080/geominas/srv/br/main.home>. Acesso em 03 de agosto de 2019.

GOODCHILD, Michael. Postscript: New directions for GIS research. In: **Geographic Information Research**. CRC Press, 2020. p. 588-595.

GUIMARÃES, Lucy Teixeira. **Utilização do Sistema de Informação Geográfica (SIG) para Identificação de áreas Potenciais para Disposição de Resíduos na Bacia do Paquequer**, Município de Teresópolis - RJ. 2000, 170f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - COPPE, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. Disponível em: [http://www.coc.ufrj.br/pt/component/docman/?task=doc\\_download&gid=2335&Itemid=](http://www.coc.ufrj.br/pt/component/docman/?task=doc_download&gid=2335&Itemid=). Acesso em 15 de set. 2021.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - Geociências. Censo demográfico. V. 13, 2010. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/rendimento-despesa-e-consumo/9662-censo-demografico-2010.html?=&t=o-que-e>. Acesso em: 15 ago. 2020.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - Geociências. Malha municipal do Estado de Minas Gerais 2020. Disponível em: < <https://www.ibge.gov.br/#> >. Acesso em 15 de setembro de 2020.

KAREEM, Sabreen L. *et al.* Optimum location for landfills landfill site selection using GIS technique: Al-Naja city as a case study. **Cogent Engineering**, v. 8, n. 1, p. 1863171, 2021. Disponível em:

<https://www.tandfonline.com/doi/pdf/10.1080/23311916.2020.1863171?download=true>. Acesso em: 12 out. 2021.

LANGA, Chelsea *et al.* Dynamic evaluation method for planning sustainable landfills using GIS and multi-criteria in areas of urban sprawl with land-use conflicts. **Plos one**, v. 16, n. 8, p. e0254441, 2021. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8396732/pdf/pone.0254441.pdf>. Acesso em: 12 out. 2021.

LINO, Isabela Coutinho. **Seleção de áreas para implantação de aterros sanitários: análise comparativa de métodos**. 2007. 85 f. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Instituto de Geociências e Ciências Exatas. Disponível em: [https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/92745/lino\\_ic\\_me\\_rcla.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/92745/lino_ic_me_rcla.pdf?sequence=1&isAllowed=y). Acesso em: 14 set. 2021.

MESBAHI, Fatemeh; MOSTAFA NEJAD, Sadegh; NADIRI, Ata Allah. Landfill site selection using analytical hierarchy process (AHP) and geographical information system (GIS): A case study in Sardasht, Iran. **Journal of Environmental Health Engineering**, v. 8, n. 2, p. 26-41, 2021. Disponível em: <https://jehe.abzums.ac.ir/article-1-832-en.pdf>. Acesso em: 12 out. 2021.

MONTEIRO, José Henrique Penido. **Manual de gerenciamento integrado de resíduos sólidos**. 2001.

MORAES, Iranilda Silva; FERREIRA, H. S.; OLIVEIRA, S. F. C. A utilização do SIG como ferramenta para indicação de áreas possíveis a implantação de aterro sanitário na região metropolitana de Belém-PA. **III Simpósio Brasileiro de Ciências Geodésias e Tecnologias da Geoinformação**, p. 27-30, 2010.

MOREIRA, Michel Castro *et al.* Desenvolvimento e análise de uma rede neural artificial para estimativa da erosividade da chuva para o Estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 30, p. 1069-1076, 2006.

MOURA, Ana Clara Mourão. Geoprocessamento aplicado ao planejamento urbano e à gestão do patrimônio histórico de Ouro Preto-MG. In: **Congresso Brasileiro de Cartografia**. 2003. p. 1-9.

MOURA, Ana Clara Mourão. Reflexões metodológicas como subsídio para estudos ambientais baseados em Análise de Multicritérios. **Anais XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Florianópolis, Brasil**, p. 21-26, 2007.

NASCIMENTO FILHO, P. S.; CAMPOS, M. A. O emprego do agregado reciclado de resíduo sólido da construção civil, em camadas de base e sub-base: uma revisão bibliográfica. **Revista Sodebras [on line]**, v. 16, n. 186, p. 23-28. Disponível em: <https://doi.org/10.29367/issn.1809-3957.16.2021.186.23>. Acesso em 09 de set. de 2021.

PAGANINI, Wanderley da Silva; BOCCHIGLIERI, Miriam Moreira. O Novo Marco Legal do Saneamento: universalização e saúde pública. **Revista USP**, n. 128, p. 45-60, 2021.

PREFEITURA DE ESMERALDAS-MG. **Curiosidades sobre a cidade**. Disponível em: <https://www.esmeraldas.mg.gov.br/curiosidades-sobre-a-cidade>. Acesso em 15 de ago. de 2021.

ROCCA, Alfredo Carlos C. **Resíduos sólidos industriais**. CETESB, 1993. São Paulo-SP.

ROUBICEK, Marcelo. O novo marco legal do saneamento básico sob análise. **Nexo Jornal**. Jun., v. 25, 2020. Disponível em: [http://cogetes.epsjv.fiocruz.br/storage/ANEXO\\_GEOGRAFIA\\_1%C2%BAANO\\_O\\_NOVO\\_MARCO\\_LEGAL\\_DO\\_SANEAMENTO\\_B%C3%81SICO\\_SOB\\_ANALISE-a\\_5f065a9712d03.pdf](http://cogetes.epsjv.fiocruz.br/storage/ANEXO_GEOGRAFIA_1%C2%BAANO_O_NOVO_MARCO_LEGAL_DO_SANEAMENTO_B%C3%81SICO_SOB_ANALISE-a_5f065a9712d03.pdf). Acesso em 03 de set. 2021.

SILVA, Jorge Xavier da; ZAIDAN, Ricardo Tavares. Geoprocessamento e análise ambiental: aplicações. In: **Geoprocessamento e análise ambiental: aplicações**. 2004. p. 363-363.

SCHUELER, Adriana Soares de; MAHLER, Claudio. Avaliação de áreas utilizadas para disposição de resíduos sólidos urbanos. **Brazilian Journal of Environmental Sciences (Online)**, n. 13, p. 18-25, 2009.

SOARES-FILHO, Britaldo S. *et al.* Modeling environmental dynamics with Dinamica EGO. **Centro de Sensoriamento Remoto**. Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, Minas Gerais, v. 115, 2009. Disponível em: <https://csr.ufmg.br/dinamica/>. Acesso em: 12 out. 2021.

ZUQUETTE, Lázaro Valentim. **Análise crítica da cartografia geotécnica e proposta metodológica para condições brasileiras**. 1987. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo-Escola de Engenharia de São Carlos.

## VII. COPYRIGHT

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

## **MAPEAMENTO DE ÁREAS DE RISCO DE INCÊNDIO FLORESTAIS PRÓXIMAS DE UNIDADES DE CONSERVAÇÃO NA REGIÃO METROPOLITANA DE BELO HORIZONTE-MG E SUA APLICAÇÃO NA POLÍTICA PÚBLICA**

### *MAPPING FOREST FIRE RISK AREAS NEAR CONSERVATION UNITS IN THE METROPOLITAN REGION OF BELO HORIZONTE- MG AND YOUR APPLICATION IN THE PUBLIC POLITIC*

Marcelo Antonio Nero<sup>1</sup>  
Luiza Cintra Fernandes<sup>2</sup>  
Diogo Soares De Melo Franco<sup>3</sup>  
Plínio Temba<sup>4</sup>

**Resumo** – Os incêndios florestais têm efeitos negativos nas comunidades familiares. O presente artigo tem como objetivo a avaliação das ocorrências de incêndios florestais nos anos de 2014, 2015 e 2016, nas áreas urbanizadas na porção Nordeste da Região Metropolitana de Belo Horizonte. Em termos de metodologia aplicou-se a álgebra de mapas com uso de Geoprocessamento e PHA (Processo Hierárquico Analítico), levando-se em conta os seguintes fatores: humidade, topografia, uso do solo e antropismo. Como produto final gerou-se o mapa temático de riscos de incêndio. Os resultados obtidos nesse artigo possibilitam a tomada de decisão para a melhor utilização dos recursos financeiros, principalmente, em termos de prevenção das ocorrências dos incêndios florestais, levando em conta o aumento dos custos do combate aos incêndios, bem como a sua relevância socioambiental.

**Palavras-chave:** Geoprocessamento. Planejamento Público. Prevenção de Incêndios.

**Abstract** - Forest Fires have negative effects in the whole community. This article has the aim of evaluating the forest fire occurrences in the years of 2014, 2015 and 2016 in a part of the Northern Urbanized Areas of the Metropolitan Region of Belo Horizonte. The Methodology applied the maps algebraic by using of Geoprocessing and AHP (Analytic Hierarchical Process) where it has based in the following factors: humidity, topography, land use and anthropism. As final product has obtained a fire risk thematic map. This article also seeks to

<sup>1</sup> PPG AMSA, Instituto de Geociências/Universidade Federal de Minas Gerais. Contato:marcelo.nero@ufmg.br.

<sup>2</sup> PPG AMSA, Instituto de Geociências/Universidade Federal de Minas Gerais. Contato: luizacintraf@gmail.br.

<sup>3</sup> PPG AMSA, Instituto de Geociências/Universidade Federal de Minas Gerais. Contato: diogofranco@yahoo.com.

<sup>4</sup> PPG AMSA, Instituto de Geociências/ Universidade Federal de Minas Gerais. Contato: temba@ufmg.br.

*support the decision-makers regarding a better usage of financial resources, especially in the matter of preventing forest fire occurrences, considering the high amount of money spent with fire combat crews and the environmental and social consequences of these fires.*

**Keywords:** *Geoprocessing. Public Planning. Fire Prevention.*

## I. INTRODUÇÃO

Forest fires cause many problems on different scales. Besides the environmental degradation, which impacts the biodiversity, there is also the incalculable financial damage and the casualties, as the soot that results in many problems for human health (OLIVEIRA, 2013; OLIVEIRA and NERO, 2012A, 2012B, 2013; OLIVEIRA *et al.*, 2017; YOU *et al.* 2017; FERNANDES *et al.*, 2018A, 2018B, 2018C, 2020; FERNANDES, 2019; MESSIAS and FERREIRA, 2019; CAMPOS and ARAYA, 2020). On the global scale, fires promote an increase in carbon emissions to the atmosphere, impacting the global weather. In Brazil, as in other parts of the world, the vegetation fire strongly contributed to the escalation of climate change (DIAS, 2015).

In this context, the Minas Gerais state, created in 2012, by the 45.960 decree (MINAS GERAIS, 2012), the “Força-Tarefa Previncêndio” (Preventing Fire task force), that has the aim of taking measures against forest fires and also to fight it during the critic period, in order to protect conservation units, their boundaries and other areas with high ecological value. The task force is also responsible for coordinating inspections, supporting forest fire prevention actions taken by other stakeholders, ensuring forest fire combat operations, and smoldering and after the fire surveillance, which are necessary to guarantee complete fire extinction. The structure includes the Environmental and Sustainable Development State Office, the State Forestry Institute, the Fire Department, the Military Police, the Civil Police, and the Civil Defense. According to the State Forestry Institute, the amount of the state apparatus involved in the forest fire prevention and combat alone already indicates the dimension of the challenge to be overcome, especially when almost all the fire occurrences are human-related, whether by malpractice or on purpose. The fire occurrences evaluated were the ones registered by the task force during the years of 2014, 2015, and 2016 in the internal areas and boundaries of the following state conservation units with huge ecological relevance: Serra Verde State Park, Serra do Sobrado State Park and Serra das Aroeiras Wildlife Refuge, classified as full protection units by the law number 9985 of 2000, which created the National System of Conservation Units. These units are located in the Northern Urbanized Areas of the Metropolitan Region of Belo Horizonte, with intense urban expansion after implementing infrastructure and public and private property developments since 2007. The quick urban occupation previewed in the Northern Areas have been a concern for the governmental institutions that work with environmental issues and urban planning (SAMPAIO, ELMIRO and NÓBREGA, 2014). Recent discussions about the Geoprocessing and fire see Loftus (2021), Liu *et al.* (2021),

This study aimed to define the influence of the primary fire causing factors and elaborate on an evaluation risk model to support the planning and management of the stakeholders involved in fire prevention and combating. This way, we evaluate the fire history in the area that includes part of the following cities: Belo Horizonte, Ribeirão das Neves, Lagoa Santa, Confins, Santa Luiza, Pedro Leopoldo, and the totality of these other cities: Vespasiano and São José da Lapa. These occurrences' critical aspects considered the following variables: altitude, vegetation, urban area, roads and highways, precipitation, and hydrography.

## II. METHODOLOGY

### 2.1 – Study area

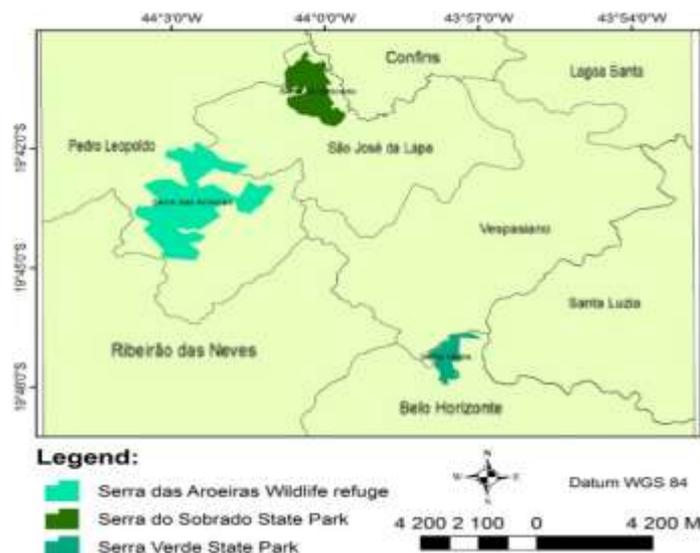
The study area (Figure 1) is located in the Northern Urbanized Areas of the Metropolitan Region of Belo Horizonte and has about 435 square kilometers covering three state conservation units. 1) The Serra Verde State Park, located in Belo Horizonte and has an area of 142 hectares, is the second bigger park in the capital and of great importance to the conservation of the natural resources in the region. There are various river springs in this area, and they are fundamental to the maintenance of the many lakes, besides making part of the head of Stream Isidoro. The park is also a shelter to twelve species of mammals, some of which are threatened by extinction, for example, the “tatu-galinha”, “Paca”, “Cachorro do Mato”, and “Mão Pelada” (LOPES, 2013). 2) The Serra do Sobrado State Park, with 383 hectares, is located in São José da Lapa, is part of Ribeirão da Mata watershed, a tributary on the left margin of “Rio das Velhas” (Velhas river), which belongs to São Francisco Watershed. 3) The Serra das Aroeiras has an area of 1035 hectares and is located in Pedro Leopoldo and São José da Lapa, being part of Ribeirão da Mata Watershed, a tributary on the left margin of “Rio das Velhas”. The prevailing biome of Serra das Aroeiras is the “Cerrado”, but there are also some parts of dry forest and Aroeiras forestry, which is an integrated specie of the official list of Brazilian flora, threatened of extinction.

### 2.3 – Model variables

The variables' choice to compose the model was based on bibliographic references study and the data available. The variables has presented in the following paragraphs.

Topography variables: from elevation data is possible to calculate the slope and the terrain orientation. The slope's importance in the model is related to wind behavior changes, affecting the fire propagation rate and direction. Many studies show that areas with higher slopes are associated with high fire risk (PEZZOPANE, OLIVEIRA NETO and VILELA, 2001). Knowing the terrain orientation makes it easier to determine which terrain face presents more influence of the sun's direct heat, which affects the dry rate of the combustible material. In the southern hemisphere, the sunbeam affects the north face more directly, being the West face the second to receive more energy, followed by the East, and the least heated is the South one (JUVANHOL, 2014).

Figure 1 - Study Area, with parks highlighted



Source: Authors (2021).

Land Use: to know the kind of vegetation is important because it affects the behavior and propagation of fire due to combustibles and climate conditions' types and properties. For example, dense and closed forestry provides a softer microclimate, and the combustibles have superior humidity content and are also more stable compared to open and scarce forestry. The fire propagates more easily in open forests and the planted forestry, which also presents favorable conditions to fires due to its homogeneity (JUVANHOL, 2014).

Hydrograph: the importance of using the watercourses proximities in the fire risk vary from region to region, depending on the dimensions and use of resources. Either can be a facilitating fire factor due make possible access in vegetation areas or can be a difficulty factor as the water put out the fires (RIBEIRO, SOARES and BEPLER, 2012).

Human Factors: from the fire causes defined for the FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations), at least six categories show human influence (firefighters, burning for cleaning, smokers, forest operations, railroad, recreation), demonstrating the importance to add this variable in the analysis. A way of determining this influence is to use a buffer for roads and settlements. Movements and Human activities, animals, and vehicles on the roads usually pose extensive accidental/artificial fires. Generally, the causes of fire are car accidents and vehicle fires, burning cigarettes thrown by drivers, bonfires set by people passing by, and intentional fires (JAISWAL *et al.*, 2002).

Precipitation: directly affects the amount of water in the combustible material. If the annual precipitation is less than 1000 mm per year, the fires are more significant. However, if the precipitation is well distributed, with monthly precipitation is greater than 100 mm, the fire risk is low (LIU and ZHANG, 2015).

### 2.3 - Analytic Hierarchical Method

The Analytic Hierarchical Process (AHP), developed by Saaty (1977), is a type of multicriteria analysis, which is used by many authors in the fire risk calculation (e.g. CIPRIANI *et al.* 2011; CHUVIECO and CONGALTON 1989; JAISWAL *et al.* 2002; RIBEIRO, SOARES and BEPLER, 2012; JUVANHOL 2014). This methodology is widespread because it is simple and relies only on computational techniques or historical fire data. The specialist's knowledge is used in the decision-making process and for setting the variables' hierarchy.

This method is a hierarchical decision-making process in which the elements were classified from a higher level to a lower one. Subsequently, a comparison matrix to define the weights of each variable is created. The comparison matrix registers the relative importance of the connection among each pair of criteria and allows the decision-makers to understand how the criteria connect through a weighting factor referred to each criterion. The weighting factors range from 1 to 9, being 1 when two of the parameters show equal importance and 9 when one has extreme importance regarding the other one. Finally, a consistency relation (RC) is calculated to determine whether the evaluation succeeded or not. An RC lower than 0.1 indicates good consistency. If the RC indicates inconsistency among the comparison, the pairs must be reassessed. The formula for the Consistency relation is presented below (1):

This method is a hierarchical decision-making process in which classifies the elements from a higher level to a lower one. Subsequently, a comparison matrix creates the weights of each variable. The comparison matrix registers the relative importance of the connection among each pair of criteria and allows the decision-makers to understand how the criteria connect through a weighting factor referred to each criterion. The weighting factors range from 1 to 9, being 1 when two of the parameters show equal

importance and 9 when one has extreme importance regarding the other one. Finally, a consistency relation (RC) is calculated to determine whether the evaluation succeeded or not. An RC lower than 0.1 indicates good consistency. Must be to reassess if the RC indicates inconsistency among the comparison, the pairs. The formula for the Consistency relation is presented in the sequence by equation (1).

$$RC = \frac{CI}{RI} \quad (1)$$

RI stands for Random Index to a certain n (comparison matrix size) that was tabulated by Saaty (1991) and CI stands for the Consistency Index (2), which can be defined by:

$$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1} \quad (2)$$

In this formula  $\lambda_{max}$  is the Eigen value associated with the comparison matrix and n (the number of lines and columns of the matrix).

