



REVISTA ENGENHARIA DE INTERESSE SOCIAL

Ano 8, N-10, 2023

ISSN: 2525-6041



Endereço postal

Universidade do Estado de Minas Gerais - UEMG

Unidade João Monlevade
Avenida Brasília, 1.304
Bairro Baú - João Monlevade/MG - Brasil
CEP 35.930-314 – Fone: (31) 3859-3200

Contato Principal

Equipe – REIS

Universidade do Estado de Minas Gerais, Unidade João Monlevade
Telefone: (31) 98510-1759
E-mail: revista.engenhariasocial@uemg.br

Contato para Suporte Técnico

Revista Engenharia de Interesse Social

Telefone: (31) 98510-1759
E-mail: revista.engenhariasocial@uemg.br

Equipe Editorial

Editor Chefe

Robson Pereira de Lima, Universidade do Estado de Minas Gerais, João Monlevade, MG, Brasil

Conselho Editorial

Andreia Ribeiro Ayres, Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, Brasil

Arminda Eugenia Marques Campos, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Guaratinguetá, SP, Brasil

Geraldo de Souza Ferreira, Universidade Federal Fluminense, Niterói, Brasil

Alan Rodrigues Teixeira Machado, Universidade do Estado de Minas Gerais, João Monlevade, MG, Brasil

Lênin dos Santos Pires, Universidade Federal Fluminense, Niterói, RJ, Brasil

Marcus Alvarenga Soares, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina, MG, Brasil

Maurício César Delamaro, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Guaratinguetá, SP, Brasil

Editores Científicos

Sergio Luiz Gusmão Gimenes Romero, Universidade do Estado de Minas Gerais, João Monlevade, MG, Brasil

Rafael Otávio Fares Ferreira, Universidade do Estado de Minas Gerais, João Monlevade, MG, Brasil

Flávia Cristina Silveira Braga, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG, Brasil

Wagner Ragi Curi Filho, Universidade Federal de Ouro Preto, João Monlevade, MG, Brasil

Editor de Texto

Sergio Luiz Gusmão Gimenes Romero, Universidade do Estado de Minas Gerais, João Monlevade, MG, Brasil

Editor Convidado

Gleilson Pereira Marques, Universidade do Estado de Minas Gerais, Passos, MG, Brasil

Assessores de Editoração

Renata Janaína do Carmo, Universidade do Estado de Minas Gerais, João Monlevade, MG, Brasil

Júlia Granja Figueiredo Pereira, Universidade do Estado de Minas Gerais, João Monlevade, MG, Brasil

Fernanda Emily Silva, Universidade do Estado de Minas Gerais, João Monlevade, MG, Brasil

Vitória de Souza Leite, Universidade do Estado de Minas Gerais, João Monlevade, MG, Brasil

Comitê de Avaliadores

Adilson Assis Cruz Junior, Rede de Ensino DOCTUN, unidade de João Monlevade, MG, Brasil

Ana Paula Sena Gomide, Universidade do Estado de Minas Gerais, MG, Brasil

André Luís Vieira Elói, Universidade do Estado de Minas Gerais, MG, Brasil

Afonso de Paula dos Santos, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, Brasil

Agostinho Ferreira, Universidade do Estado de Minas Gerais, João Monlevade, MG, Brasil

Alan Rodrigues Teixeira Machado, Universidade do Estado de Minas Gerais, João Monlevade, MG, Brasil

Alexandre de Barros Teixeira, Universidade Federal de Minas Gerais, MG, Brasil

Alexsander Saves dos Santos, Universidade Brasil, Brasil

Aline Ferreira Antunes, Universidade Federal de Goiás, GO, Brasil

Ana Maria Moreira Batista, Universidade do Estado de Minas Gerais, MG, Brasil

Andrea Patrícia Vargas Niño, Universidad de Cundinamarca, Colômbia

Andreia Ribeiro Ayres, Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, Brasil

Breno Eustáquio da Silva, Universidade do Estado de Minas Gerais, João Monlevade, MG, Brasil