#### 2.4 – Data used

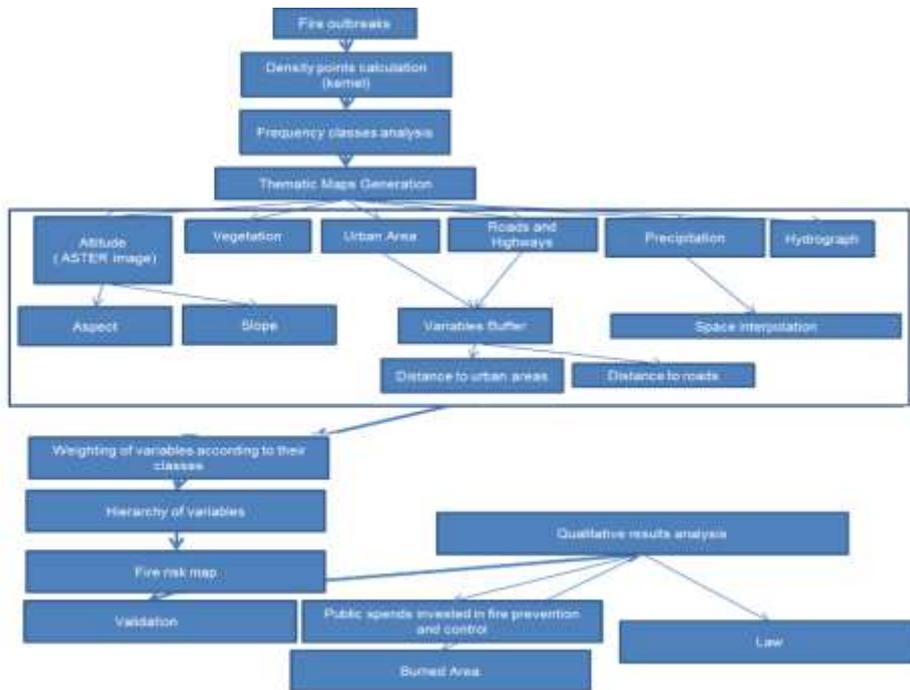
The fire data were provided by the Pre-Fire Task Force from the state parks nearby regarding 2014, 2015, and 2016. Furthermore, we used the land use maps available on the RMBH Metropolitan plan website. The elaboration of the aspect and slope maps used ASTER data on the EarthExplorer website ([earthexplorer.usgs.gov](http://earthexplorer.usgs.gov)) for 2011. The precipitation data (2014, 2015, and 2016) was provided by the hidroweb website ([www.snirh.gov.br/hidroweb/](http://www.snirh.gov.br/hidroweb/)), which belongs to the National Water Agency (ANA, 2020). All data were processed in ArcGIS and then turned into raster (GeoTIFF). All the maps were divided into classes specified in the tables 1, 2, 3,4 ,5, and 6. Another analysis was performed using cost of prevention and fire combat data provided by the Pre-Fire Task Force.

#### 2.5 – General schema

Regarding to the application of AHP method, at first it was made an analysis of each variable and its relation to the fire outbreaks. In order to do that it was made a calculation of the fire focuses density, by the kernel method, with ArcGIS. After crossing data from the fire outbreak maps, with the maps of: land use, distance from roads and urban area, the aspect and slope, the fire frequency was defined. After setting the fire frequency, it was possible to determine which classes of each map, were more associated to fire outbreaks and so the marking was established.

From all the classes of each variable map were established a weight, based on the analysis and in the extensive bibliographic consultation made by the authors of this paper. This whole process was completed using the R software. It is important to emphasize that the fire data available was only for fire focuses in the state parks, so the frequency analysis did not show the expected results for all the variables analyzed. Finally, the multicriteria analysis was made using the DINAMICA EGO software (LEITE-FILHO *et al.*, 2019, BATISTA *et al.*, 2019, 2020). After that, a qualitative analysis of the results was made based on the public expenses, the burned area and available legislation. Figure 2 shows The methodology chart.

Figure 2 - Methodology general schema



Source: Authors (2021).

### III. RESULTS

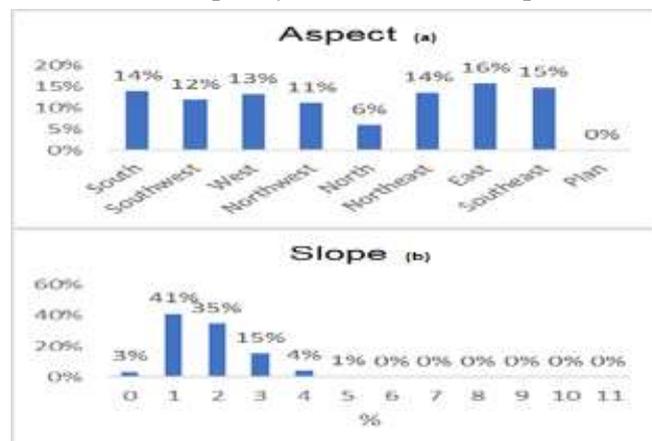
#### 3.1 - Frequency Analysis and attributed weights

##### 3.1.1 - Topography Variables

The slope data showed results opposite to that expected (figure 3a) because the higher fire frequency happened in the places with a lower slope. Such result can be associated with another factor of the park area features a slope between 1 and 3%, which can explain the result. The results concerning the aspect (figure 3b) were also the opposite of what was expected. The north face of the terrain had the lower frequency while the predominant aspect in the park is the East one, followed by Northeast, Southeast, and South, which can explain the results.

The weighting factors calculation was obtained from the literature, instead of the frequency results, as shown in the table 1.

Figure 3 - Fire focuses frequency on the classes of aspect (a) and slope (b)



Source: Authors (2021).

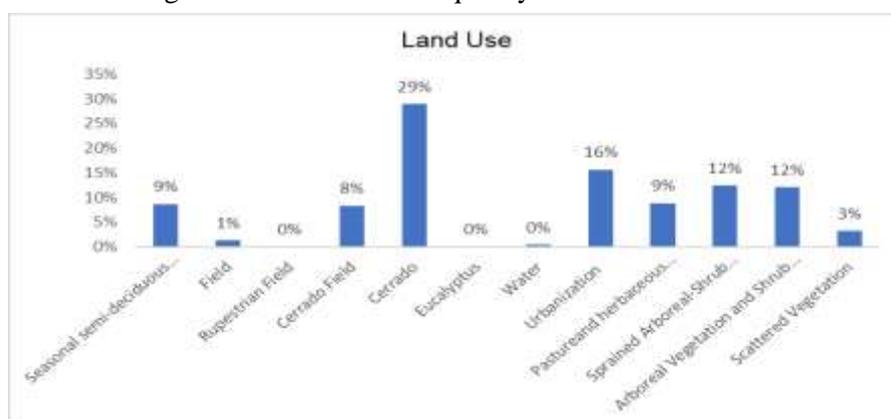
Table 1 - Weighting factors of fire risk attributed to the aspect and the slope

Aspect	Weighting factor	Slope	Weighting factor
South, Southwest, Southeast	Low	1	0-3%
Northwest and Northeast	Moderate	3	4-8%
North, East and West	High	7	9-11%
Plan	Null	0	

### 3.1.2 - Land Use

Figure 4 shows the “Cerrado” areas with higher tendency to fires, followed by the scattered vegetation. Information found in the literature was also considered; for example, eucalyptus was not found in the study area, but it is known that the associated risk of fire is high when it comes to this kind of tree. The weighting factors table was made after considering the information mentioned above (table 2).

Figure 4 - Fire focuses frequency related the Land Use



Source: Authors (2021).

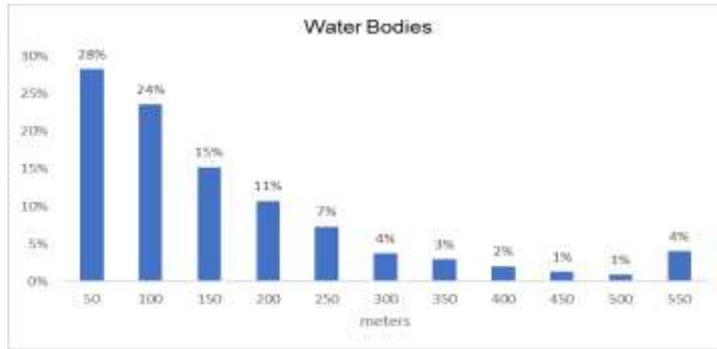
Table 2 - Weighting factors of fire risk attributed to the Land Use

Vegetation	Grades
Seasonal semi-deciduous mountainous forest	High 6
Field	Low 2
Rupestrian Field	Low 1
Cerrado Field	High 6
Cerrado	Very High 7
Eucalyptus	High 6
Water	Null 0
Urbanization	High 6
Pasture and herbaceous vegetation	Moderate 4
Sprained Arboreal-Shrub Vegetation	High 5
Arboreal Vegetation and Shrub Arboreal	High 5
Scattered Vegetation	High 5

### 3.1.3 - Hydrography Variables

Figure 5 shows the great hydrography influence. The closer the vegetation is to a water’s body, the higher the hydrography influence, so the weighting factor was defined with relation to results (table 3).

Figure 5 - Fire focuses frequency related to the distance from a water body



Source: Authors (2021).

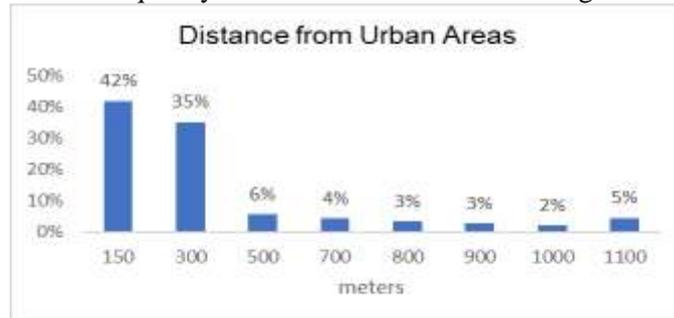
Table 3 - Weighting factors of fire risk attributed to hydrography influence

Distance from water bodies	Weighting factors	
<50 m	Very High	7
100 -200 m	High	6
250-400 m	Moderate	4
>450 m	Low	1

### 3.1.4 - Human Factors

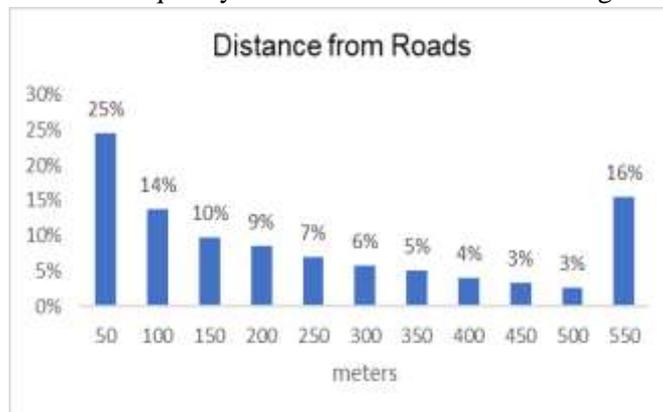
Figures 6 and 7 show how the urban areas and roads influence the fire occurrences, in a way in which the closer to roads and urban areas the vegetation is, the higher the fire incidence. The weighting factors (table 4) were defined according to these data.

Figure 6 - Fire focuses frequency of the distance between the vegetation and urban área



Source: Authors (2021).

Figure 7 - Fire focuses frequency of the distance between the vegetation and roads



Source: Authors (2021).

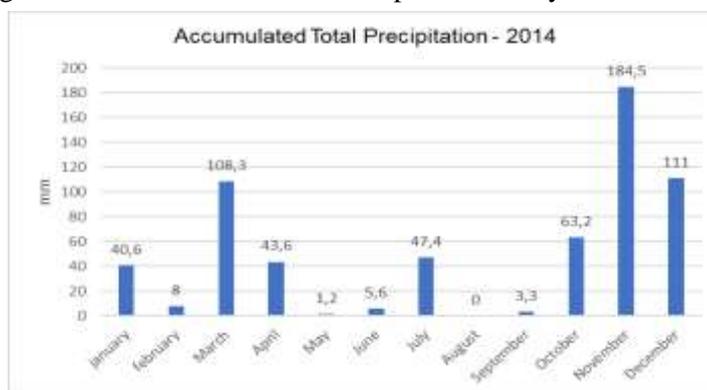
Table 3 - Weighting factors of fire risk of the distance between the vegetation and both roads and urban area

Distance from roads	Weighting factors	Distance from Urban Area	Weighting factors		
<50 m	Very High	7	<150 m	Very High	7
50 -100 m	High	6	150 - 300 m	High	6
100-150 m	High	5	300 -500 m	Moderate	4
150-250 m	Moderate	3	500 -800 m	Moderate	3
>300 m	Low	1	>900 m	Low	1

### 3.1.5 - Precipitation

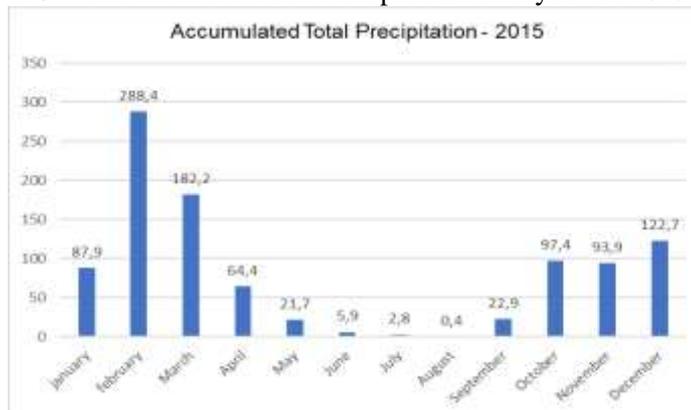
Figures 8, 9 and 10 show that the average monthly precipitation was below 100 mm for the whole area, causing a high risk of fire and the same weight. It would not have any differences in the final calculation. Therefore, only a monthly analysis the rainy season was made.

Figure 8 - Accumulated Total Precipitation Analysis for 2014



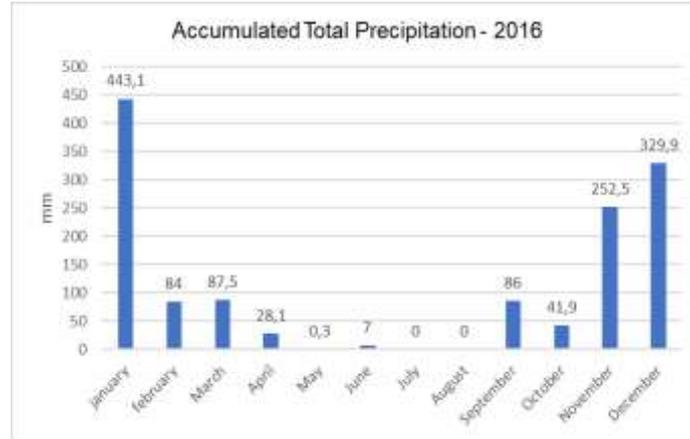
Source: Authors (2021).

Figure 9 – Accumulated Total Precipitation Analysis for 2015



Source: Authors (2021).

Figure 10 – Accumulated Total Precipitation Analysis for 2016



Source: Authors (2021).

### 3.2 - Risk Map

Table 4 shows the comparison matrix and the weighting factors associated with each variable. The matrix had a RC of 0.085, that is lower than 0.1, indicating good consistency. Therefore, the Risk calculation was done as bellow:

$$0.034 * \text{Slope} + 0.034 * \text{Aspect} + 0.226 * \text{Land Use} + 0.130 * \text{Hydrography} + 0.288 * \text{Roads} + 0.288 * \text{Urban Areas}$$

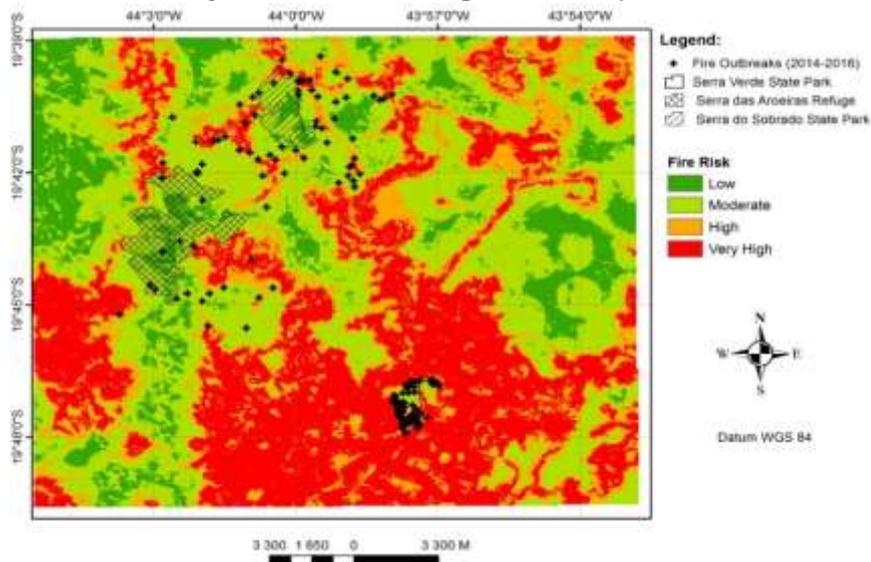
Table 4 - Comparison Matrix

	Slope	Aspect	LU	Hyd	Roads	Urb	Weights
Slope	1.00	1.00	0.17	0.25	0.14	0.14	0.034
Aspect	1.00	1.00	0.17	0.25	0.14	0.14	0.034
LU	6.00	6.00	1.00	4.00	0.50	0.50	0.226
Hyd	4.00	4.00	1.00	1.00	0.20	0.20	0.130
Roads	7.00	7.00	2.00	5.00	1.00	1.00	0.288
Urb	7.00	7.00	2.00	5.00	1.00	1.00	0.288

\*LU=Land Use Hid=Hydrograph Urb= urban areas

Figure 11 shows the final risk map and the fire focuses used in the study

Figure 11 - Fire risk map for the study area



Source: Authors (2021).

### 3.3 - Validation

Table 5 lists the fire outbreaks data crossed with the risk classes. It is possible to notice that 43% of the outbreaks are associated with both the high and very high classes, while only 6% were classified as low, which is a positive point. However, 51% was classified as moderate, which was not an expected result, meaning that either a review of the variables' judgment criteria should be necessary or adding new variables, or also, using different fire prevention methods.

Table 5 - Validation

Risk Classes	Outbreaks Percentage
Very High (6-7)	19%
High (5)	24%
Moderate (3-4)	51%
Low (0-2)	6%

## IV. DISCUSSION

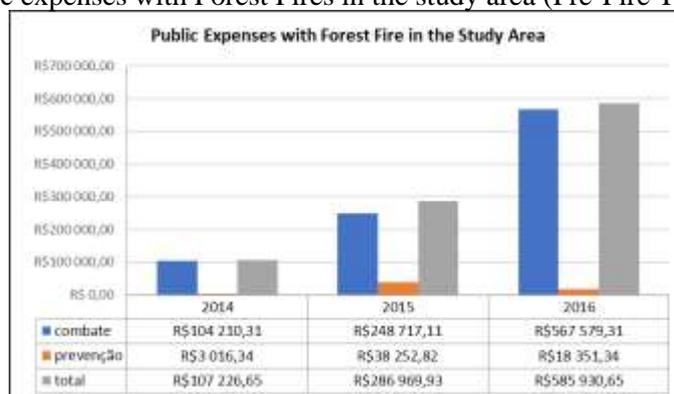
The fire characteristics have complex interactions with vegetation, climate, topography, and human activities. The land use and the topography affect the frequency, velocity of propagation, and burned areas' size. Human activities greatly influence the fire characteristics, altering the frequency, burned area size, and distribution pattern (CHANG *et al.*, 2015). The fire risk prediction can be complicated because of the interactions between human and environmental factors (BARLOW *et al.*, 2012).

According to Lentini, Veríssimo and Sobral (2003), in regions where the dry season is well-defined, the attention must be special, so an adequate elaboration of politics that could minimize the fire action occurs since the risks are higher in this season. For that matter, the forest fire risk maps are effective tools that make it possible to know the most susceptible areas, enabling higher investments in preventive measures for the higher fire risk areas (BATISTA, 2000).

In Minas Gerais state, the Pre-Fire Task Force acts during the critical period of fire occurrence, season with lower precipitation. The dry climate, the vegetation wilting, and the air relative humidity decreasing from June to November. During the remaining months, preventive actions take place.

When analyzing the public expenses with the forest fire management, it is possible to notice, according to Figure 12, the increasing cost of the fire combat, which consumes nearly 93% of the total amount of money in the years 2014 and 2016. Only 7% of the value is invested in prevention activities.