Coralie Heinis Dias, Universidade do Estado de Minas Gerais, João Monlevade, MG, Brasil, Brasil

Daniela Maria Rocco Carneiro, Universidade do Estado de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG, Brasil, Brasil

Daniele Cristina Gonçalves, Universidade do Estado de Minas Gerais, João Monlevade, MG, Brasil, Brasil

Evaneide Nascimento Lima, Universidade do Estado de Minas Gerais, João Monlevade, MG, Brasil

Fernanda Tátia Cruz, Universidade Federal de Ouro Preto Gerais, João Monlevade, MG, Brasil

Fernando Melo da Silva, Universidade do Estado de Minas Gerais, Frutal, MG, Brasil

Flávia Cristina Silveira Braga, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG, Brasil

Gabriela Braga Fonseca, Universidade Federal de Ouro Preto, MG, Brasil

Gleicia Miranda Paulino, Universidade do Estado de Minas Gerais, João Monlevade, MG, Brasil

Gracielle Antunes Araújo, Universidade do Estado de Minas Gerais, João Monlevade, MG, Brasil

Hilton César de Oliveira, Universidade do Estado de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG, Brasil

Hugo Marlon da Silva Nascimento, Rede de Ensino DOCTUM, unidade de João Monlevade, MG, Brasil

Hygor Aristides Victor Rossini, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG, Brasil

Icaro Trindade Carvalho, Rede Doctum de Ensino, unidade de João Monlevade, MG, Brasil

Jônatas Franco Campos da Mata, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, MG, Brasil

José Alves Ferreira Neto, Universidade do Estado de Minas Gerais, João Monlevade, MG, Brasil

Juscelina Rosiane Ferreira, Universidade do Estado de Minas Gerais, João Monlevade, MG, Brasil

Jussara Aparecida de Oliveira Cotta, Universidade do Estado de Minas Gerais, João Monlevade, MG, Brasil

Kátia Andréa Carvalhaes Pêgo, Universidade do Estado de Minas Gerais, Brasil

Kelly Cristina Ferreira, Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais, MG, Brasil

Ladir Antonio Silva Junior, Universidade do Estado de Minas Gerais, João Monlevade, MG, Brasil

Laura de Souza Cota Carvalho Silva Pinto, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG, Brasil

Lucília Alves Linhares Machado, Universidade Federal de Ouro Preto - Campus João Monlevade, Brasil

Luiza Bedê, Centro Universitário Municipal de Franca, Brasil

Maísa Comar Pinhotti Aguiar, Universidade do Estado de Minas Gerais, João Monlevade, MG, Brasil

Marcelo Silva Pinto, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG, Brasil

Marcus Alvarenga Soares, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina, MG, Brasil

Maria de Lourdes de Almeida Silva, Universidade de Brasília, Brasília, Brasil

Maurício César Delamaro, UNESP, Guaratinguetá, SP, Brasil

Michel Fábio Moreira, Universidade do Estado de Minas Gerais, João Monlevade, MG, Brasil

Naiara Tavares da Silva, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, Brasil

Paulo Zaeyen de Oliveira e Silva, Centro Universitário de Belo Horizonte - UniBH, Brasil

Rafael Otávio Fares Ferreira, Universidade do Estado de Minas Gerais, João Monlevade, MG, Brasil

Rafael Vital Januzzi, Instituto Ensinar Brasil, MG, Brasil

Renata dos Santos, Universidade Federal de Itajubá, Itabira, MG, Brasil

Rita de Cássia Mendes, Universidade do Estado de Minas Gerais, João Monlevade, MG, Brasil

Robert Delano de Souza Correa, Universidade do Estado de Minas Gerais, Frutal, MG, Brasil

Robson Pereira de Lima, Universidade do Estado de Minas Gerais, João Monlevade, MG, Brasil

Rudinei Martins de Oliveira, Universidade do Estado de Minas Gerais, João Monlevade, MG, Brasil

Sergio Luiz Gusmão Gímenes Romero, Universidade Do Estado de Minas Gerais, João Monlevade, MG, Brasil

Shisley Ramos Barcelos, Universidade do Estado de Minas Gerais, João Monlevade, MG, Brasil