Figure 12 - Public expenses with Forest Fires in the study area (Pre-Fire Task Force, 2017)

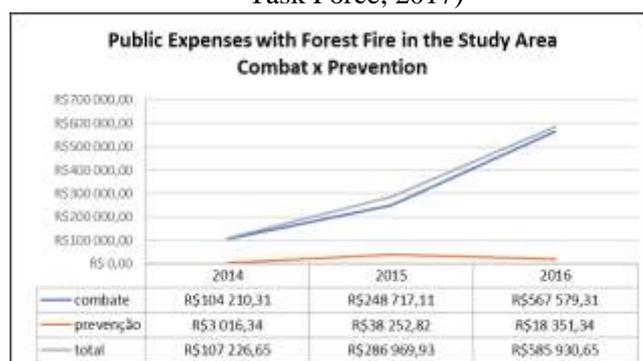


Source Authors (2021).

Another highlight point is that data shows an increase of expenses with fire combating, while the amount spent in the fire prevention remain stabilized (Figure 13).

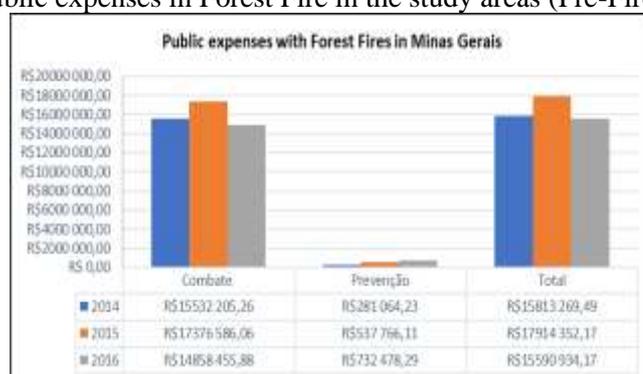
In the case of Minas Gerais state as a whole, the total cost in the three years is nearly R\$ 47,5 million, and the amount used with prevention is about R\$ 1,5 million (Figure 14).

Figure 13 - Public Expenses in Forest Fire in the study áreas Combat x Prevention (Pre-Fire Task Force, 2017)



Source: Authors (2021).

Figure 14 - Public expenses in Forest Fire in the study areas (Pre-Fire Task Force, 2017)



Source: Authors (2021).

According to Fiedler, Merlot and Medeiros (2006), the best way to plan, prevent and combat the forest fires is by researching the historical fire patterns of the area, which makes it possible to preview the eligible causes, the frequency and the fire consequences, so that resources and efforts are directed to the most susceptible regions.

The table 6 and 7 present the occurrences registered in the period of 2014-2016 in the conservation units (UCs) of this study and their surroundings.

Table 6 - Occurrences in the internal area of state UCs from 2014 to 2016 (Pre-Fire Task Force, 2017)

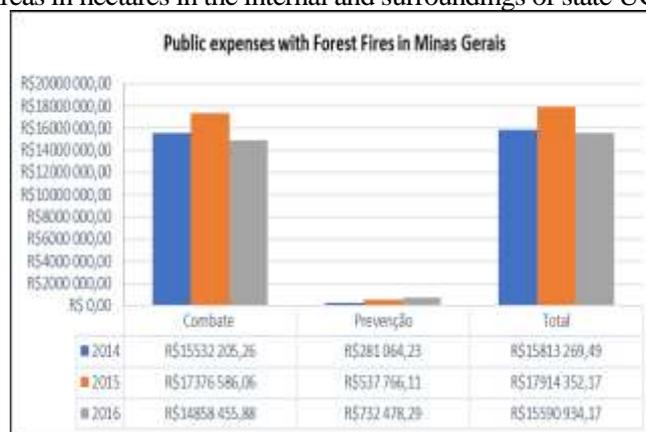
Conserv. Unit	Type	UC Area (ha)	2014	2015	2016	Total per UC from 2014 to 2016
Serra Verde	PQ	142,02	23	22	27	72
Serra do Sobrado	PQ	383,60	3	0	0	3
Serra das Aroeiras	RVS	1.035,41	2	0	0	2

Table 7 - Occurrences in the surroundings area of state UCs from 2014 to 2016 (Pre-Fire Task Force, 2017)

Conserv. Unit	Type	UC Area (ha)	2014	2015	2016	Total per UC from 2014 to 2016
Serra do Sobrado	PQ	383,60	1	31	23	55
Serra das Aroeiras	RVS	1.035,41	1	10	8	19
Serra Verde	PQ	142,02	5	4	2	11

After the data analysis, a fire occurrence pattern of each unit was established. While the Serra Verde state park has a higher historical number of fire occurrences in its internal area (72 accumulated in the 3 years), the Serra do Sobrado Park and Serra das Aroeiras Refuge have the higher number of occurrences in their surroundings, with 55 and 19, respectively. The burned area of these units in the years of 2014 to 2016 correspond to more than 1200 hectares, which is extremely significant. The figure 15 presents this balance.

Figure 15 - Burned Areas in hectares in the internal and surroundings of state UCs from 2014 and 2016



Source: Authors (2021).

## V. CONCLUSION

The results obtained from the mapping of fire risk areas were not as good as expected, but they made it possible to understand the most susceptible to fire areas better. Future works may use other fire risk mapping methods. Many methodologies to calculate the fire risk achieve more accurate results, such as neural artificial networks techniques, fuzzy logic, logistic regression, and Monte Alegre formula (Fernandes *et al.* 2018a, 2018b, 2018c; Fernandes 2019; Fernandes *et al.* 2020).

Both the public expenses report on combat and prevention of forest fires and the quantity of burned areas in the parks disclose how relevant this kind of study is in such areas. Mainly because they have high ecological importance and have been suffering from fires for many years. Therefore, mapping areas with higher fire risk can assist the formulation of fire prevention programs and also enable a decrease on the amount of money invested in fire combat in the parks.

The variables analysis enabled the determination of the most significant causing factor of the fire, which is the human actions. The best solution for this specific problem is raising people awareness about the ecological importance of these areas, so that in the future they will carefully handle fire on the surroundings and inside the parks. Future studies will suggest employing the other data images of new sensor data with better resolutions, such as spectral resolution, radiometric resolution, spatial resolution, and temporal resolution. It will include drone data, for example.

## VI. REFERENCES

- ANA. Portal Hidroweb v3.1.1. Available in: <[www.snirh.gov.br/hidroweb](http://www.snirh.gov.br/hidroweb)>. Accessed in: 11/24/2020.
- BARLOW, Jos *et al.* The critical importance of considering fire in REDD+ programs. **Biological Conservation**, v. 154, p. 1-8, 2012.
- BATISTA, Antonio Carlos. Mapas de risco: uma alternativa para o planejamento de controle de incêndios florestais. **Floresta**. v. 54, p. 30:45–54, 2000.
- BATISTA, Evandro *et al.* Large-scale pasture restoration may not be the best option to reduce greenhouse gas emissions in Brazil. **Environmental Research Letters**, v. 14, n. 12, p. 125009, 2019.
- BATISTA, E. L da S. *et al.* Cenários para intensificação da bovinocultura de corte brasileira. **IGC/UFMG**, 2020.
- CAMPOS, Ramón Alberto Masís; ARAYA, Melvin Lizano. Análisis espacio-temporal de áreas quemadas en la región chorotega, costa rica entre 2001 y 2015. **Caminhos de Geografia**, v. 21, n. 73, p. 40–52-40–52, 2020. Available in: <<http://www.seer.ufu.br/index.php/caminhosdegeografia/article/view/42900/28311>>. Accessed in: 11/20/2020.
- CHANG, Yu *et al.* Environmental controls on the characteristics of mean number of forest fires and mean forest area burned (1987–2007) in China. **Forest Ecology and Management**, v. 356, p. 13-21, 2015. Available in: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S037811271500393X>>. Accessed in: 11/20/2020.
- CHUVIECO, Emilio; CONGALTON, Russell G. Application of remote sensing and geographic information systems to forest fire hazard mapping. **Remote sensing of Environment**, v. 29, n. 2, p. 147-159, 1989.
- CIPRIANI, Henrique Nery *et al.* Fire risk map for the Serra de São Domingos Municipal park, Poços de caldas, MG. **Cerne**, v. 17, n. 1, p. 77-83, 2011.
- DIAS, Genebaldo Freire. **Fogo no Clima: queimadas, incêndios florestais e Mudanças climáticas**. Ministério do Meio Ambiente. Brasília; 2015. Available in: <http://www.ibama.gov.br/sophia/cnia/livros/FogoNoClima3edicao.pdf>. Accessed in: 10/08/2021.
- FERNANDES, Luiza Cintra. **Modelagem de risco de incêndios florestais utilizando redes neurais artificiais aplicada às regiões metropolitanas**. Dissertation (Master Science in Analysis and Modeling of environmental systems) - Belo Horizonte-MG: UFMG, 2019. Available in: <<https://repositorio.ufmg.br/handle/1843/33835>>. Accessed in: 11/24/2020.
- FERNANDES, Luiza Cintra *et al.* Fire risk modeling using artificial neural networks. In: **International Conference on Engineering Optimization**. Springer, Cham, Switzerland: Springer Nature Switzerland AG 2018a. p. 938-948.
- FERNANDES, Luiza Cintra *et al.* Modelagem de risco de incêndio utilizando Redes Neurais Artificiais. In: **XXVI Jornadas de jóvenes investigadores de la AUGM**. Mendoza-Argentina: AUGM, 2018b.
- FERNANDES, Luiza Cintra *et al.* Modelagem de risco de incêndios florestais: uma visão geral. **Revista Sodebras [on line]**, v. 13, p. 79-84, 2018c.
- FERNANDES, Luiza Cintra *et al.* The use of remote sensing techniques by Modis

(MCD45A1) images using to identify and evaluate burned areas in the metropolitan region of Belo Horizonte - MG, Brazil. **Sustainability in Debate**, [S. l.], v. 11, n. 2, p. 143–172, 2020. DOI: 10.18472/SustDeb.v11n2.2020.28145. Available in: <https://periodicos.unb.br/index.php/sust/article/view/28145>. Accessed in: 10/08/2021.

FIEDLER, N. C.; MERLO, D. A.; MEDEIROS, M. B. Ocorrência de incêndios florestais no Parque Nacional da Chapada dos Veadeiros, Goiás. **Ciência Florestal**. v. 16, n. 2, p. 153-161, 2006.

JAISWAL, Rajeev Kumar *et al.* Forest fire risk zone mapping from satellite imagery and GIS. **International journal of applied earth observation and geoinformation**, v. 4, n. 1, p. 1-10, 2002.

JUVANHOL, R. S. **Modelagem da vulnerabilidade à ocorrência e propagação de incêndios florestais**. Dissertation (Master Science in Forest Science) - Jerônimo Monteiro-ES: UFES, 2014. Available in: [http://www.mundogeomatica.com.br/TesesMonografias/Tese\\_Site/Dissertacao\\_Ronie.pdf](http://www.mundogeomatica.com.br/TesesMonografias/Tese_Site/Dissertacao_Ronie.pdf). Accessed in: 11/24/2020.

LEITE-FILHO, A. T.; DAVIS, J. L.; SOARES-FILHO, B. S.; RODRIGUES, H. O. Modeling Environmental Dynamics with Dinamica EGO: Guide Book 2.0. Ed.: CSR/IGC, Belo Horizonte-MG, 2019. Available in: [https://www.csr.ufmg.br/dinamica/dokuwiki/doku.php?id=guidebook\\_start](https://www.csr.ufmg.br/dinamica/dokuwiki/doku.php?id=guidebook_start). Accessed in: 04/25/2020.

LENTINI, Marco *et al.* **Fatos florestais da Amazônia 2003**. Imazon, Instituto do Homem e Meio Ambiente da Amazônia, 2003.

LIU, Dan; ZHANG, Yanrong. Research of regional forest fire prediction method based on multivariate linear regression. **International Journal of Smart Home**, v. 9, n. 1, p. 13-22, 2015.

LIU, Dingli *et al.* Development of fire risk visualization tool based on heat map. **Journal of Loss Prevention in the Process Industries**, v. 71, p. 104505, 2021.

LOFTUS, Pauline. Analyzing hazardous wildfire fuels in the fry fire district and eastern huachuca mountains of cochise county, Arizona. 2021.

LOPES, T. Novas espécies de mamíferos são descobertas no PE Serra Verde [Internet]. Inst. estadual florestas. 2013.

MINAS GERAIS. **Decree number 45.960, of may 2nd, 2012**. Available in: <https://www.almg.gov.br/consulte/legislacao/completa/completa.html?tipo=DEC&num=45960&comp=&ano=2012>. Accessed in: 11/24/2020.

MESSIAS, Cassiano Gustavo; FERREIRA, Marcos César. Análise da distribuição espacial das queimadas no Parque Nacional da Serra da Canastra (MG), entre 1984 e 2017. **Caminhos de Geografia**, v. 20, n. 71, p. 52-71, 2019. Available in: <http://www.seer.ufu.br/index.php/caminhosdegeografia/article/view/44609/26698>. Accessed in: 11/20/2020.

OLIVERIA, André Luiz Sá de. 2013. Modelagem espacial de predição de predição de riscos de incêndios com lógica fuzzy, comparação e validação. Dissertation (Master Science in Geodetic Science and Technologies in Geoinformation) - Recife-PE: UFPE, 2013. Available in: <https://repositorio.ufpe.br/bitstream/123456789/10235/1/DISSERTA%20c3%87%20c3%83%20O%20Andr%c3%a9%20Lu%c3%adz%20S%c3%a1%20de%20Oliveira.pdf>.

Acscsed in: 11/24/2020.

OLIVEIRA, André Luiz Sá de; NERO, Marcelo Antonio . Mapa de análise de risco de incêndios florestais: estudo de caso no município de João Pessoa – Paraíba - Brasil. In: **9º SINAGEO - Simpósio Nacional de Geomorfologia**, 2012, Rio de Janeiro-RJ. Anais do 9º SINAGEO - Simpósio Nacional de Geomorfologia. Rio de Janeiro-RJ, 2012a.

OLIVEIRA, André Luis Sá de; NERO, Marcelo Antonio. Mapeamento de risco de incêndio com a utilização de imagens CBERS e dados vetoriais: estudo de caso em João Pessoa - PB. In: **VI Simpósio Regional de Geoprocessamento e Sensoriamento Remoto (GEONORDESTE)**, 2012, Aracaju-SE. Anais do VI Simpósio Regional de Geoprocessamento e Sensoriamento Remoto (GEONORDESTE). Aracaju-SE: Editora, 2012b. v. 1. p. 1-1.

OLIVEIRA, André Luis Sá de; NERO, Marcelo antonio. Application of fuzzy logic in prediction of fire in João Pessoa City-Brazil. In: **International Conference on Geo-Informatics in Resource Management and Sustainable Ecosystem**. Springer, Berlin, Heidelberg, 2013. p. 323-334.

OLIVEIRA, André Luiz Sá de *et al.* Comparação e validação da modelagem espacial de riscos de incêndios considerando diferentes métodos de predição. **Boletim de Ciências Geodésicas**, v. 23, p. 556-577, 2017.

PEZZOPANE, José Eduardo M.; OLIVEIRA NETO, Silvio Nolasco; VILELA, Marina de Fatima. Risco de incêndios em função da característica do clima, relevo e cobertura do solo. **Floresta e Ambiente**, v. 8, n. único, p. 161-166, 2001.

RIBEIRO, Luciene; SOARES, Ronaldo Viana; BEPLLER, Michele. Mapeamento do risco de incêndios florestais no município de Novo Mundo, Mato Grosso, Brasil. **Cerne**, v. 18, p. 117-126, 2012.

SAATY, Thomas L. A scaling method for priorities in hierarchical structures. **Journal of mathematical psychology**, v. 15, n. 3, p. 234-281, 1977.

SAATY, Thomas. L. **Método de análise hierárquica**. São Paulo: McGrawHill Pub. Co, 1991.

SAMPAIO, Daniel Martins; ELMIRO, Marcos Antônio Timbó; NÓBREGA, Rodrigo Affonso de Albuquerque. Modelagem da dinâmica da expansão urbana no Vetor Norte da Região Metropolitana de Belo Horizonte e análises sobre as novas infraestruturas viárias previstas até 2031. **Revista Geografias**, p. 78-99, 2014.

YOU, Weibin *et al.* Geographical information system-based forest fire risk assessment integrating national forest inventory data and analysis of its spatiotemporal variability. **Ecological Indicators**, v. 77, p. 176-184, 2017.

## VII. ACKNOWLEDGEMENT

The authors acknowledge for CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Superior Level Personal Improvement Coordination) for the master scholarship to the first author.

## VIII. COPYRIGHT

Copyright: The authors are the uniques responsible for the material included in the article.

## EQUAÇÕES PARA CÁLCULO DE ESTABILIDADE DE COLUNAS

### EQUATIONS FOR CALCULATION OF COLUMNS STABILITY

César A. Chagoyen Méndez<sup>1</sup>  
Vilaxay Maylor Yangxiaye<sup>2</sup>  
Ángel S. Machado Rodríguez<sup>3</sup>  
Constantina Álvarez Peña<sup>4</sup>

**Resumo** – *Los cálculos de estabilidad de columnas mediante el Método del Coeficiente de Reducción de las Tensiones Admisibles a Compresión generalmente se realizan de forma manual por los ingenieros y estudiantes, a través de tablas, teniendo que realizar interpolación numérica, etc., que los hacen tediosos y propensos a errores. En este trabajo, con el objetivo de automatizar este proceso y eliminar las deficiencias señaladas, se obtienen las ecuaciones de dicho coeficiente para 30 materiales diferentes con una correlación lineal cercana a la unidad, lo que asegura la precisión y exactitud de las mismas. Se crea un tabulador Excel para, a partir de las ecuaciones obtenidas, encontrar de forma automatizada el valor de dicho coeficiente.*

**Palavras-chave:** *Columns. Estabilidad. Coeficiente de Reducción de las Tensiones Admisibles.*

**Abstract** - *The calculations of columns stability by means of the Reduction Coefficient of the Allowable Compression Stress Method are generally carried out in a manual way by the engineers and students, through charts, having to carry out numeric interpolation, etc., that make them tedious and prone to errors. In this paper, with the objective of to automate this process and to eliminate the signal deficiencies, the equations of this coefficient are obtained for 30 different materials with a lineal correlation near to the unit that assures the precision and accuracy of the same ones. A tabulator Excel is make for, starting from the obtained equations, to find in an automated way the value of this coefficient.*

**Keywords:** *Columns. Stability. Reduction Coefficient of the Allowable Compression Stress.*

<sup>1</sup> Facultad de Ingeniería Mecánica e Industrial. Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas. Contato: cachagoyen@uclv.edu.cu.

<sup>2</sup> Facultad de Ingeniería Mecánica e Industrial. Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas. Contato: vilaxai@uclv.edu.cu.

<sup>3</sup> Facultad de Ingeniería Mecánica e Industrial. Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas. Contato: angelmr@uclv.edu.cu.

<sup>4</sup> Escuela Politécnica de Ingeniería de Gijón. Universidad de Oviedo. Contato: tina@uniovi.es.

## I. INTRODUÇÃO

El desarrollo histórico de la Resistencia de Materiales o Mecánica de Materiales como se conoce hoy, es una fascinante mezcla de teoría y experimento; en algunos casos, la teoría, ha señalado el camino para llegar a resultados útiles y la experimentación lo ha hecho en otros. Leonardo Da Vinci (1452-1519) y Galileo Galilei (1564-1642) llevaron a cabo experimentos para determinar la resistencia de alambres, barras y vigas. El famoso matemático Leonhard Euler (1707-1783) desarrolló la teoría matemática de las columnas y calculó la carga crítica de una columna en 1744, mucho antes de que existiera evidencia experimental que mostrara la importancia de sus resultados. Sin pruebas apropiadas para respaldar sus teorías, los resultados de Euler permanecieron sin usarse durante más de 100 años; sin embargo, actualmente son la base del diseño y análisis de la mayoría de las columnas (ALMAGUER y SANTIAGO, 2017), (BANAT y MANIA, 2016).

Se han realizado muchos estudios sobre el cálculo de columnas (CAIZA y VIERA, 2019), (CASTAÑEDA y MIELES, 2017) y (WRIGHT, 2021), lo que ha dado lugar a variados métodos, entre los que se encuentran: la fórmula de Euler para columnas de gran esbeltez; para columnas intermedias la fórmula de la Secante, fórmulas Empíricas, fórmula de Yasinsky, el Método del Coeficiente de Reducción de las Tensiones Admisibles a Compresión, los códigos de AISC (American Institute of Steel Construction), de AASHO (American Association of State Highway Officials), The Aluminum Company of America, entre otros, (YANG *et al.*, 2016), (PESTANA y RODRÍGUEZ, 2016), (DANG, XUAN y QUANG, 2020).