Sergio Melo da Silva, Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, MG, Brasil

Sofia Luiza Brito, Universidade do Estado de Minas Gerais, Ubá, MG, Brasil

Tadeu Henrique de Lima, Universidade do Estado de Minas Gerais, João Monlevade, MG, Brasil

Tamara Daiane Souza, Universidade Federal de Ouro Preto, MG, Brasil

Telma Ellen Drumond Ferreira, Universidade do Estado de Minas Gerais, João Monlevade, MG, Brasil

Wagner Ragi Curi Filho, Universidade Federal de Ouro Preto, Brasil

SUMÁRIO

Editorial

| | |
|---|-----|
| Para que serve a Inteligência Artificial? | vii |
|---|-----|

Artigos

| | |
|--|-----|
| Initial strategy of an assistive technology for rehabilitation and monitoring of elderly patients | 26 |
| Um relato das ações desenvolvidas no Projeto de Cooperação para desenvolvimento de modelo de governança aplicado a redes de políticas públicas de promoção da igualdade racial – cooperação SEPPIR/UFSC..... | 45 |
| Manifestações patológicas em revestimentos cerâmicos nas fachadas de edifícios da cidade de Itabira/MG | 72 |
| Relevantes métodos que conservam o suco de laranja e seus engajamentos na qualidade de vida | 87 |
| Análise da redução da distância média de transporte (DMT) de uma mina de calcário no Centro Oeste de Minas Gerais | 100 |



Editorial

Para que serve a Inteligência Artificial?

Aqueles que nasceram entre meados da década de 1970 e meados da década de 1980, possivelmente assistiram na infância e juventude o desenho animado “Os Jetsons” ou o filme “O homem bicentenário”. O primeiro trata de um mundo que, à época, se mostrava futurista, inimaginável para alguns. O segundo trata de um robô humano que faz escolhas difíceis ao longo da sua trajetória dentre elas, escolher morrer ou viver.

Diante desses dois exemplos e inúmeros outros que poderiam ser citados, percebe-se que a tecnologia e tudo aquilo que ela traz consigo sempre esteve no interesse humano. Se o fogo revolucionou a Era Paleolítica, a tecnologia atual que nos encanta é a Inteligência Artificial (IA), pois embora seja datada dos anos 1950, no ano de 2023, ela parece trazer à tona um receio que em outros tempos, parecia ficção: seremos nós dizimados e/ou substituídos pela máquina. O livro *Eu, Robô* (que posteriormente foi adaptado para o cinema) de Isaac Asimov, publicado em 1950, previu que os robôs poderiam dominar os seres humanos. Quando interagimos com o ChatGPT¹, parece que a imaginação do autor pode se transformar em realidade. Sem dúvidas, o ChatGPT da empresa OpenAI² é a maior representação dessa possibilidade (ou não? Fica a dúvida). Fato é que se pode conversar com o ChatGPT sobre quaisquer temas e ele sempre possui uma resposta, embora não necessariamente correta. Usar o verbo conversar já parece estranho quando se fala em um ser humano e uma máquina, mas é o que se pode fazer com tecnologias do tipo Chat.

Com tanto poder e capacidade em jogo, o uso da IA suscita o debate de uma ciência para bem ou para o mal, tema recorrentemente explorado em filmes, livros e outras formas de manifestação artística. Na engenharia também se pergunta: para quê e para quem serve a engenharia atual? Para que e para quem serve a tecnologia? Sabe-se que as tecnologias não são neutras e, portanto, tampouco a IA possui neutralidade. Assim, qualquer tecnologia possui interesses que, na maioria das vezes, sequer são conhecidos, mas ao menos, podem ser imaginados.

O uso da Inteligência Artificial é o assunto tecnológico do momento. Nesse sentido, este número da Revista traz o trabalho **“Initial strategy of an assistive technology for rehabilitation and monitoring of elderly patients”** que debate como a tecnologia da informação e a própria IA podem contribuir no âmbito do desenvolvimento de artefatos na área da saúde.