Los cálculos de estabilidad de columnas mediante el Método del Coeficiente de Reducción de las Tensiones Admisibles a Compresión generalmente se realizan de forma manual por los ingenieros y estudiantes, a través de tablas, teniendo que realizar interpolación numérica, etc., que los hacen tediosos y propensos a errores.

En este trabajo, con el objetivo de automatizar este proceso y eliminar las dificultades señaladas, se obtienen las ecuaciones de dicho coeficiente para 30 materiales diferentes coleccionados en 16 grupos, con una correlación lineal cercana a la unidad, lo que asegura la precisión y exactitud de las mismas.

Se crea un tabulador Excel para, a partir de las ecuaciones obtenidas, encontrar de forma automatizada el valor de dicho coeficiente.

Para comprobar la validez de los resultados de estas ecuaciones se calculó el % de error entre los valores originales (obtenidos de la experimentación) y los valores que resultan de la hoja de cálculo.

## II. METODOLOGIA

### 2.1 - Método del Coeficiente de Reducción de las Tensiones Admisibles a Compresión

Este método se emplea cuando no se encuentra prefijado el factor de seguridad a estabilidad, el cual es difícil de establecer debido a la curvatura inicial que puede tener la barra, la heterogeneidad del material y la excentricidad con que puede aplicarse la carga, entre otros. Este método se emplea universalmente y es el método fundamental de cálculo de barras por estabilidad (GERE y TIMOSHENKO, 1992), (CARRASCO *et al.*, 2015). No se recomienda cuando la esbeltez es mayor que 200 o para ser más preciso, este método se puede emplear hasta donde se encuentren determinados los valores experimentales de  $\phi$  para el material de la columna, (HIBBELER, 1997), (BECQUE, 2016).

La expresión fundamental del Método del Coeficiente de Reducción de las Tensiones Admisibles a Compresión, es la siguiente:

$$[P]_e = \varphi \cdot A \cdot [\sigma]_c \quad (1)$$

siendo:

- [P]<sub>e</sub> - Carga Admisible a Estabilidad.
- φ - Coeficiente de Reducción de las Tensiones Admisibles a Compresión.
- A - Área de la sección transversal de la columna.
- [σ]<sub>c</sub> - Tensión Admisible a Compresión del material de la columna.

Los valores de φ para diferentes materiales y esbeltez, obtenidos de la experimentación aparecen en la Tabla 1. La esbeltez varía desde cero hasta 200.

Tabla 1 – Coeficiente de Reducción de las Tensiones Admisibles a Compresión para diferentes materiales

Esbeltez λ	Material															
	Acero				Fundiciones			Aleaciones Aluminio				Hormigones			Madera	Elementos de piedra y piedra armada
	C <sub>T</sub> -1, C <sub>T</sub> -2, C <sub>T</sub> -3 y C <sub>T</sub> -4	C <sub>T</sub> -5, C <sub>T</sub> -6	H <sub>1</sub> r-1 y H <sub>1</sub> r-2 (15XCH/I)	CHK	Hierro Fundido	C <sub>Y</sub> 12-28, C <sub>Y</sub> 15-18, C <sub>Y</sub> 15-30, C <sub>Y</sub> 15-32, C <sub>Y</sub> 15-36, C <sub>Y</sub> 18-36, C <sub>Y</sub> 21-40	C <sub>Y</sub> 21-44, C <sub>Y</sub> 24-44 y C <sub>Y</sub> 28-48	ABT1	AMr6	AMr	Д16Т	Armado	Denso	Liviano		
0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
10	0.99	0.98	0.98	0.97	0.97	0.97	0.95	0.973	0.973	0.996	0.999	1	1	1	0.99	0.99
20	0.96	0.95	0.95	0.95	0.91	0.91	0.87	0.945	0.946	0.992	0.998	1	0.96	0.95	0.97	0.96
30	0.94	0.92	0.93	0.91	0.81	0.81	0.75	0.917	0.89	0.90	0.835	1	0.90	0.86	0.93	0.91
40	0.92	0.89	0.90	0.87	0.69	0.69	0.60	0.87	0.77	0.78	0.70	1	0.84	0.73	0.87	0.85
50	0.89	0.86	0.83	0.83	0.57	0.57	0.43	0.77	0.64	0.66	0.568	1	0.76	0.68	0.80	0.78
60	0.86	0.82	0.78	0.79	0.44	0.44	0.32	0.685	0.542	0.557	0.455	0.83	0.70	0.59	0.71	0.72
70	0.81	0.76	0.71	0.72	0.34	0.34	0.23	0.603	0.458	0.463	0.353	0.73	0.63	0.52	0.61	0.65
80	0.75	0.70	0.63	0.65	0.26	0.26	0.18	0.53	0.387	0.387	0.269	0.64	0.57	0.46	0.49	0.58
90	0.69	0.62	0.54	0.55	0.20	0.20	0.14	0.465	0.322	0.312	0.212	0.57	0.51	-	0.38	0.53
100	0.6	0.51	0.45	0.43	0.16	0.16	0.12	0.415	0.28	0.252	0.172	0.52	0.45	-	0.31	0.48
110	0.52	0.43	0.39	0.35	-	-	-	0.365	0.243	0.21	0.142	-	-	-	0.25	0.43
120	0.45	0.38	0.33	0.30	-	-	-	0.327	0.213	0.175	0.119	-	-	-	0.22	0.38
130	0.4	0.32	0.29	0.26	-	-	-	0.296	0.183	0.15	0.101	-	-	-	0.18	0.35
140	0.36	0.28	0.26	0.23	-	-	-	0.265	0.162	0.129	0.087	-	-	-	0.16	0.32
150	0.32	0.26	0.23	0.21	-	-	-	0.235	0.148	0.113	0.076	-	-	-	0.14	0.29
160	0.29	0.24	0.21	0.19	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.12	-
170	0.26	0.21	0.19	0.17	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.11	-
180	0.23	0.19	0.17	0.15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.10	-
190	0.21	0.17	0.15	0.14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.09	-
200	0.19	0.16	0.14	0.13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.08	-

Fuente: (FERNÁNDEZ, 1983) y (PISARENKO, YÁKOLEV y MATVÉEV, 1985).

Cuando el valor de esbeltez de la columna que se está calculando no coincide exactamente con los valores que aparecen en la tabla anterior, es necesario realizar un proceso de interpolación numérica para encontrar el valor de φ.

Por este método se distinguen tres tipos de cálculos por estabilidad, que pueden agruparse como:

a) *Determinación de la [P]<sub>e</sub> o b) Chequeo de la condición de estabilidad:* se parte de las características del material, la forma de la sección transversal de la barra y sus parámetros. Se determina el momento de inercia mínimo, el área y con ello se

calcula el radio de giro mínimo. Luego, con el radio de giro, la longitud de la columna y el coeficiente de reducción de la longitud se calcula la esbeltez. Con ella y el tipo de material se busca el coeficiente  $\varphi$ . Se determina  $[P]e$  y se compara con la carga aplicada a la columna.

b) *Proyección o Diseño*: se asume un valor inicial de  $\varphi_1$  entre 0,5 y 0,6. Con este valor, la carga admisible a estabilidad y la tensión admisible a compresión se determina el área de la sección transversal. Con este valor se puede determinar el momento de inercia y el radio de giro mínimos o simplemente buscarlo en tablas de perfiles. Con el radio de giro, la longitud de la columna y el coeficiente de reducción de la longitud se calcula la esbeltez. Con este valor de esbeltez y el material se busca un nuevo valor de  $\varphi$  que se denominará como  $\varphi_2$ . Se comparan estos dos valores de  $\varphi$  ( $(\varphi_2 - \varphi_1 / \varphi_1) * 100$ ). Si la diferencia es menor del 5% el problema se considera resuelto. De lo contrario se asume un nuevo valor de  $\varphi$  que se denominará  $\varphi_3$  y que se calcula como la media entre  $\varphi_1$  y  $\varphi_2$  u otro valor, y se recomienza el proceso de aproximaciones sucesivas.

### III. RESULTADOS

#### 3.1 - Ecuaciones del Coeficiente de Reducción de las Tensiones Admisibles a Compresión

Con el propósito de automatizar el cálculo de columnas mediante este Coeficiente de Reducción se emplearon los softwares Microsoft Excel y Mathematics. A continuación, se describe el proceso que se llevó a cabo y los resultados obtenidos.

Con el software Mathematics se obtuvieron las ecuaciones (función de ajuste) para cada uno de los treinta materiales que aparecen en la Tabla 1 que han sido extraídos de dos fuentes bibliográficas: (FERNÁNDEZ, 1983), (PISARENKO, YÁKOLEV y MATVÉEV, 1985). Estas ecuaciones son el principal resultado de este trabajo. Se fueron explorando diferentes grados de polinomio hasta obtener la ecuación que más cercano a la unidad tuviera el coeficiente de correlación ( $R^2$ ). A continuación, se muestra como ejemplo, el proceso para los Aceros C<sub>T</sub>-1, C<sub>T</sub>-2, C<sub>T</sub>-3 y C<sub>T</sub>-4. Observe el coeficiente de correlación lineal (RSquared) como es muy cercano a la unidad.

```
<<Statistics`LinearRegression`
<<Graphics`Graphics`
<<Graphics`MultipleListPlot`
dataλφ := {{0., 1.}, {10., 0.99}, {20., 0.96}, {30., 0.94}, {40., 0.92}, {50., 0.89}, {60., 0.86},
           {70., 0.81}, {80., 0.75}, {90., 0.69}, {100., 0.6}, {110., 0.52}, {120., 0.45}, {130., 0.4},
           {140., 0.36}, {150., 0.32}, {160., 0.29}, {170., 0.26}, {180., 0.23}, {190., 0.21}, {200., 0.19}};
NM := Length[dataλφ];
φ[λ_] = Fit[dataλφ, {1, λ, λ2, λ3, λ4, λ5}, {λ}];
Print[];
Print["Función de Ajuste φ[λ]= ", φ[λ]]; Print[];
(regress = Regress[dataλφ, {1, λ, λ2, λ3, λ4, λ5}, {λ}];
Chop[regress, 10^-6]
```

Función de Ajuste

$$\varphi[\lambda] = 1.00548 - 0.00378493 \lambda + 0.00012095 \lambda^2 - 2.48166 \times 10^{-6} \lambda^3 + 1.56442 \times 10^{-8} \lambda^4 - 3.15025 \times 10^{-11} \lambda^5$$

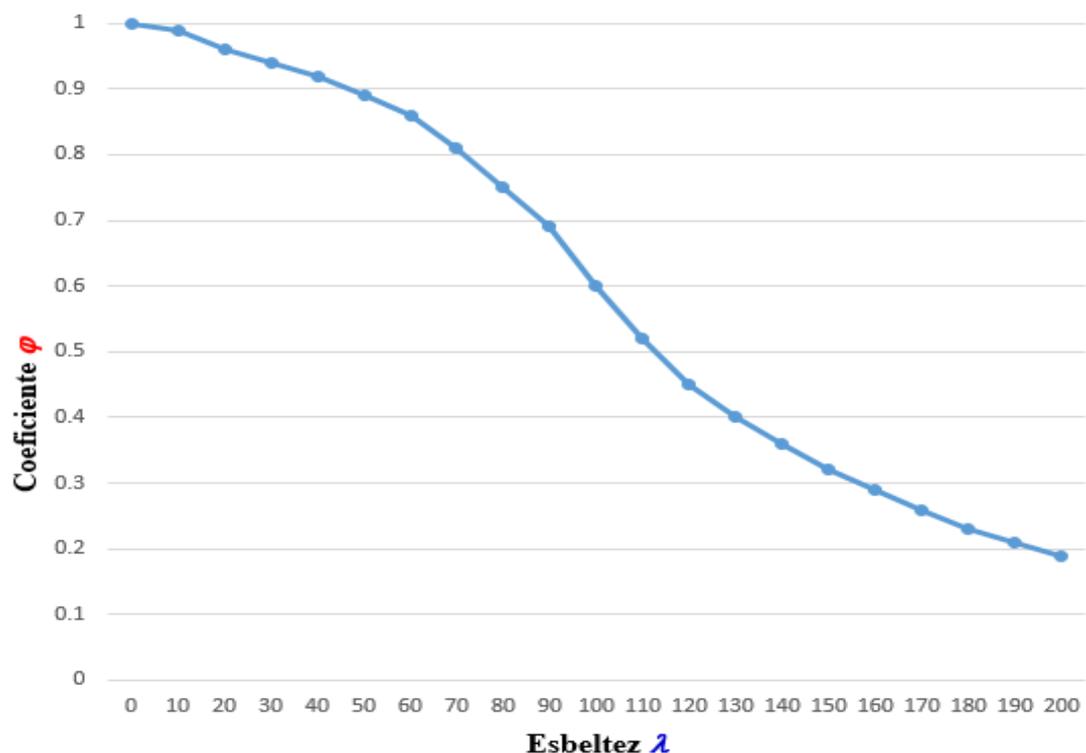
		Estimate	SE	TStat	PValue
{ParameterTable →	1	1.00548	0.0089173	112.756	0
	$\lambda$	-0.00378493	0.000979243	-3.86516	0.00152595
	$\lambda^2$	0.00012095	0.000032289	3.74586	0.0019474
	$\lambda^3$	$-2.48166 \times 10^{-6}$	0	-5.90278	0.0000290155
	$\lambda^4$	0	0	6.68825	$7.24984 \times 10^{-6}$
	$\lambda^5$	0	0	-6.7693	$6.3135 \times 10^{-6}$

RSquared → 0.999185, AdjustedRSquared → 0.998913, EstimatedVariance → 0.0000956154,

		DF	SumOfSq	MeanSq	FRatio	PValue
ANOVA Table →	Model	5	1.75829	0.351658	3677.84	0
	Error	15	0.00143423	0.0000956154		
	Total	20	1.75972			

Al graficar la ecuación obtenida se observa el comportamiento de la curva (Figura 1). El eje del Coeficiente de Reducción varía desde 0 hasta 1 mientras que el de la Esbeltez llega hasta 200, que es hasta donde existen valores experimentales de  $\varphi$ .

Figura 1 – Curva representativa de la ecuación para los Aceros  $C_T-1$ ,  $C_T-2$ ,  $C_T-3$  y  $C_T-4$



Fuente: Autores, 2021.

En la Tabla 2 aparecen las ecuaciones para el resto de los materiales.

Tabla 2 – Ecuaciones del Coeficiente de Reducción de las Tensiones Admisibles a Compresión obtenidas para diferentes materiales

<b>Ecuaciones para cada Material</b>	
Aceros C <sub>T</sub> -1, C <sub>T</sub> -2, C <sub>T</sub> -3 y C <sub>T</sub> -4: $\varphi(\lambda) = 1.00548 - 0.0037849 \cdot \lambda + 0.00012095 \cdot \lambda^2 - 2.48166 \cdot 10^{-6} \cdot \lambda^3 + 1.56442 \cdot 10^{-8} \cdot \lambda^4 - 3.15025 \cdot 10^{-10} \cdot \lambda^5$	(2)
Aceros C <sub>T</sub> -5, C <sub>T</sub> -6: $\varphi(\lambda) = 1.0099 - 0.00692901 \cdot \lambda + 0.000278332 \cdot \lambda^2 - 5.95908 \cdot 10^{-6} \cdot \lambda^3 + 4.90015 \cdot 10^{-8} \cdot \lambda^4 - 1.74881 \cdot 10^{-10} \cdot \lambda^5 + 2.28571 \cdot 10^{-13} \cdot \lambda^6$	(3)
Madera: $\varphi(\lambda) = 1.00035 - 0.00189144 \cdot \lambda + 0.000111361 \cdot \lambda^2 - 5.82489 \cdot 10^{-6} \cdot \lambda^3 + 6.88426 \cdot 10^{-8} \cdot \lambda^4 - 3.19881 \cdot 10^{-10} \cdot \lambda^5 + 5.2846 \cdot 10^{-13} \cdot \lambda^6$	(4)
Acero СПК: $\varphi(\lambda) = 1.00941 - 0.0078817 \cdot \lambda + 0.000333 \cdot \lambda^2 - 7.5230 \cdot 10^{-6} \cdot \lambda^3 + 6.55883 \cdot 10^{-8} \cdot \lambda^4 - 2.49102 \cdot 10^{-10} \cdot \lambda^5 + 3.48567 \cdot 10^{-13} \cdot \lambda^6$	(5)
Hierro Fundido: $\varphi(\lambda) = 0.999563 - 0.00095717197 \cdot \lambda + 0.000172545 \cdot \lambda^2 - 1.29881 \cdot 10^{-6} \cdot \lambda^3 + 4.36334 \cdot 10^{-8} \cdot \lambda^4 - 2.083332 \cdot 10^{-10} \cdot \lambda^5$	(6)
Aceros Aleados НЛ-1 y НЛ-2 (15XCHД): $\varphi(\lambda) = 1.0037 - 0.0047544 \cdot \lambda + 0.0002033 \cdot \lambda^2 - 5.62131 \cdot 10^{-6} \cdot \lambda^3 + 5.38793 \cdot 10^{-8} \cdot \lambda^4 - 2.19623 \cdot 10^{-10} \cdot \lambda^5 + 3.28044 \cdot 10^{-13} \cdot \lambda^6$	(7)
Aleaciones a base de Aluminio: ABT1: $\varphi(\lambda) = 0.994083 + 0.006132 \cdot \lambda - 0.0004281 \cdot \lambda^2 + 3.7707 \cdot 10^{-6} \cdot \lambda^3 + 4.33486 \cdot 10^{-10} \cdot \lambda^4 - 1.31075 \cdot 10^{-10} \cdot \lambda^5 + 4.250521 \cdot 10^{-13} \cdot \lambda^6$	(8)
AMr6: $\varphi(\lambda) = 0.995189 + 0.002537 \cdot \lambda - 0.0003167 \cdot \lambda^2 + 3.0766 \cdot 10^{-6} \cdot \lambda^3 - 8.87984 \cdot 10^{-9} \cdot \lambda^4$	(9)
AMr: $\varphi(\lambda) = 0.999431 - 0.004400 \cdot \lambda + 0.000256 \cdot \lambda^2 - 0.0001020 \cdot \lambda^3 + 1.36083 \cdot 10^{-7} \cdot \lambda^4 - 7.71679 \cdot 10^{-10} \cdot \lambda^5 + 1.60625 \cdot 10^{-12} \cdot \lambda^6$	(10)
Д16Т: $\varphi(\lambda) = 0.994036 + 0.00950 \cdot \lambda - 0.000736 \cdot \lambda^2 + 0.0000101 \cdot \lambda^3 - 5.68553 \cdot 10^{-8} \cdot \lambda^4 + 1.1717 \cdot 10^{-10} \cdot \lambda^5$	(11)
Fundiciones: CЧ12-28, CЧ15-18, CЧ15-30, CЧ15-32, CЧ15-36, CЧ18-36 y CЧ21-40: $\varphi(\lambda) = 0.9503 + 0.0869 \cdot \lambda - 0.0437 \cdot \lambda^2 + 0.0036 \cdot \lambda^3 - 8.1 \cdot 10^{-5} \cdot \lambda^4$	(12)
Fundiciones: CЧ21-44, CЧ24-44 y CЧ28-48: $\varphi(\lambda) = 0.992308 + 0.00220 \cdot \lambda - 0.00053 \cdot \lambda^2 + 6.74437 \cdot 10^{-6} \cdot \lambda^3 - 2.44755 \cdot 10^{-8} \cdot \lambda^4$	(13)
Elementos de Piedra y de Piedra Armada: $\varphi(\lambda) = 0.99939 + 0.000774 \cdot \lambda - 0.00017 \cdot \lambda^2 + 1.70651 \cdot 10^{-6} \cdot \lambda^3 - 7.17185 \cdot 10^{-9} \cdot \lambda^4 + 1.17091 \cdot 10^{-11} \cdot \lambda^5$	(14)
Hormigón Armado: $\varphi(\lambda) = 6.36794 - 0.260189 \cdot \lambda + 0.00472083 \cdot \lambda^2 - 0.000039537 \cdot \lambda^3 + 1.25 \cdot 10^{-7} \cdot \lambda^4$	(15)
Hormigón Denso: $\varphi(\lambda) = 1.01333 + 0.000394522 \cdot \lambda - 0.000193153 \cdot \lambda^2 + 2.11538 \cdot 10^{-6} \cdot \lambda^3 - 7.86713 \cdot 10^{-9} \cdot \lambda^4$	(16)
Hormigón Liviano: $\varphi(\lambda) = 1.01333 + 0.00868624 \cdot \lambda - 0.000688731 \cdot \lambda^2 + 0.0000104104 \cdot 10^{-6} \cdot \lambda^3 - 5.20833 \cdot 10^{-8} \cdot \lambda^4$	(17)

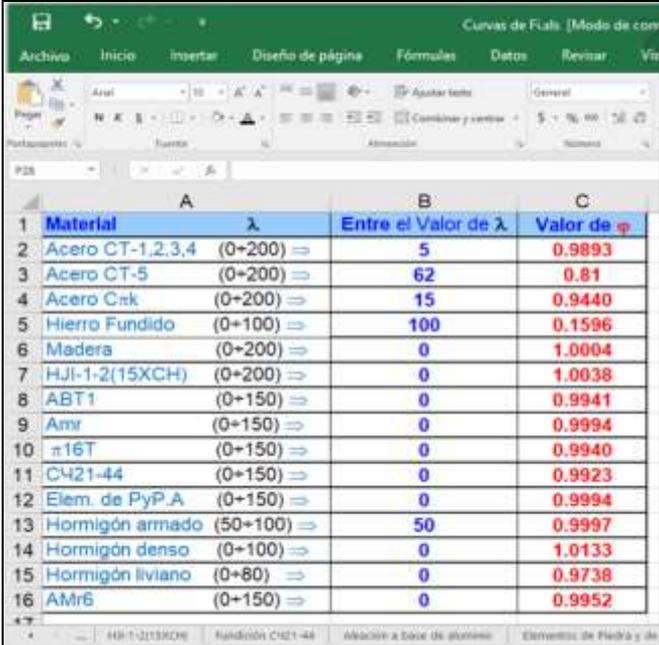
Fuente: Autores, 2021.

Los valores del coeficiente de correlación de todos los materiales tratados están muy cercanos a la unidad, lo que indica la alta correspondencia entre la ecuación obtenida y los datos experimentales introducidos.

### 3.2 - Automatización del cálculo mediante el Método del Coeficiente de Reducción de las Tensiones Admisibles a Compresión

Luego de obtenidas las ecuaciones de las curvas para cada material, en Microsoft Excel se confeccionó una hoja de cálculo con dichas ecuaciones (CHAGOYEN, 2019). En la misma se “Entra” el valor de Esbeltez ( $\lambda$ ) del material correspondiente (columna B) y se obtiene el valor de Coeficiente de Reducción de las Tensiones Admisibles ( $\phi$ ) de acuerdo al material (columna C). En la figura 2 se observa una imagen de esta hoja de cálculo.

Figura 2 – Hoja de cálculo Excel elaborada para la obtención automatizada de  $\phi$ .



	A	B	C
1	Material	$\lambda$	Entre el Valor de $\lambda$
2	Acero CT-1,2,3,4	(0+200) ⇒	5
3	Acero CT-5	(0+200) ⇒	62
4	Acero Cmk	(0+200) ⇒	15
5	Hierro Fundido	(0+100) ⇒	100
6	Madera	(0+200) ⇒	0
7	HJL-1-2(15XCH)	(0+200) ⇒	0
8	ABT1	(0+150) ⇒	0
9	Amr	(0+150) ⇒	0
10	π16T	(0+150) ⇒	0
11	C421-44	(0+150) ⇒	0
12	Elem. de PyP.A	(0+150) ⇒	0
13	Hormigón armado	(50+100) ⇒	50
14	Hormigón denso	(0+100) ⇒	0
15	Hormigón liviano	(0+80) ⇒	0
16	AMr6	(0+150) ⇒	0
			Valor de $\phi$
			0.9893
			0.81
			0.9440
			0.1596
			1.0004
			1.0038
			0.9941
			0.9994
			0.9940
			0.9923
			0.9994
			0.9997
			1.0133
			0.9738
			0.9952

Fuente: Autores, 2021.

Para comprobar la validez de los resultados de estas ecuaciones se calculó el % de error entre los valores que aparecen en la Tabla 1 y los valores que resultan de la hoja de cálculo. A continuación, como ejemplo, se muestran estos resultados para el Hierro Fundido cuyos valores de esbeltez varían de 0 a 100.

Tabla 3 – Comparación de los valores de la Tabla 1 y la hoja de cálculo para el Hierro Fundido

$\lambda$ Esbeltez	$\varphi$ Tabla 1	$\varphi$ Hoja de cálculo	% de Error
0	1	0.99	0.1
10	0.97	0.97	0
20	0.91	0.90	0.29
30	0.81	0.81	0
40	0.69	0.69	0
50	0.57	0.56	0.77
60	0.44	0.44	0
70	0.34	0.33	0.29
80	0.26	0.25	0.66
90	0.20	0.20	0
100	0.16	0.159	0.26

Fuente: Autores, 2021.

Como se pudo apreciar en la Tabla 3, para el Hierro Fundido el porcentaje de error no sobrepasa el 0,77% por lo que hay una excelente correspondencia entre los coeficientes que aparecen en la Tabla 1 y los resultados que calcula la hoja Excel.

Este procesamiento se hizo para cada grupo de materiales con resultados aceptables pues el por ciento de error en la mayoría de los casos no sobrepasa el 5 %. Sólo lo sobrepasan 12 puntos de los 238 tratados. En los que sobrepasa puede estar motivado por el comportamiento inadecuado de la ecuación en dicha zona de valores de esbeltez. En la Tabla 4 se pueden apreciar los valores del % de error en estos 12 puntos, los cuales en la mayoría de los casos son cercanos al 5% y para valores elevados de esbeltez.

Tabla 4 – Porcentaje de error en puntos que superan el 5%

<b>Material</b>	<b>Esbeltez</b>	<b>% de Error</b>
Aceros C <sub>T</sub> -1, C <sub>T</sub> -2, C <sub>T</sub> -3 y C <sub>T</sub> -4	180	5.65
	190	5.71
Acero C <sub>T</sub> -5 y C <sub>T</sub> -6	180	5.22
	190	5.88
	200	6.25
Madera	110	5.71
	150	5.38
Acero CIHK	120	6.9
	160	8.33
	190	11
Aleación a base de Aluminio AMr6	130	6.33
	140	6.55

Fuente: Autores, 2021.

Una alternativa para mejorar los resultados de estos puntos, puede ser seleccionando las curvas por un punto anterior y por uno posterior al que se puede corregir y buscar para ese tramo una nueva ecuación. Este procedimiento implicaría tener ecuaciones por tramo, para describir el comportamiento de una misma curva, lo que haría más engorroso el trabajo y su programación en la hoja de cálculo Excel.

#### IV. CONCLUSÃO

Este trabajo ofrece resultados que se pueden considerar como importantes para la Mecánica de Materiales y que pueden ser de empleo tanto por parte de estudiantes como por ingenieros. Entre los resultados se pueden señalar:

1- La determinación de las ecuaciones de las curvas del Coeficiente de Reducción de las Tensiones Admisibles a Compresión no aparece en ninguno de los libros tradicionales de esta materia ni reportado en alguna otra referencia consultada.

2- La precisión y exactitud de las ecuaciones obtenidas para cada material quedó demostrada a través del coeficiente de correlación lineal, que en todos los casos fue muy cercano a la unidad.

3- La automatización del cálculo de este coeficiente, a través de la creación de una hoja de cálculo Excel facilita el proceso, evitando así que se tenga que realizar de forma manual la interpolación numérica y se cometan errores.

#### V. REFERÊNCIAS

ALMAGUER Zaldivar, P. M.; SANTIAGO Cuenca, H. Un procedimiento para realizar los ensayos a pandeo. **Ciencias Holguín**, vol. 23, núm. 2, abril-junio, p. 1-15, ISSN: 1027-2127, 2017.

BANAT, D.; MANIA, R. J. Comparison of failure criteria application for FML column buckling strength analysis. **Composite Structures**, 140, p. 806-815, 2016.

BECQUE, J. The application of plastic flow theory to inelastic column buckling. **International Journal of Mechanical Sciences**, 111, p. 116-124, 2016.

CAIZA Sánchez, P.; VIERA Arroba, P. **Diseño de columnas, muros estructurales y diafragmas en hormigón armado**. Primera edición electrónica. Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, Ecuador. ISBN: 978-9942-765-50-5. Octubre de 2019.

CARRASCO Navarrete, S.; HERRERA, R.; FELIPE Beltrán, J.; MASSONE, L. **Recomendaciones de Diseño de Columnas Mixtas**. ISBN: 978-956-8181-10-9, Universidad de Chile. Las Condes, Santiago, Chile, 2015.

CASTAÑEDA Hevia, A. E.; MIELES Bravo, Y. Una mirada al comportamiento estructural de columnas, vigas, entresijos y edificaciones durante el sismo de Ecuador 2016. **Revista Ingeniería de Construcción**, 32(3), p.157-172. DOI: 10.4067/S0718-50732017000300157, December 2017.

CHAGOYEN Méndez, C. A.; MAYLOR Yangxiaye, V. *et al.* **Automatización del cálculo de la pérdida de estabilidad de columnas**. X Conferencia Científica Internacional de Ingeniería Mecánica “COMEC 2019”. II Convención Científica Internacional. Cayo Santa María, Villa Clara. Cuba. ISBN 978-959-312-372-3. 23-30 junio, 2019.

DANG-Dung Le; XUAN-Huy Nguyen; QUANG-Huy Nguyen. Cyclic Testing of a Composite Joint Between a Reinforced Concrete Column and a Steel Beam. **Applied Sciences** 10(7):2385. DOI: 10.3390/app10072385. March 2020.

FERNÁNDEZ Levy, G. **Resistencia de Materiales**. Tomo II. Editorial Pueblo y Educación, p. 285-316, 1983.

GERE, James M.; TIMOSHENKO, Stephen P. **Mecánica de Materiales**. International Thomson Editores, 7ª Edición, p. 731-775, 1992.

HIBBELER, R. C. **Mecánica de Materiales**. Prentice-Hall, México, 8° Edición, p. 653-700, 1997.

PESTANA Morejón, L.; RODRÍGUEZ García, C. Análisis de parámetros influyentes en el diseño de columnas esbeltas según la NC 207:2003. **Revista de Arquitectura e Ingeniería**, vol. 10, núm. 1, p. 1-13, ISSN: 1990-8830, 2016.

PISARENKO, G.S.; YÁKOLEV, A.P.; MATVÉEV, V.V. **Manual de Resistencia de Materiales**. Editorial MIR, URSS, p. 445-457, 1985

WRIGHT, D. **Notes on Design and Analysis of Machine Elements**. Department of Mechanical and Materials Engineering. The University of Western, Australia. Edinburgh Virtual Engineering Library. Disponible en:

[http://www-mdp.eng.cam.ac.uk/web/library/enginfo/textbooks\\_dvd\\_only/DAN/buckling/home.html#top](http://www-mdp.eng.cam.ac.uk/web/library/enginfo/textbooks_dvd_only/DAN/buckling/home.html#top)

Acceso: 16 mayo 2021.

YANG, L.; ZHAO, M.; CHAN, T. M.; SHANG, F.; XU, D. Flexural buckling of welded austenitic and duplex stainless steel I-section columns. **Journal of Constructional Steel Research**, 122, p.339-353, 2016.

## VI. COPYRIGHT

Derechos de autor: Los autores son los únicos responsables del material incluido en el artículo.

## UMA CONTRIBUIÇÃO PARA A ANÁLISE DO SISTEMA DE GESTÃO DE ESTOQUES DE MATERIAIS DE CONSUMO EM UMA INSTITUIÇÃO FEDERAL DE ENSINO SUPERIOR

### *A CONTRIBUTION TO THE ANALYSIS OF THE CONSUMER MATERIALS INVENTORY MANAGEMENT SYSTEM IN A FEDERAL HIGHER EDUCATION INSTITUTION*

Jean Pierre de Menezes Martinez<sup>1</sup>

Luis Perez Zotes<sup>2</sup>

**Resumo** – A aquisição de bens e serviços pelos entes da administração pública direta e indireta deve obedecer ao estabelecido na lei 8.666/93, a lei das licitações e contratos administrativos. O objetivo deste trabalho é avaliar, através da percepção dos gestores das unidades acadêmicas, os benefícios potenciais da implementação de uma ferramenta de Business Intelligence. Esta pesquisa envolve uma pesquisa quali-quantitativa, sendo o estudo bibliográfico e a realização de entrevistas semiestruturadas a porção qualitativa do estudo. A pesquisa é do tipo exploratória, que envolve uma pesquisa bibliográfica e documental, além de questionários e entrevistas. Estatística descritiva integra a parte quantitativa da pesquisa para que seja possível resumir ou explicar as variáveis observadas. Os resultados obtidos através da aplicação de um questionário, apontam para a necessidade de implantação de uma ferramenta tecnológica – business intelligence que os auxilie nesta tarefa.

**Palavras-chave:** Estoques. Gestão de Suprimentos. Business Intelligence.

**Abstract** - The acquisition of goods and services by the entities of the direct and indirect public administration must obey the established in law 8.666 / 93, the law on public bids and administrative contracts. The objective of this work is to evaluate, through the perception of managers of academic units, the potential benefits of implementing a Business Intelligence tool. This research involves a quali-quantitative research, with the bibliographic study and semi-structured interviews being the qualitative portion of the study. The research used in this study is exploratory, which involves bibliographic and documentary research, in addition to questionnaires and interviews. Descriptive statistics integrates the quantitative part of the research so that it is possible to summarize or explain the observed variables. The results obtained through the application of a questionnaire, point to the need to implement a technological tool - business intelligence to assist them in this task.

**Keywords:** Inventory. Supply Chain Management. Business Intelligence.

<sup>1</sup> Universidade Federal Fluminense. Contato: [jpierre@id.uff.br](mailto:jpierre@id.uff.br).

<sup>2</sup> Universidade Federal Fluminense. Contato: [lpzotes@gmail.com](mailto:lpzotes@gmail.com).

## I. INTRODUÇÃO

As organizações, de uma maneira geral, sejam pertencentes ao setor público ou privado, possuem objetivos estratégicos voltados ao ganho de eficiência e de otimização de seus resultados. Isto promove retorno financeiro ao acionista, no caso da iniciativa privada e uma melhor utilização dos recursos públicos aos entes da administração pública. Neste sentido, assume-se que processos bem definidos, parâmetros de operação bem planejados e a utilização da tecnologia da informação são de extrema importância para o sucesso da organização.

A eficiência e a eficácia devem estar no escopo de análise de qualquer organização, ao mesmo tempo: A eficiência se preocupa com os meios, não com os fins. Quem se preocupa com os fins é a eficácia, dentro do contexto de atingimento de objetivos (CHIAVENATO, 1994). Bio *et al.* (1996) seguem na mesma linha de Idalberto Chiavenato quando afirmam que “uma empresa eficiente é aquela que consegue o seu volume de produção com o menor dispêndio possível de recursos, portanto, ao menor custo por unidade produzida”.

Segundo Georges e Januário (2020), as mudanças ocorridas em nível mundial em termos de evolução tecnológica tornaram a economia mais integrada e competitiva e preconizam que os sistemas de produção, dentro das organizações, devam ser cada vez mais especializados e moldados por inovações tecnológicas.

Tais perspectivas ganham um volume maior quando percebidas sob a ótica da utilização dos recursos públicos e do cenário econômico para a aquisição dos materiais de consumo e bens de capital. Segundo Tridapalli (2011), “todos os governos estão sendo submetidos a restrições orçamentárias, a fazer mais com menos e a sociedade está exigindo mais transparência, justiça e equidade nos contratos públicos”. No contexto das organizações públicas, destaca-se o conflito entre “a antiga forma de se fazer as coisas” e as novas formas que surgem da necessidade de se gastar melhor os recursos oriundos da sociedade. A incorporação da tecnologia nos processos atende à demanda por maior eficiência. Segundo Liboreiro (2006), “as ferramentas de TI determinam uma grande vantagem competitiva na medida em que aumentam a eficiência e a eficácia do *Supply Chain Management*”. Um Sistema de Informação é vital para as organizações, tanto para reduzir as perdas financeiras como para a melhoria do atendimento aos usuários, sendo que quando se fala em gasto eficiente, abre-se uma oportunidade de investimento dos recursos que foram conservados em outras áreas vitais da administração pública.

Na Administração Pública, os processos de compras são realizados através de licitações e os planejamentos de compras são realizados pelas unidades acadêmicas da instituição federal de ensino superior, objeto de estudo deste artigo. Percebe-se que não há uma homogeneidade nos planejamentos de compras de materiais realizados pelas diferentes unidades, o que pode gerar distorções que levam a desperdícios ou falhas no atendimento por insuficiência de materiais. Some-se a este cenário complexo, possíveis incertezas econômicas, o que gera uma irregularidade nas transferências de recursos do Governo Federal e ao agravamento da complexidade das aquisições e gestão dos materiais de consumo e bens de capital, necessários para o andamento normal das atividades da Universidade.

O planejamento das aquisições de materiais de consumo e capitais são de responsabilidade dos diretores das unidades e estes nem sempre possuem formação e experiência na área administrativa. Por vezes esta tarefa é delegada aos seus subordinados.

Não há suporte tecnológico adequado para o planejamento e a gestão desses materiais adquiridos, portanto não são raras as perdas geradas por pedidos de materiais

em desacordo com a demanda, precibilidade, obsolescência ou até mesmo a inadequação de um material adquirido às reais necessidades da unidade acadêmica.

Adiciona-se o fato de não haver espaços adequados para a armazenagem desses materiais, sendo estes espaços bastante diferentes entre uma unidade acadêmica e outra e não haver troca de informações entre as unidades sobre possíveis intercâmbios de materiais entre elas, evitando dessa forma possíveis aquisições desnecessárias.

Assim, torna-se mister identificar quais são os fatores críticos atuais do processo de gestão de estoques de materiais de consumo na IFE que impactam em perdas financeiras e como uma ferramenta auxiliar pode contribuir para otimizar esta gestão.

A metodologia aplicada neste trabalho teve como objetivo identificar as estratégias que estão sendo utilizadas para a gestão de estoques de materiais e identificar os seus pontos críticos, com foco na visão dos responsáveis nas unidades acadêmicas pelos processos de pedidos de compras.

## II. METODOLOGIA

Este trabalho é um estudo de caso em uma Instituição de Ensino Superior (IES) na qual o autor é servidor do quadro efetivo da organização. É uma pesquisa de campo, para a qual Marconi e Lakatos (2003) afirmam que é utilizada como objetivo a busca de informações sobre um problema e para o qual se procura uma resposta. Na presente pesquisa a unidade de análise da pesquisa é o estoque de materiais de consumo de uma unidade acadêmica da referida IES, onde o levantamento de dados objetiva o diagnóstico das práticas de gestão presentes para poder identificar os fatores críticos e possibilidades de melhorias, maximizando a utilização dos recursos através da redução de perdas financeiras.

A pesquisa possui um caráter de diagnóstico que, de acordo com Gil (2002), designa uma profunda pesquisa do objeto para que se permita seu conhecimento detalhado. Com isso, a escolha da metodologia de coleta de dados proporcionou um detalhado e minucioso conhecimento das práticas de gestão atuais dos estoques de materiais de consumo na IES.

Com relação à natureza, tratou-se de uma pesquisa aplicada, na qual “se objetivou gerar conhecimentos para a aplicação prática, dirigida à solução de problemas específicos, envolvendo verdades e interesses locais” (SILVA, 2005). O objetivo foi o de identificar os fatores críticos e propor soluções que aumentem a eficiência da gestão dos estoques de materiais de consumo, com base na percepção dos gestores, nas normas e procedimentos vigentes, na legislação, gerando um aumento do grau de satisfação dos funcionários envolvidos nos processos como também dos membros das unidades acadêmicas que serão mais bem atendidos em suas necessidades desses materiais.

Este estudo seguiu a lógica da metodologia experimental, que geralmente envolve a busca da verdade (em vez de buscar perspectiva ou opinião) e pode muitas vezes envolver métodos quantitativos para a análise (GRAY, 2012). Segundo o mesmo autor, a intenção da pesquisa experimental é a produção de resultados que sejam objetivos, válidos e replicáveis. A pesquisa experimental, em termos de epistemologia, está firmemente situada no campo objetivista e é influenciada pelas perspectivas teóricas positivistas (GRAY, 2012).