Todavia, é importante salientar que o mundo e o Brasil possuem problemas ainda muito mais enraizados na nossa sociedade que estão longe de serem resolvidas pela IA. Vide por exemplo a dificuldade de superarmos o racismo. São diversos os casos espalhados pelo país e pelo mundo. Felizmente, também existem algumas políticas

¹ChatGPT - Chat Generative Pre-Trained Transformer.

²OpenAI – Laboratório de Inteligência Artificial americano desenvolvedor do ChatGPT.

públicas que vem tentando, não só superar o racismo, como contribuir para a reparação histórica da exclusão da população negra ao acesso às oportunidades de ingresso em instituições públicas de educação superior. Uma dessas políticas públicas está expressa na Lei de Cotas, Lei 12711/2012, que completou 10 anos em agosto de 2022. O trabalho **“Um relato das ações desenvolvidas no Projeto de Cooperação para desenvolvimento de modelo de governança aplicado a redes de políticas públicas de promoção da igualdade racial – cooperação SEPPIR/UFSC”** apresenta um debate as políticas de igualdade racial podem ser geridas. Certamente, a IA pode ajudar a tratar os dados dessas políticas, mas se questiona: será que essa é uma preocupação dos desenvolvedores de tecnologias como o ChatGPT contribuir com políticas dessa natureza?

Embora atualmente quando se trata de tecnologia, faz-se uma associação direta com a tecnologia da informação (TI), o termo tecnologia pode ser conceituado a partir de várias perspectivas, sendo uma delas a ideia de organizar conhecimentos e métodos para se produzir um serviço ou produto. Nesse sentido, há ainda muita demanda por tecnologias que sejam soluções participativas que agridam menos (ou não agridam) a natureza ou resolvam problemas que parecem, não serem o objeto da IA tais como a fome ou o racismo.

Os textos **“Manifestações patológicas em revestimentos cerâmicos nas fachadas de edifícios da cidade de Itabira/MG”** e **“Relevantes métodos que conservam o suco de laranja e seus engajamentos na qualidade de vida”** apresentam debates sobre tecnologias que, aparentemente, estão longe do debate moderno da IA. Todavia parece chave, diante dos problemas relacionados à escassez de recursos naturais e da fome, que se desenvolvam tecnologias para problemas relacionados à construção civil e alimentação. Faz-se novamente a pergunta, a IA pode ajudar a resolver esses problemas? Possivelmente sim, mas ratifica-se o questionamento: tem contribuído com a solução de problemas genuinamente importantes tais como a fome ou o racismo?

Por fim, este número da Revista Engenharia de Interesse Social traz o artigo **“Análise da redução da distância média de transporte (DMT) de uma mina de calcário no Centro Oeste de Minas Gerais”** que apresenta análise de como diminuir os deslocamos em uma mina de calcário. Outro problema que a IA pode ajudar, e talvez esse ela esteja tentando. A pergunta é: por quê?

A resposta é complexa e, factualmente, não se esgota nesse editorial ou nessa revista. Mas responder para quê e para quem serve a IA assim como qualquer tecnologia, parece ser essencial para que a humanidade não sucumba para suas próprias criações.

Por uma tecnologia social, participativa e inclusiva!!! Por uma Inteligência Artificial Social!!

Wagner Ragi Curi Filho



Initial strategy of an assistive technology for rehabilitation and monitoring of elderly patients

Bernardo Ternus de Abreu¹

Francisco Matheus Pereira de Castro²

Ayame Gamarra Rodrigues da Rosa³

Pietro Goulart Dal Pizzol⁴

ABSTRACT

This article presents an initial assistive technology strategy for the rehabilitation and monitoring of elderly patients, focused on lower limb muscle recovery, from a condition of low gait stability to recovery without the use of crutches. The project is in progress, and its first module, the recovery one, measures the flexion and extension of the lower limbs in degrees and sends the data to a database for analysis by the physiotherapist. The second module consists of the design of support for a telephone integrated to the crutch, to facilitate the integration with existing applications, also containing an embedded system for integration with the first module. When the patient is already on crutches, the cell phone and an embedded system coupled to the patient are used, which send signals in case the patient falls. The results are still partial and from isolated parts of the project, so that, after the completion of the modules, it will be possible to integrate and quantitatively analyze the results. The voltage source showed a current output that was maintained despite the load and without a voltage drop. The movement monitoring system through the camera recognized the knee flexion movement. The initial architecture of the system managed to include a system involving computer graphics, and screens that concern the human-computer interface. The crutch and the telephone support underwent usability tests that proved basic mechanical resistance to not present elementary difficulties in sustaining a person and a cellular device.