Silva (2005) afirma que há dois tipos de pesquisa com relação a sua abordagem: as pesquisas quantitativas e as pesquisas qualitativas. Este estudo segue a abordagem quali-qualitativa.

Este trabalho tratou-se de uma pesquisa exploratória, visto que pela definição de Gil (2002) este tipo de pesquisa tem como objetivo proporcionar maior familiaridade com o problema, com vistas a torná-lo mais explícito ou a construir hipóteses. O autor

continua afirmando que “pode-se dizer que estas pesquisas têm como objetivo principal o aprimoramento de ideias ou a descoberta de intuições”.

Fundamentou-se a escolha adicionalmente pela definição de Marconi e Lakatos (2002), que descrevem as pesquisas do tipo exploratória como investigações de pesquisa empírica cujo objetivo é a formulação de questões ou de um problema.

Na segunda fase da coleta de dados, um questionário foi utilizado contendo 10 perguntas que foram dirigidas aos gestores de compras das unidades acadêmicas da IFE, de forma a viabilizar o entendimento das questões envolvidas na situação problema. De acordo com Gray (2012), os questionários são ferramentas de pesquisa por meio das quais as pessoas devem responder ao mesmo conjunto de perguntas em uma ordem predeterminada. Gil (2002) afirma que a elaboração de um questionário consiste basicamente em traduzir os objetivos específicos da pesquisa em itens bem redigidos.

### III. RESULTADOS

O questionário foi aplicado nos servidores responsáveis nas unidades acadêmicas da UFF pelo processo de pedido de compra e gestão de materiais de consumo e permanentes e conforme explicitado anteriormente, contou com 30 respondentes.

Com relação à primeira questão, “Acredito ser minha a responsabilidade de planejar e efetuar pedidos de materiais de consumo”, dos 30 respondentes, 17, que representam cerca de 56,7%, afirmam que “Concordam Parcialmente”, o que denota que a ampla maioria não se sente totalmente identificada com a responsabilidade de efetuar os pedidos de compra e realizar a gestão dos materiais nos estoques. Este resultado é preocupante já que o processo envolvendo matérias é considerado crítico para a administração, já que envolve recursos e impacta diretamente na eficiência da Universidade. 30% “Concordam totalmente”, correspondendo a 9 pesquisados, 2 “Não Concordam nem Discordam”, enquanto os restantes (2) discordam de ter esta responsabilidade.

A 2ª questão do questionário, “Possuo todo o respaldo técnico para realizar os planejamentos de pedidos de materiais de consumo com base em relatórios de consumo e de demanda dos departamentos”, apurou que a maioria (15 respondentes), ou seja, 50% do total, afirmam que “concordam parcialmente”, 16,7% (5 respondentes), “concordam totalmente”, a mesma quantidade “discorda totalmente”, 3 pesquisados “discordam parcialmente” (10%) e apenas 2 respondentes “não concordam nem discordam”.

Dos resultados se depreende que a ampla maioria, 83,3%, possuem algum tipo de necessidade não atendida no que diz respeito a informações necessárias para a execução de suas tarefas de efetuar pedidos de compra e realizar a gestão de materiais em suas unidades.

Petrônio (2005) nos traz que o conceito de análise das necessidades dos clientes, onde o processo de reposição do material tem início com uma demanda do cliente e que o órgão responsável pelo planejamento de materiais deve verificar se existe estoque do material e se o mesmo deve ser comprado.

A 3ª questão, “O setor responsável na UFF das compras de materiais de consumo é de fácil acesso e consulta para dirimir eventuais dúvidas” apresentou as seguintes frequências em cada uma das opções: metade dos pesquisados “concordam parcialmente”, 7 “concordam totalmente”, ou seja, 23,3% do total, 4 “não concordam nem discordam”, 13,3%, 3 respondentes, 10% do total, “discordam parcialmente”, enquanto 1 pesquisado “discorda totalmente”.

Embora a maioria tenha demonstrado uma percepção positiva quanto a facilidade de acesso ao setor responsável na administração para a solução de eventuais problemas e apoio técnico, metade dos pesquisados possuem algum tipo de dificuldade para se comunicar com o setor na reitoria responsável pelos processos de pedidos de compras.

Petronio (2005) afirma que os órgãos pertencentes ao processo de aquisição de materiais devem possuir uma rede de comunicação rápida entre si, mesmo que estejam em locais distintos, elas devem ser integradas.

A 4ª questão, “Não tenho dificuldades em calcular as quantidades de cada item de material de consumo ao efetuar novos pedidos e tenho ciência em tempo real do estoque” apresentou a seguinte distribuição de frequências: 9 pesquisados responderam que “concordam parcialmente”, ou 30% do total, 8 responderam que “concordam totalmente”, ou 26,7% do total, 6 respondentes, ou 20% do total, “discordam totalmente”, 5 respondentes, ou 16,7% do total “discordam parcialmente”, enquanto 2 “não concordam nem discordam”, ou 6,7% do total.

Mais da metade dos pesquisados responderam que não possuem dificuldade em calcular as quantidades a serem pedidas e que têm ciência do estoque “em tempo real”.

Slack (1999) afirma que estoque é: a acumulação de recursos materiais em um sistema de transformação. O sucesso ou fracasso da política de gerenciamento de estoques depende muito de um abastecimento garantido, no tempo certo, em função de um estoque bem otimizado, para atender as necessidades constantemente. De acordo com Tubino (1999), a gestão dos estoques é a primeira atividade dentre todas na programação da produção. Para Slack (1999): o estoque ocorrerá sempre que existir uma diferença entre o ritmo ou taxa de fornecimento e demanda. O seu planejamento consiste na determinação de quantidades que o estoque terá ao longo do tempo, determinação das datas de entrada e saída de materiais e na determinação de pontos de pedido de cada um dos itens ativos estocados.

O que a teoria nos orienta é a de que qualquer distorção entre a demanda e os pedidos podem trazer malefícios à organização, seja por uma maior utilização de recursos quer seja por uma ineficiência causada por falta de materiais. Daí a importância de uma acurácia maior na gestão de estoques.

A 5ª questão do questionário, “Minha unidade possui local adequado para o estoque de materiais de consumo” apresentou a seguinte distribuição de frequências: 30%, ou seja, 9 pesquisados afirmam que “concordam parcialmente”, a mesma quantidade “discorda totalmente”, 7, ou 23,3% “concordam totalmente”, 3 pesquisados “não concordam nem discordam” e representam 10% do total e outros 2 respondentes, 6,7%, “discordam parcialmente”.

O número de pesquisados que “discordam totalmente” se mostra representativo e causa preocupação, visto que o bom acondicionamento dos materiais garante a sua qualidade durante a sua vida útil e um menor índice de perdas financeiras.

Petronio (2005) afirma que: o armazenamento de materiais é necessário para reduzir os custos e para garantir um melhor atendimento aos clientes. E que a área de armazenamento não deve interferir na qualidade dos materiais, como a existência de goteiras na área de estoque de materiais eletroeletrônicos. A estocagem deve ser planejada para não alterar as características dos materiais e, também, para manter uma visualização e identificação clara dos itens estocados.

Outro ponto levantado pelo autor é que uma má localização do estoque pode aumentar os custos variáveis do estoque. Alguns exemplos de custos variáveis são: o custo de manutenção, deterioração e obsolescência, perdas, entre outros.

A 6ª questão aborda as eventuais perdas de materiais devido a inadequação do espaço, “Atualmente ocorrem perdas de materiais devido à inadequação do espaço destinado ao estoque de materiais de consumo”. 40% dos pesquisados, 12 pessoas, afirmaram que “concordam parcialmente”, 11 “discordam totalmente” (36,7%), 4 “discordam parcialmente”, ou seja 13,3%, apenas 2 “concordam totalmente” e 1 “não concorda nem discorda”.

Os resultados apontam que melhorias devem ser implementadas de forma a melhorar o espaço destinado ao armazenamento de materiais de consumo. A inadequação dos espaços pode potencialmente trazer perdas financeiras à administração.

A 7ª questão aborda o correto dimensionamento dos pedidos na visão dos responsáveis pelo processo, “Eventualmente efetuou pedidos com quantidades a maior ou a menor que o necessário para o funcionamento da minha unidade”. Dos 30 respondentes, 14 responderam que “concordam parcialmente” (46,7%), 6 “concordam totalmente”, ou seja, 20%; 5 “discordam totalmente” (16,7%); 4 que “não concordam nem discordam”, representando 13,3% do total e apenas 1 respondente afirmou que “discorda parcialmente”.

Da distribuição das frequências nesta questão pode-se inferir que melhorias são recomendáveis para que seja obtido um correto dimensionamento dos pedidos, a fim de se otimizar a utilização dos recursos.

A 8ª questão, “Tenho acesso fácil à informação sobre as quantidades de materiais existentes em meu estoque e dos estoques locais das áreas da minha unidade a qualquer instante” apresentou os seguintes resultados: Do total de 30 pesquisados, 9, ou 30%, “concordam totalmente” com a afirmação; 7 (23,3%) “concordam parcialmente”; a mesma quantidade “discordam parcialmente”, enquanto que 5 pesquisados (16,7% do total) “discordam totalmente” e outros 2 (6,7%) “não concordam nem discordam”.

Do total, 70% demonstrou que precisam obter de maneira mais clara a posição real do estoque da sua unidade acadêmica.

A 9ª questão objetivou perceber dos servidores a necessidade de uma ferramenta tecnológica (*Business Intelligence*) para otimizar os seus trabalhos, “Uma maior utilização de ferramentas tecnológicas facilitaria o meu trabalho para a gestão do meu estoque e para realização de novos pedidos de materiais de consumo”. 70%, ou seja, 21 respondentes “concordam totalmente”; 4 (13,3%) responderam que “concordam parcialmente”; 2, ou 6,7% foram os que responderam tanto “discordo parcialmente” como “discordo totalmente” e apenas 1 respondeu que “não concorda nem discorda”.

Fica evidente que é uma demanda da maioria daqueles que realizam o processo de pedido de compra de materiais a utilização de uma ferramenta tecnológica para uma melhor execução de suas tarefas.

As questões propostas no questionário objetivaram mostrar uma “fotografia” da atual situação do processo de pedido de compra de materiais e da gestão desses nas unidades acadêmicas de ensino da UFF. A 10ª questão buscou trazer as sugestões de melhorias feitas pelos próprios servidores encarregados destes processos a fim de subsidiar o propósito desta pesquisa que é auxiliar na otimização dos processos através de uma maior eficiência.

Seguem no quadro 1 a transcrição das sugestões feitas pelos servidores pesquisados:

Quadro 1 - 10ª questão do questionário

SUGESTÃO	DIMENSÃO DA MELHORIA
<p>O estoque de toda unidade poderia ser integrado fisicamente, todo o material armazenado em um único local, e virtualmente. Nesse último caso, poderia haver um sistema gerencial computacional para entrada e saída de material, permitindo o controle dos itens. Sem distinção de departamentos, seria para o Instituto todo. Outra sugestão seria que tal sistema permitir a inserção da data de validade de produtos. como por exemplo reagentes e EPIs, a fim de garantir a mais adequada ordem de saída para o material.</p>	<p>ESTOQUES INTEGRADOS <i>BUSINESS INTELLIGENCE</i> MELHORIA DE PROCESSOS</p>
<p>As datas para entrega do planejamento, realização da licitação e realização dos pedidos poderiam ser as mesmas em todos os anos (ano menos o mês) para melhor organização das demandas pelo responsável por gerenciar tais tarefas na Unidade. Até mesmo, para a organização das férias dos responsáveis por tais tarefas.</p>	<p>MELHORIA DE PROCESSOS</p>
<p>A licitação de produtos muito específicos deveria ocorrer com a presença de um auxiliar técnico da área ao pregoeiro a fim de diminuir itens desertos, diferentes dos pedidos e eventuais erros. Isso já ocorre de forma prematura com as licitações de vidrarias e reagentes no IQ, tendo refletido bons resultados.</p>	<p>MELHORIA DE PROCESSOS</p>
<p>Por meio de softwares de controle de estoques padronizados. Vejo que o problema da entrega é pior que o controle de estoques, atrasos geram gaps de difícil previsibilidade</p>	<p><i>BUSINESS INTELLIGENCE</i></p>
<p>Com participação ativa dos demais gestores e técnicos administrativos que trabalham com gestores</p>	<p>MELHORIA DE PROCESSOS</p>
<p>A minha unidade é muito recente e até a criação do Instituto as compras eram realizadas pela pós-graduação que também geria o estoque e almoxarifado. Os 21 laboratórios ou núcleos de pesquisa também realizam compras de material de consumo com recursos de projetos. É difícil superar essa cultura da aquisição fragmentada e descoordenada, mas o caminho é esse: unificar estoques, criar instrumentos de controle e gestão e planejar as compras com antecedência a partir de demandas dos setores.</p>	<p>MELHORIA DE PROCESSOS <i>BUSINESS INTELLIGENCE</i></p>
<p>Um sistema informatizado de gestão de todos os estoques da Unidade (material de escritório, material químico, material de física, material de informática), interligado com um sistema de pedidos dos usuários dos materiais, com emissão de relatórios, facilitaria a gestão e também o planejamento das compras.</p>	<p><i>BUSINESS INTELLIGENCE</i></p>
<p>Maior comunicação entre as unidades administrativas.</p>	<p>COMUNICAÇÃO <i>BUSINESS INTELLIGENCE</i></p>
<p>Criando algum sistema de controle de estoques individual para as unidades administrativas, correlacionando os dados com o Sia Compras. Além disso, criar uma espécie de histórico de compras das unidades, com possibilidade de geração de planilhas, com o objetivo de ter dados para controlar os estoques.</p>	<p><i>BUSINESS INTELLIGENCE</i></p>
<p>Trabalhamos com o sistema Siacompras, onde planejamos e fazemos nossos pedidos, além disso, trabalhamos no almoxarifado da nossa unidade com planilha atualizada, de toda compra, empenho e fontes de recursos. Acredito que um sistema informatizado no almoxarifado onde o gestor e quem trabalha diretamente com planejamento e compras pudesse ter acesso</p>	<p><i>BUSINESS INTELLIGENCE</i></p>

SUGESTÃO	DIMENSÃO DA MELHORIA
mais rápido a informação, seria uma melhor ferramenta no que se refere a agilidade nas tomadas de decisões e maior controle de estoque.	
Primeiro é preciso trabalhar uma cultura organizacional em nossa universidade, criando uma governança eficiente, implantando normas e procedimentos únicos para toda a organização. Tendo continuidade dos mesmos, independentemente de quem ocupe a administração superior ou que esteja como ordenador de despesas nas diversas UASG'S de nossa universidade.	MELHORIA DE PROCESSOS
Por meio da descentralização da realização de pedidos. Ou seja, os pedidos confeccionados online pela menor unidade solicitante	MELHORIA DE PROCESSOS <i>BUSINESS INTELLIGENCE</i>
A demanda nem sempre vem de uma parte especializada. Exemplos são equipamentos de áudio e vídeo e, também, materiais de infraestrutura hidráulica e elétrica. Não temos acesso fácil a pessoas especializadas. Com a necessidade de a própria unidade comprar itens de manutenção, já aconteceu de a demanda passar por análise da Soma (na época Saen) e mesmo assim quando os produtos chegaram a própria Saen falar que não servia. Outros exemplos: mesa de áudio correta para determinado auditório, quantos BTUs de ar-condicionado etc.	MELHORIA DE PROCESSOS
Eu acho que uma administração única para salas de aula poderia ser interessante. Cada unidade cuida de um jeito, mas e se a administração fosse centralizada? Contratos de manutenção de projetores multimídia; troca e manutenção de carteiras; internet na sala; manutenção de ar-condicionado; etc. Todas as unidades querem salas equipadas com tecnologia e infraestrutura adequadas: boas carteiras, iluminação controlada, dispositivos eletrônicos com acesso à internet, condicionador de ar funcionando e, claro, esteticamente agradáveis também. Talvez a UFF nem saiba dizer quanto efetivamente de dinheiro é gasto especificamente com sala de aula, espaços comuns como os laboratórios e auditórios, espaços administrativos, gabinetes e salas de grupos de pesquisa. Mas sala de aula é a atividade fim mais essencial da universidade.	MELHORIA DE PROCESSOS
Falta de espaço físico para armazenar qualquer coisa é um problema.	ESTOQUES INTEGRADOS
Através da utilização de um sistema ou planilha de Excel, e que tivesse um local adequado para estoque dos materiais.	<i>BUSINESS INTELLIGENCE</i> MELHORIA DE PROCESSOS
Software adequado e publicidade (divulgação dos materiais disponíveis)	<i>BUSINESS INTELLIGENCE</i>
Tecnologia e acesso a informações	<i>BUSINESS INTELLIGENCE</i>
Acredito que o almoxarifado central da Universidade precisa passar por uma grande reformulação. O desenvolvimento de um sistema de controle de estoque tanto para o almoxarifado central, quanto para as unidades locais seria de grande valia.	<i>BUSINESS INTELLIGENCE</i>
Havendo mais recursos humanos para cuidar dos estoques e sistema de informação afim.	<i>BUSINESS INTELLIGENCE</i>
Maior integração dos gestores em função de obtenção de demandas necessárias à realização da atividade de compras,	MELHORIA DE PROCESSOS

SUGESTÃO	DIMENSÃO DA MELHORIA
maior transparência na divulgação de prazos, procedimentos relacionados às compras.	
Oferecendo suporte aos servidores, capacitações e servidores destinados somente a este fim.	MELHORIA DE PROCESSOS
Deveria existir um sistema de estoque	<i>BUSINESS INTELLIGENCE</i>
Treinamento de pessoal, tecnologia eficaz e de fácil manuseio (Pois há muitos com dificuldades), colaboração da parte administrativa de modo geral no que diz respeito ao controle do seu respectivo setor	MELHORIA DE PROCESSOS <i>BUSINESS INTELLIGENCE</i>
Oferecendo suporte aos servidores, capacitações e servidores destinado somente a este fim	MELHORIA DE PROCESSOS <i>BUSINESS INTELLIGENCE</i>

Fonte: Elaborado pelo Autor (2020).

No quadro 2 estão representadas as dimensões das melhorias sugeridas pelos respondentes do questionário e a quantidade de vezes em que cada uma foi mencionada:

Quadro 2 – Dimensões das melhorias

Sugestões	Dimensões da Melhoria
<i>Business Intelligence</i>	15
Otimização de Processos	14
Estoques integrados	2
Comunicação	1

#### IV. CONCLUSÃO

Os gestores das unidades acadêmicas possuem responsabilidades em diversas áreas, tais como a acadêmica, a administrativa, de pessoas, entre outras. Com tal volume de trabalho, a tarefa de gerenciar estoques fica prejudicada mais ainda por não contar com uma ferramenta que lhes proporcione informações em tempo real dos estoques de materiais.

Fica evidenciado pelos resultados apresentados no quadro acima que uma ferramenta de *Business Intelligence*, além de ser por si só, um fator que contribui significativamente para a melhoria dos processos, é uma demanda dos próprios servidores que operam a política de compras da Universidade.

Portanto, de modo que o gestor conte com mais informações precisas e úteis para as suas decisões estratégicas, além da adoção de ferramentas de BI, pode-se explorar outros métodos quantitativos e melhores formas de apresentação de informações, tais como relatórios gerenciais, gráficos e painéis de controle.

#### V. REFERÊNCIAS

AMORIM, V.A.J. **Licitações e contratos administrativos**: teoria e jurisprudência / Victor Aguiar Jardim de Amorim. – Brasília: Senado Federal, Coordenação de Edições Técnicas, 2017

BIO, Sérgio Rodrigues. **Sistemas de Informação**: um enfoque gerencial. São Paulo: Atlas, 1996

BRASIL, Lei Ordinária 8.666/93, de 21 de junho de 1993.

- BRASIL, **Lei Ordinária 10.520**, de 17 de julho de 2002.
- BRASIL, Constituição da República Federativa do Brasil de 1988.
- BRASIL, **Lei 10.406**, de 10 de janeiro de 2002.
- BRASIL, **Lei Complementar 123**, de 14 de dezembro de 2006.
- CARTER, Craig R.; JENNINGS, Marianne M. The role of purchasing in corporate social responsibility: a structural equation analysis. **Journal of business Logistics**, v. 25, n. 1, p. 145- 186, 2004
- CHIAVENATO, **Administração geral e pública**, 2.ed. - Rio de Janeiro: Elsevier, 2008.
- DIAS, M A P. **Administração de Materiais**. São Paulo, Editora Atlas, 2005
- DIAS, M.; COSTA, R. F. **Manual do Comprador: conceitos, técnicas e práticas indispensáveis em um departamento de compras**. 5 ed. São Paulo: Saraiva, 2012.
- GEORGES, M.R.R; JANUÁRIO, A.E; Periódicos acadêmicos em sustentabilidade e gestão de operações: um panorama na área de administração. **Revista Sodebras [on line]**, v. 15, n. 173, ISSN 1809-3957, p. 14-19, 2020; acesso em: 09/09/2021.
- GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. São Paulo: Atlas, 2002.
- <http://www.comprasnet.gov.br>, Site de Compras do Governo Federal.
- <http://www.comprasuff.br>, Portal Financeiro da Universidade Federal Fluminense.
- LAKATOS; E.M.; MARCONI, M.A. **Fundamentos de metodologia científica** / Maria de Andrade Marconi, Eva Maria Lakatos – 5ed, São Paulo, Atlas, 2003
- LIBOREIRO, M.A.M.; CARVALHO, M.S.M.V; SOUZA, G.D. **Gestão da cadeia de suprimentos integrada à tecnologia da informação**, São Paulo, FGV, 2006.
- MARTINS, PETRÔNIO; LAUGENI, FERNANDO. **Administração da produção**, São Paulo, Saraiva, 2005
- MAXIMIANO, **Teoria geral da administração**. 2.ed. SÃO PAULO: Atlas, 2000.
- MOREIRA, D.A. **Administração da produção e operações** / Daniel Augusto Moreira. – 2. ed. rev. e ampl. -- São Paulo: Cengage Learning, 2012
- OLIVEIRA, R.C.R. **Licitações e contratos administrativos** / Rafael Carvalho Rezende Oliveira. – 4ª. ed. rev., atual. e ampl. – Rio de Janeiro: Forense; São Paulo: Método, 2015.
- OLIVEIRA, J. S. P.; Murrieta, Maira; Costa, Marina Ferreira de Castro Wille; Marchiori, Patricia Zeni; **Introdução Ao Método Delphi**, Curitiba: Mundo Material 16p. 2008.
- POZO, Hamilton. **Administração de Recursos Materiais e Patrimoniais: Uma abordagem Logística**. 4. ed. São Paulo: Atlas,2007
- SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. **Administração da produção**. São Paulo, Atlas, 2006
- SILVA, L.; MENEZES, E. M. **Metodologia da Pesquisa e Elaboração de Dissertação** – 4. ed. rev. atual. – Florianópolis: UFSC, 2005.
- TRIDAPALLI, J.P.; FERNANDES, E.; MACHADO, W.V. **Revista de Administração Pública**, v.45, n. 2, FGV SB.

TURBAN, E. **Business intelligence**: a managerial approach / Efraim Turban . . . [ *et al.*].—2nd ed., New Jersey, Prentice Hall, 2017

TURBAN, E. **Business intelligence**: A Managerial Perspective on Analytics / Efraim Turban ... (*et al.*) – 3rd ed., New Jersey, Prentice Hall, 2013

## VI. AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente à Deus, que tem me dado forças nos momentos bons e difíceis, para que eu siga a minha trajetória sempre junto à família e aos seus desígnios.

À minha família, pelo apoio e compreensão necessários para que eu vencesse mais esta etapa.

## VII. COPYRIGHT

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

## **MANUTENÇÃO PRODUTIVA TOTAL: A PRÁTICA DO PILAR DA MANUTENÇÃO PLANEJADA NA GESTÃO DA MANUTENÇÃO DE EQUIPAMENTOS MÉDICO- HOSPITALARES**

### *TOTAL PRODUCTIVE MAINTENANCE: THE PRACTICE OF THE PILLAR OF PLANNED MAINTENANCE IN MAINTENANCE MANAGEMENT OF MEDICAL EQUIPMENT*

Yasser Issmail Mohsen<sup>1</sup>  
Guilherme Luz Tortorella<sup>2</sup>

**Resumo** – Os equipamentos médico-hospitalares (EMHs) são elementos fundamentais na oferta de serviços assistenciais, e se configuram como uma das peças importantes e essenciais para o funcionamento de um Estabelecimento Assistencial de Saúde (EAS). Este estudo teve como objetivo verificar de que maneira o estabelecimento assistencial de saúde (EAS) analisado adere às práticas da manutenção produtiva total (TPM), no pilar relacionado à manutenção planejada. Para isso, foi realizada uma revisão da literatura com o objetivo de fornecer suporte teórico para este estudo e, como metodologia, a abordagem foi realizada na forma quantitativa, por necessitar de tratamento matemático em alguns dados em análise, e qualitativa por requerer interpretação de fenômenos e atribuição de significados. Para tal, foi proposto a elaboração de um estudo de caso, possibilitando a ilustração e a apresentação do problema da pesquisa e a obtenção dos dados a serem analisados. Como resultado, esperou-se verificar os tipos de atividades que o EAS em estudo realiza que evidencia aderência aos princípios da TPM, e se os dados avaliados referente ao histórico de vida do equipamento em análise permitem conferir qualidade nas ações praticadas pelos atores envolvidos na disponibilidade de uso dos ativos assistenciais.

**Palavras-chave:** *Manutenção Produtiva Total. Equipamento Médico-Hospitalar. Engenharia Clínica.*

**Abstract** - *Medical equipment are fundamental elements in the provision of care services, and are configured as one of the important and essential parts for the functioning of a Health Care Establishment. This study aimed to verify how the analyzed hospital adheres to the practices of total productive maintenance (TPM), in the pillar related to planned maintenance. For this, a literature review was carried out in order to provide theoretical*

<sup>1</sup> Universidade Federal Fluminense. Contato: [yissmail@id.uff.br](mailto:yissmail@id.uff.br).

<sup>2</sup> Universidade Federal Fluminense; Universidade Federal de Santa Catarina. Contato: [gluztortorella@gmail.com](mailto:gluztortorella@gmail.com).

*support for this study and, as a methodology, the approach was carried out in a quantitative form, as it requires mathematical treatment of some data under analysis, and also qualitatively, as it requires interpretation of phenomena and attribution of meanings. For such, it was proposed the elaboration of a case study, enabling the illustration and presentation of the research problem, and obtaining the data to be analyzed. As a result, it was expected to verify the types of activities that the hospital under study performs that evidence adherence to the principles of TPM, and whether the data evaluated regarding the life history of the equipment under analysis allow to check the quality of the actions taken by the actors involved in the availability of use of assistance assets.*

**Keywords:** *Total Productive Maintenance. Medical Equipment. Clinical Engineering.*

## I. INTRODUÇÃO

O uso de equipamentos médico-hospitalares (EMHs) cada vez mais precisos em suas aplicações, relacionadas ao cuidado com a vida, ilustra o atual nível de complexidade com que as máquinas se configuram. Se destaca no sistema de saúde como um todo a importância desses equipamentos, tanto pelo seu uso intensivo para diagnóstico, monitorização e fins terapêuticos, quanto pela quantidade de recursos financeiros alocados para sua aquisição. Considerando que os EMHs desempenham um papel significativo na promoção da saúde e segurança da população, o gerenciamento correto e eficaz destes ativos tecnológicos pode ter um impacto positivo no desenvolvimento de cada país em termos de economia de recursos direcionado à própria saúde. Por conseguinte, são estimuladas novas frentes de pesquisa na área médica e tecnológica (THAPA; SALDANHA; PRAKASH, 2018).

Atualmente, a demanda por manutenção de EMHs tem se elevado, de forma proporcional ao aumento destes ativos nos Estabelecimentos Assistenciais de Saúde (EAS) como um todo. Diante disso, o aprimoramento de estratégias de manutenção apropriadas confere a maximização do uso dos ativos, além da diminuição dos custos com peças de reposição (VALA *et al.*, 2018). Portanto, o desenvolvimento de programas de manutenção mais efetivos se torna proeminente (SEZDI, 2016). Em um setor de engenharia clínica de um EAS, o gerenciamento da manutenção é a atividade mais importante por envolver recursos humanos e financeiros. No entanto, em um EAS, somente mão-de-obra capacitada para conservação dos EMHs não garante a disponibilidade dos mesmos, sendo necessária a implementação de indicadores de uso e de manutenção destes ativos. (LADANZA *et al.*, 2019).

No contexto apresentado, a Manutenção Produtiva Total (TPM – *Total Productive Maintenance*), através dos seus pilares de sustentação e a promoção da perda zero dos processos produtivos (RIBEIRO, 2016), pode ser aplicada na gestão de EMHs. Neste caso, estes processos dizem respeito a falhas dos equipamentos, diminuição da disponibilidade do serviço assistencial, e cuidado com o descarte prematuro dos ativos, através da boa gestão da manutenção e do planejamento correto para instalação e operação.

No intuito de que seja atingida a melhor prática no que tange o gerenciamento da manutenção, metodologias têm sido aplicadas, ao redor do mundo, no cotidiano da engenharia clínica, de maneira a otimizar o processo de manutenção de EMHs. Estas práticas têm como objetivo principal, aumentar a confiabilidade e a disponibilidade de uso destes equipamentos dentro do serviço assistencial. Vala *et al.* (2018) propõem uma metodologia para o desenvolvimento de estratégias com o intuito de mitigar falhas de operação e manutenção. Primero *et al.* (2015) oferecem um protocolo contendo um sistema de manutenção corretiva para ser aplicado nos EAS. Thapa, Saldanha e Prakash (2018) utilizam ferramentas da Qualidade como método para reduzir o tempo de avaria

dos EMHs e seus defeitos associados. Saleh *et al.* (2015), desenvolveram um novo modelo destinado a priorizar a manutenção preventiva dos EMHs, através da implantação de funções da qualidade. As metodologias citadas possuem, em algum grau, o envolvimento de outras áreas da instituição de saúde e aderem, de uma forma ou de outra, a pelo menos um dos pilares que compõem a TPM.

Este estudo se mostra importante visto que o levantamento bibliográfico preliminar realizado sobre o tema demonstrou que há uma considerável variedade de informações em relação à gestão da manutenção em equipamentos médico-hospitalares, abordando desde a visão estratégica da manutenção até a utilização de ferramentas da qualidade como ponto de apoio para o alcance de maior eficiência nos serviços e processos de cada contexto. Porém, pouco tem se explorado sobre a abordagem sistêmica da manutenção de EMHs em ambientes hospitalares.

A inovação a ser desenvolvida pode ser observada através do modelo de aplicação da TPM longe do ambiente industrial e fabril, tendo em vista que, a partir das buscas realizadas na plataforma Scopus, Web of Science e Scielo, ficou constatado que pouco se aborda sobre a aplicação da metodologia da TPM em ambiente hospitalar ou demais estabelecimentos de saúde. A pesquisa bibliográfica realizada nas bases de dados pouco mostrou sobre o tema Manutenção Produtiva Total (TPM) na gestão de EMHs. As buscas realizadas, considerando os últimos cinco anos de publicações, retornaram o seguinte conteúdo, conforme citados a seguir.

- Khelood (2020) propõe a adoção da TPM como uma abordagem segura para otimizar os resultados dos Aparelhos de Anestesia, devido à sua eficiência em reduzir a quebra repentina e aumentar a performance destes equipamentos.

- Illankoon, Abeysekera e Singh (2016) enfatizam o pilar da manutenção autônoma para a detecção de não conformidade no uso de equipamentos no que tange às suas características ergonômicas.

- Mahfoud, Barkany e Biyaali (2017) realizam a implementação de um roteiro para obtenção de informações acerca da manutenção planejada e da educação e treinamento.

O alto nível de desenvolvimento de dispositivos para a saúde está transformando os EMHs em ferramentas indispensáveis no diagnóstico e no tratamento de pacientes (ARDILA; GÓMEZ; CAMACHO-COGOLLO, 2016). Os EMHs, por fazerem parte integrante dos ativos de um EAS, possuem recursos específicos que atendem determinadas aplicações da área assistencial. Logo, o nível de complexidade desses equipamentos impacta diretamente no custo de aquisição, sendo a avaliação dos mesmos uma tarefa importante na gestão hospitalar, e um dos aspectos da prestação de serviços de qualidade e custo adequado (IGONIN *et al.*, 2019). Os custos operacionais derivados do uso de um EMH, estão atribuídos aos custos de consumo, de serviço e de manutenção. Podem ser considerados custos de consumo sondas, eletrodos, condutores, géis, filtros e acessórios. Os custos de serviço e de manutenção englobam as peças de reposição, assim como a mão de obra utilizada em reparos (BEKTEMUR *et al.*, 2018). Porém, a avaliação de aquisição de equipamentos médicos não pode ser considerada somente em termos monetários. Para os pacientes, a utilização do equipamento correto significa uma melhoria no seu estado de saúde, e para os EAS, denota a melhoria na qualidade do serviço prestado ao cliente (IGONIN *et al.*, 2019).

Para Ruiz-Castro e Dawabsha (2018), sérios prejuízos econômicos e de fator humano podem ser causados quando a baixa confiabilidade de um equipamento causa uma falha ou uma interrupção não programada. Desta maneira, o emprego da manutenção preventiva pode aumentar a confiabilidade de uso do ativo, através de atividades de manutenção em intervalos de tempos regulares, e também de rotina. Segundo Primero *et*

al. (2015), a manutenção preventiva é menos custosa do que a manutenção corretiva. Isso se deve à limitação de tempo, entendendo que o EMH não pode ficar indisponível para uso durante muito tempo, obrigando a realizar o procedimento com pouco planejamento, e podendo vir a aumentar os gastos com o reparo. Sezdi (2016) afirma que utilizando o programa de manutenção preventiva, é possível rastrear falhas ocultas nos EMHs, sendo possível determinar a melhor forma de manutenção e substituição de componentes, cujo tempo de vida já esteja a expirar.

Para Andion *et al.* (2016), a função da manutenção tem a sua importância na medida em que os resultados atingidos garantem a disponibilidade dos ativos tecnológicos. Segundo Ribeiro (2016), a disponibilidade (Dt) representa o tempo em que um equipamento se encontra disponível para uso, e pode ser expressa da seguinte forma:

$$Dt = \frac{\text{Tempo Operacional}}{\text{Tempo Operacional} + \text{Tempo Não Operacional}} \times 100 \quad (1)$$

Ainda segundo o autor a confiabilidade (Ct) pode ser expressa como a chance de um equipamento funcionar efetivamente, considerando suas condições de projeto, por um período conhecido. É definida em função da média dos tempos de bom funcionamento (MTBF), conforme equação a seguir:

$$Ct = e^{-t/MTBF} \quad (2)$$

Onde:

$e$  = logaritmo neperiano (2,718)

$t$  = tempo envolvido na análise

O objetivo principal da Engenharia Clínica é desenvolver atividades que são pertencentes ao próprio ramo de conhecimento das engenharias, além de participar do gerenciamento das tecnologias médico-assistenciais em suas esferas micro e macro. Este setor tem como função desenvolver atividades pertencentes ao ramo das engenharias, participando do gerenciamento das tecnologias médico-assistenciais, tanto no plano operacional quanto na esfera de planejamento e gestão (MARQUEZ *et al.*, 2014).

Segundo definição da Empresa Brasileira de Serviços Hospitalares (BRASIL, 2020), a engenharia clínica é o setor responsável pela gestão das tecnologias utilizadas nas atividades e procedimentos relacionados à assistência ao paciente, efetuando o planejamento da gestão dos ativos hospitalares, no que diz respeito aos eventos históricos referentes ao ciclo de vida útil, associadas às execuções de manutenções preventivas e corretivas destes equipamentos. Também é da responsabilidade da engenharia clínica analisar a viabilidade de aquisição de equipamentos médico-hospitalares existentes no mercado, definindo as especificações técnicas detalhadas dos equipamentos para aquisição, auxiliando na escolha do ativo de menor custo e maior benefício para servir às demandas assistenciais.

Como referencial teórico, a TPM é um sistema que possibilita a redução de avarias e o aumento da qualidade dos equipamentos através do comprometimento das pessoas envolvidas, possibilitando a eliminação de perdas de recursos e de tempo causados pela parada dos equipamentos (TAKAHASHI; OSADA, 2016). A metodologia da TPM se concentra nas pessoas, ou seja, nos colaboradores de uma empresa. É uma abordagem que possibilita aos usuários do serviço e da manutenção participarem dos processos que visam a qualidade dos serviços prestados e de bens físicos. Segundo Santos e Souza (2019), o baixo nível de desempenho dos colaboradores de uma empresa pode estar

atrelado à falta de incentivos e de benefícios, desestimulando-os a realizar suas tarefas e a se esforçar em seu ambiente de trabalho.

Na figura 1 é possível observar os pilares da TPM em sua totalidade. Dos pilares apresentados, o que interessa para este estudo é o referente à manutenção planejada.

Figura 1 - Os pilares de sustentação da TPM



Fonte: adaptado de Ribeiro (2016).

O objetivo da manutenção planejada é garantir que as máquinas não produzam defeitos. A manutenção planejada mantém a disponibilidade do equipamento, controlando custos e reduzindo o estoque de peças de reposição, além de contribuir com o aumento da confiabilidade e a melhora da manutenibilidade do equipamento como um todo (PINTO, 2017). Fam *et al.* (2018) definem o pilar da manutenção planejada como um sistema onde os trabalhos de manutenção e paradas de equipamentos estão programados com base nas taxas de falha previstas ou medidas em função do tempo. Jain, Bhatti e Singh (2015) apontam que o pilar da manutenção planejada consiste em criar o cronograma das atividades de manutenção com antecedência, e definir os tipos de manutenção necessárias de acordo com os tipos de equipamentos e de falhas mais frequentes na organização.

O objetivo deste trabalho foi avaliar a taxa de disponibilidade operacional do Tomógrafo Digital instalado no EAS foco deste estudo, e verificar se a instituição adere às práticas de manutenção preconizadas pela TPM no pilar relacionado à manutenção planejada. Para tal, foi necessário averiguar a existência de documentos referentes ao planejamento e controle da manutenção (PCM), com base no roteiro de manutenções preventivas. Neste contexto, foram abordados os conceitos da TPM com foco na manutenção de equipamentos em ambientes hospitalares, considerando a qualidade e confiabilidade, o histórico de vida, assim como o comportamento e interação dos usuários nos processos de manutenção destes ativos. Este trabalho, incluindo o seu objetivo e métodos, foi baseado na dissertação de mestrado de Mohsen (2021).

## II. METODOLOGIA

O EAS em estudo é um hospital público universitário, cuja demanda de atendimento à população é 100% contratualizada pelo SUS onde, ao contrário da rede de assistência à saúde privada, não se visa o lucro, mas sim a execução minimamente eficiente dos serviços de acordo com os recursos advindos do contribuinte. Devido ao elevado número de EMHs presentes no EAS em questão, onde constam inventariados no software de controle e supervisão do Setor de Engenharia Clínica (GETS), em média, 2800 equipamentos distribuídos entre ambulatórios, clínicas médicas, centro de

tratamento intensivo e centro cirúrgico, a dissertação realizada por Mohsen (2021) propôs direcionar a pesquisa aos equipamentos de alta complexidade, cuja função é realizar exames de imagem. Neste artigo, será realizado um recorte do trabalho citado, sendo focado apenas o equipamento de Tomografia Computadorizada do EAS avaliado.

A metodologia utilizada teve sua abordagem na forma quantitativa, por necessitar de tratamento matemático em alguns dados em análise, e qualitativa por requerer interpretação de fenômenos e atribuição de significados. Para tal, foi proposta a realização de um estudo de caso, possibilitando a ilustração e a apresentação do problema da pesquisa e as variáveis a serem analisadas.

O estudo de caso proposto foi do tipo 2: único/combinado. Este tipo se adequa ao estudo proposto, visto que se destina ao estudo de um único caso, que se refere à aderência às práticas da TPM, e combinado, por possuir unidades de análises múltiplas. Durante o estudo de caso, foi realizada uma coleta de dados de forma que possibilitou mensurar as variáveis descritas na tabela 1, conforme o objetivo proposto deste estudo.

Tabela 1 - Dados a coletar sobre a prática do PCM

<b>Dados a coletar / Meio de coleta</b>	<b>Guia de análise a ser realizada</b>
Quantidade de manutenções preventivas recomendadas pelo fabricante por ano. / Documentos remetidos pelo fabricante, troca de e-mails, manual técnico do equipamento e sistema GETS.	1)Existe manual técnico disponível para cada tipo de equipamento? 2)As manutenções planejadas são agendadas e registradas no sistema GETS? 3)As manutenções planejadas são combinadas via e-mail ou outro meio formal de comunicação?
Total de ordens de serviço de manutenção preventiva abertas por ano. / Ordem de serviço registrada no sistema GETS.	1)Quantas ordens de serviço de manutenção preventiva foram abertas por ano?
Existe documento de <i>check list</i> de manutenção preventiva (sim / não)? / Sistema GETS e ordens de serviço de manutenção preventiva ou planejada da empresa contratada.	1)O <i>check list</i> de manutenção preventiva é registrado no sistema GETS? 2)São anexados os resultados do <i>check list</i> nas ordens de serviço?
Datas de abertura da ordem de serviço de manutenção corretiva. / Ordem de serviço registrada no sistema GETS.	1)Quantas ordens de serviço de manutenção corretiva foram abertas por ano?
Total de dias de ordem de serviço de manutenção corretiva aberta. / Ordem de serviço registrada no sistema GETS.	1)Quantos dias por ano o equipamento teve de ordem de serviço aberta?
Tempo Técnico de Reparo (TTR) em dias. / Ordem de serviço registrada no sistema GETS.	1)Quantos dias em TTR o equipamento se submeteu por ano?
Tempo de Bom Funcionamento (TBF) entre o fechamento e a abertura da próxima ordem de serviço de manutenção corretiva, em dias. / Ordem de serviço registrada no sistema GETS.	1)Quanto tempo o equipamento ficou disponível para uso durante o ano?

Fonte: Autores, 2021.

As fontes de evidência foram coletadas através de dados documentados do Setor de Engenharia Clínica do EAS em estudo, e através do histórico de informações presentes no software Gerenciador de Tecnologias para Saúde, o GETS. Com este software baseado em ambiente WEB, é possível realizar abertura de chamados de manutenção e ordens de serviço, computar as horas técnicas utilizadas pelo pessoal da manutenção, registrar novos EMHs e alimentar informações a respeito do histórico de vida de cada um, desde a sua entrada e instalação no EAS até a sua desativação.

A formulação das questões referentes aos dados coletados foi baseada em roteiros de implementação da TPM em variadas aplicações, podendo ser citados alguns autores, conforme demonstrado a seguir. Vale salientar que os roteiros tomados como base nortearam a elaboração do questionário, que segue como uma proposta de trabalho diferenciada das demais pesquisadas.

- Ribeiro (2016) elabora um roteiro para implementação do pilar referente à manutenção planejada.

- Mudassir *et al.* (2017) incluem um roteiro para a coleta de dados para mensuração da disponibilidade, performance e qualidade da produção (p. 4). Como o foco deste estudo é gestão da manutenção, considera-se apenas o fator disponibilidade.

- Shrivastava e Gardia (2017) elencam os problemas que afetam a implementação da TPM, sendo um deles o fato de que os trabalhadores não são treinados de forma adequada.

- Mahfoud, Barkany e Biyaali (2017) demonstram o roteiro para obtenção de informações acerca da manutenção planejada e da educação e treinamento (p.137).

- Singh *et al.* (2013) abordam as componentes do 5S para a implementação da TPM, e salientam a manutenção planejada e a educação e treinamento.

- Pinto *et al.* (2020) destacam as tarefas a serem executadas para a implementação da TPM.

Foram utilizados alguns tipos de análise de dados, de acordo com as informações a serem coletadas. Considerando que os dados obtidos são de ordem qualitativa e quantitativa, em alguns casos foi necessário cruzar informações utilizando a análise de séries temporais simples. Neste estudo, este método auxiliou na visualização e no entendimento sobre em quais anos determinados eventos se mostraram mais evidentes, possibilitando deduzir, de forma empírica ou quantitativa, se a existência ou a incidência de outros fatores colaboraram com o resultado das variáveis analisadas.

A partir do cruzamento dos dados correspondentes ao ano de incidência e da média dos tempos técnicos de reparo (MTTR) e da média dos tempos de bom funcionamento (MTBF) correspondente, foi utilizada a análise de séries temporais simples. Para uma boa aderência à metodologia da TPM, a MTTR deverá tender a zero, enquanto a MTBF deverá se aproximar do máximo de dias anuais. A obtenção da taxa de disponibilidade operacional (Dt) e da taxa de confiabilidade (Ct) anual de cada equipamento ratificam os resultados obtidos após análise da MTBF e da MTTR. A análise de séries temporais simples aplicada às taxas, em cruzamento com os anos de atividade do equipamento, possibilitou a visualização gráfica dos anos de maior e menor tempo de uso do ativo. Neste caso, a boa aderência à TPM ocorre de acordo com a elevação das taxas. Quanto maior forem Dt e Ct, mais disponível e confiável se mostra o equipamento, permitindo cogitar na possibilidade de ocorrência de manutenções com qualidade e usuários bem treinados.

A taxa de ordens de serviço de manutenção preventiva (TP) executadas durante todo o ciclo de vida de cada equipamento, também pode ser um indicador de qualidade na manutenção. A obtenção dos dados referentes à quantidade de manutenções

preventivas recomendadas por ano pelo fabricante e do total de ordens de serviço de manutenção preventiva abertas por ano, levam à seguinte equação:

$$P = \frac{TOSP}{QMP} \quad (3)$$

Onde TOSP é o total de ordens de serviço de manutenção preventiva, e QMP se refere à quantidade de manutenções preventivas recomendadas por ano (RIBEIRO, 2016). O efetivo planejamento e controle da manutenção permite que TP atinja o seu máximo, minimizando possíveis paradas não programadas do EMH, trazendo benefícios para o serviço e os seus usuários.

### III. RESULTADOS

Na tabela 2 são demonstradas: a quantidade média anual de manutenções preventivas realizadas; a quantidade anual de manutenções preventivas recomendadas; e a existência de documento contendo checklist de manutenção preventiva (MP).

Tabela 2 - Compilação dos dados referentes ao PCM

Equipamento	Quantidade média anual de preventivas realizadas	Quantidade anual recomendada	Existe documento de <i>checklist</i> de MP?
Tomógrafo	1,6	4	sim

Fonte: Autores, 2021.

E na tabela 3 são demonstradas as médias do total de ordens de serviço abertas e da quantidade de dias em que as mesmas permaneceram ativas. Para a coleta, foi considerado o intervalo de tempo compreendido entre 2013 e 2020.

Tabela 3 - Manutenções corretivas e disponibilidade do Tomógrafo

Total médio de abertura de OS por ano	8,3
Total médio de dias de OS abertas por ano	66,8

Fonte: Autores, 2021

A compilação dos dados referentes ao PCM demonstrou que o Tomógrafo avaliado possui documento contendo modelo de checklist de manutenção preventiva. Em relação à quantidade de manutenções preventivas recomendadas pelo fabricante por ano e ao *checklist*, o guia de análise presente na tabela 1 pôde ser respondido, conforme pontuado a seguir.

- Existe manual técnico disponível para a Tomografia? Sim.
- As manutenções planejadas são agendadas e registradas no sistema GETS? O registro no sistema GETS de agendamento de manutenções preventivas começou a ser realizado a partir de 2020.
- As manutenções planejadas são combinadas via e-mail ou outro meio formal de comunicação? Sim.
- O check list de manutenção preventiva é registrado no sistema GETS? Sim
- São anexados os resultados do checklist nas ordens de serviço? Em sua maioria não foi encontrado. Somente registro de ordem de serviço informando que a atividade foi realizada.

Na tabela 1 também serviu como base para a confecção da figura 2, onde foram obtidos os valores percentuais das manutenções preventivas registradas em ordens de serviço. Nota-se que apenas em 2013 foi observado 100% de aderência ao quantitativo recomendado de manutenções preventivas anuais

Figura 2 - Percentual de preventivas registradas em OS



Fonte: Autores, 2021.

A média do tempo técnico de reparo (MTTR) e a média do tempo de bom funcionamento (MTBF) foram calculadas e podem ser visualizadas na figura 3. As séries temporais apresentadas têm como objetivo proporcionar uma análise comparativa entre o comportamento da curva da MTBF e da MTTR em cada ponto, que é representada pelo ano de atividade do equipamento.

Figura 3 - MTBF e MTTR anual



Fonte: Autores, 2021.

Quando uma OS é preenchida de forma disciplinada, respeitando os movimentos temporais referentes ao status do equipamento em manutenção, uma história pode ser extraída e contada através de números, podendo estes serem classificados como tempos (dias, meses, anos e horas), quantidades e números percentuais. Para os valores obtidos, quanto mais fidedignos se mostram, maior será o poder de análise e tomadas de decisão de um gestor acerca de um determinado contexto. Neste sentido, observando a figura 3, seria ideal se o aumento das curvas de MTBF estivessem sempre acompanhadas da diminuição das curvas de MTTR e vice versa. Esse comportamento pode ser observado entre os anos de 2013 e de 2016.

A taxa de disponibilidade operacional e de confiabilidade foram obtidas a partir da MTBF e da MTTR anual, e pode ser observada na figura 4. Observando as equações

1 e 2, nota-se que quanto menor a MTTR maior será a taxa de disponibilidade do ativo no período avaliado. No caso da taxa de confiabilidade, o mesmo ocorre, porém se a MTTR diminui, a MTBF, na maioria dos casos, tende a aumentar, fazendo com que a Ct também venha a se elevar.

Figura 4 - Dt, Ct e preventivas anuais



Fonte: Autores, 2021.

De acordo com a figura 4, os registros históricos referentes à taxa de manutenção preventiva realizada variaram bastante no decorrer dos anos. Isso pode ser explicado pelo fato do Tomógrafo se encontrar sob regime de contrato de manutenção, tendo as ordens de serviço externas sido geradas e entregues ao Setor de Engenharia Clínica do hospital, porém não registrada no sistema GETS. Diante disso, não foi possível considerar o comportamento da curva no decorrer dos anos como um elemento causador de paradas não programadas e queda da disponibilidade operacional, ou mesmo como um elemento motivador de aumento de manutenção do patamar da curva. O que se observou, nesse caso, foram curvas com movimentos aleatórios que não possuem relação com a realidade.

#### IV. CONCLUSÃO

A concretização deste estudo proporcionou o exercício do olhar crítico sobre o modo de condução do gerenciamento do parque tecnológico de um EAS. As referências norteadoras sobre a manutenção e a disponibilidade operacional dos EMHs foram de suma importância para a observação do comportamento, tanto dos usuários quanto da equipe técnica da engenharia clínica em relação à conduta no uso e na manutenção destes ativos tecnológicos.

Diante dos dados coletados, ficou evidenciada a necessidade de o hospital focar neste estudo aperfeiçoar seus processos de trabalho para que seja possível praticar a TPM dentro do pilar explorado. Dentro do que foi avaliado, levantou-se o questionamento sobre um possível negligenciamento do registro histórico de atividades no sistema de gerenciamento de tecnologias para a saúde, o GETS. Este fato, se verdadeiro, impossibilitou que informações importantes fossem obtidas para uma análise efetiva de atividades referentes ao ciclo de vida dos EMHs analisados.

As variações desproporcionais entre a MTBF e MTTR, além dos relatos técnicos de atividades presentes nas ordens de serviço, são elementos que reforçam as suspeitas apresentadas. O registro equivocado da MTBF e da MTTR provoca a obtenção de taxas de disponibilidade e de confiabilidade operacionais fora da realidade do EMH avaliado.

Como sugestão para trabalhos futuros, recomenda-se a exploração e a aplicação dos demais pilares da TPM, permitindo que a metodologia funcione de maneira

harmoniosa e integral dentro da unidade hospitalar. Vale ressaltar que além dos pilares técnicos, os pilares de cunho administrativo são igualmente importantes, pois visam apoiar de forma direta e indireta as variadas demandas advindas do ambiente hospitalar.

## V. REFERÊNCIAS

ANDION, M., S.; ANDION, I., P.; CARVAJAL, T., L., R.; RODRÍGUEZ, J., L., M., Análise do setor de manutenção de empresa industrial sob a ótica da TPM. **Revista Sodebras [online]**. v. 11, n. 121, p. 134-140, jan 2016.

ARDILA, M. A., GÓMEZ, A., CAMACHO-COGOLLO, J. E. Method of Strategic Incorporation of Biomedical Technology for Health Institutions. **Revista Ingeniería Biomédica**, v. 10, n. 20, p. 35-42, jul. 2016.

BEKTEMUR, G., MUZOGLU, N., ARICI, M., A., KARAASLAN, M., K. Cost analysis of medical device spare parts. **Pakistan Journal of Medical Sciences**, v. 34, p. 472-477, mar. 2018.

BRASIL. **Ministério da Saúde**. Empresa Brasileira De Serviços Hospitalares. Engenharia Clínica. Disponível em: <http://www.ebserh.gov.br/web/hu-ufjf/engenharia-clinica>. Acesso em: 18 nov 2020.

FAM, S. F.; LOH, S. L.; HASLINDA, M.; YANTO, H.; KHOO, L. M. S.; YONG, D. H. Y. Overall equipment efficiency (OEE) enhancement in manufacture of electronic components & boards industry through Total Productive Maintenance practices. **MATEC Web of Conferences**, v. 150, n. 05037, p. 1-5, fev. 2018.

IGONIN, V.; BONDARENKO, N. G.; BORISOVA, O. N.; AKHYADOV, E. S.; GARNIK, S. V.; MESCHKOV, P. Y. Medical Equipment Cost Assessment in the Conditions of Intensive Technological Changes. **International Journal of Engineering and Advanced Technology (IJEAT)**, v. 9, p. 5004-5009, out. 2019.

JAIN, A.; BHATTI, R. S.; SINGH, H. OEE enhancement in SMEs through mobile maintenance: a TPM concept. **International Journal of Quality & Reliability Management**. v. 32, n. 5, p. 503-516, fev. 2015.

LADANZA, E.; GONNELLI, V.; SATTA, F.; GHERARDELLI, M. Evidence-based medicalequipment management: a convenient implementation. **Medical & Biological Engineering & Computing**, v. 57, p. 2215-2230, ago. 2019.

MAHFOUD, H., BARKANY, A. E., BIYAALI, A. E., Medical maintenance performance monitoring: a roadmap to efficient improvement. **International Journal of Productivity and Quality Management**. n.1, v. 22, jul. 2017.

MARQUEZ, P. B.; BARROSO, C. C. A.; SILVA, A. M.; SILVA, T. K. M.; REIS, D. A.; CARAVELAS, D. T.; DALLORA, M. E. L V. Proposta de medidas de avaliação de desempenho para o Centro de Engenharia Clínica e Bioequipamentos do HCFMRP-USP. In: **SIMPÓSIO: Gestão em Organizações de Saúde**, capítulo VIII, 2014. Anais. Ribeirão Preto: USP, 2014. P. 65-76.

MOHSEN, Y. I. **Proposta de diretrizes para a implantação da manutenção produtiva total em um estabelecimento assistencial de saúde**. 2021. 149 p. Dissertação (Mestrado em Sistemas de Gestão) - LATEC, Universidade Federal Fluminense, Niterói.

MUDASSIR, A., TAUSEEF, E., KHAN, J., NOOR, I. MAHMOOD, M. Productivity enhancement in tobacco company through total productive maintenance. **First**

**International Conference on Industrial Engineering and Management Applications.** v. 1, p. 1-11, mar. 2017.

PINTO, G., SILVA, F. J. G., BAPTISTA, A., FERNANDES, N. O., CASAIS, R., CARVALHO, C. TPM implementation and maintenance strategic plan - a case study. **30th International Conference of Flexible Automation and Intelligent Manufacturing.** v. 51, p.1423-1430, jun. 2020.

PINTO, J. P. **Manual de TPM: Abordagem holística à manutenção dos equipamentos visando a perfeição.** 1ª ed. Cidade do Porto: CLT Valuebased Services Lda., 2017.

PRIMERO, D. F.; DIAZ, J. C.; GARCIA, L. F.; GONZÁLEZ-VARGAS, A. Manual para la gestión del mantenimiento correctivo de equipos biomédicos en la fundación Valle del Lili. **Revista Ingeniería Biomédica,** v. 9, n. 18, p. 81-87, jul. 2015.

RIBEIRO, H. TPM Collection. Volume 5. **O pilar da manutenção planejada.** Como maximizar a disponibilidade dos equipamentos. São Caetano do Sul: PDCA Editora, 2016.

RUIZ-CASTRO, J. E.; DAWABSHA, M. A discrete MMAP for analysing the behaviour of a multi-state complex dynamic system subject to multiple events. **Discrete Event Dynamic Systems,** v. 29, p. 1-29, dez. 2018.

SALEH, N.; SHARAWI, A. A.; ELWAHED, M. A.; PETTI, A.; PUPPATO, D.; BALESTRA, G.; Preventive maintenance prioritization index of medical equipment using quality function deployment. **IEEE Journal of Biomedical and Health Informatics,** v. 19, n. 3, mai. 2015.

SANTOS, F. T.; SOUZA, J. A. S. A influência da motivação no processo produtivo. **Revista Sodebras [on line].** v. 14, n. 165, p. 13-17, set. 2019.

SEZDI, M. Two different maintenance strategies in the hospital environment: preventive maintenance for older technology devices and predictive maintenance for newer high-tech devices. **Journal of Healthcare Engineering,** p. 1-16, 2016.

SINGH, R., GOHIL, A. M., SHAH, D. B., DESAI, S. Total Productive Maintenance (TPM) Implementation in a machine shop: a case study. **Chemical, Civil, and Mechanical Engineering Tracks of 3º Nirma University Intenational Conference on Engineering.** v. 51, p. 592-599, jan. 2013.

SHRIVASTAVA, R. I. GARDIA, R. K. Looking at TPM Beyuond mainteance - an indian case study resulting overall improvements. **Industrial Engineering Journal.** n. 7, v. 10, jul. 2017.

TAKAHASHI, Y.; OSADA, T. **TPM/MPT: manutenção produtiva total.** 7a ed. São Paulo: IMAM Editora e Comércio Ltda, 2016.

THAPA, R.; SALDANHA, S.; PRAKASH, R. Application of lean six-sigma approach to reduce biomedical equipments breakdown time and associated defects. **Journal of Evolution of Medical and Dental Sciences,** v. 7, n. 34, p. 3771-3779, ago. 2018.

VALA, S.; CHEMWENO, P.; PINTELON, L.; MUCHIRI, P. A risk-based maintenance approach for critical care medical devices: a case study application for a large hospital in a developing country. **International Journal of System Assurance Engineering and Management,** v 9, n. 5, p. 1217-1233, fev. 2018.

## VI. COPYRIGHT

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

## ERRATA

**Para:** Equipe Sodebras

A/C Sra. Zélia Araújo Pedran e Prof. Dr. Teófilo Miguel de Souza

**De:** Thaynã França e Maurício Gruzman

### Assuntos:

1. Correção da formatação da citação, para que o autor principal THAYNÃ FRANÇA seja citado como [França, T.](#) e MAURICIO GRUZMAN seja citado como [Gruzman, M.](#);
2. Fundamentado nos problemas recentes com a Publons no que concerne ao rastreamento do artigo publicado em setembro de 2019 (DOI: <https://doi.org/10.29367/issn.1809-3957.14.2019.165.39>), Volume 14 intitulado “STRUCTURAL CONTROL BY MEANS OF ELECTROMAGNETIC ACTUATORS”, solicitamos a retificação da formatação do título supracitado para “Structural control by means of electromagnetic actuators”;
3. Por fim, pedimos encarecidamente que as alterações previamente ressaltadas sejam incorporadas tanto ao sistema da revista Sodebras quanto ao banco de dados da mesma, para que a Publons (Web of Science) possa realizar de maneira bem sucedida o rastreamento do artigo em questão.

Srs. EDITORES, com máximo respeito, solicito a esta reconhecida Revista e seu representante formal, a realização das três modificações descritas anteriormente e para que tais correções e atualizações sejam publicadas na edição de novembro de 2021.

Rio de Janeiro, 7 de novembro de 2021



---

D.Sc. Thaynã França

cv: <http://lattes.cnpq.br/0843585991691118>

Pesquisador na Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro  
Rio de Janeiro / Brasil