Keywords: Rehabilitation. Assistive Technology. Crutch. Gait.

¹Graduando em Engenharia Biomédica pela Universidade do Vale do Rio dos Sinos – UNISINOS. Também é Graduado e Mestre em História pela UNISINOS, Brasil. E-mail: bernardoternus@gmail.com.

²Graduando em Engenharia Biomédica pela Universidade do Vale do Rio dos Sinos – UNISINOS, Brasil. E-mail: franciscomatheuscastro@gmail.com.

³Graduada em Engenharia Biomédica pela Universidade do Vale do Rio dos Sinos – UNISINOS, Brasil. E-mail: ayamegamarra@gmail.com.

⁴Graduando em Engenharia Biomédica pela Universidade do Vale do Rio dos Sinos – UNISINOS, Brasil. E-mail: pietrodpizzol@gmail.com.

Estratégia inicial de uma tecnologia assistiva para reabilitação e acompanhamento de pacientes idosos

RESUMO

Este artigo apresenta uma estratégia de tecnologia assistiva para reabilitação e acompanhamento de pacientes idosos para impedir a sua queda e fratura. O foco consiste na recuperação muscular dos membros inferiores, desde uma condição de baixa estabilidade da marcha até o abandono das muletas. O primeiro módulo (módulo de recuperação) realiza a medição em graus da flexão e extensão de membros inferiores e envia os dados para um banco de dados para análise pelo fisioterapeuta. O segundo módulo consiste no projeto de um suporte para telefone integrado à muleta, para facilitar a integração com aplicativos existentes, contendo um sistema embarcado para integração com o primeiro módulo. Quando o paciente já está de muleta, são utilizados o celular e um sistema embarcado acoplado ao paciente que enviam dados em caso de queda. Os resultados são parciais e de partes isoladas do projeto e anteriores à fase de integração dos sistemas. A fonte de tensão apresentou saída de corrente adequada, o sistema de acompanhamento de movimentos através da câmera reconheceu corretamente movimentos de flexão de joelho. A arquitetura inicial do sistema incluiu o sistema envolvendo computação gráfica e as telas que dizem respeito à interface humano-computador. A muleta e o suporte para telefone passaram por testes de usabilidade que comprovaram resistência mecânica básica para suportarem o peso de uma pessoa.

Palavras-chave: Reabilitação. Tecnologia Assistiva. Muleta. Marcha.

Artigo recebido em: 19/01/2023

Aceito em: 20/03/2023

1. INTRODUCTION

Human gait is the main system of locomotion, having been conserved evolutionarily and holding wide functions. Walking provides humans with the autonomy of locomotion and freedom of access to environments that would otherwise be difficult. The gait process consists of a set of mechanisms that result from a complex interaction of muscle forces, joint movements, and neural motor commands, thus forming a displacement pattern that is observed in walking and running. The human walking process is very important in everyday life, as in addition to promoting practicality and the possibility of escaping from danger, it allows the individual to collect objects and look for what is necessary for him, as well as to have access, by himself, to food, to work, to leisure, to social interaction. Over time, the natural gait process can be compromised by several factors, leading to an attenuation of quality of life levels. The deterioration of human gait can occur due to several circumstances, such as brain injuries, decreased motor coordination, interruption of nerve conduction, muscle inefficiency due to myopathy, limitation or blockage of joints due to arthropathies or arthrosis, or, simply, after severe trauma. In cases of gait difficulty, several technologies are used to provide support to individuals. Through the Brazilian Censo of 2010, it was found that about 24% of the Brazilian population claims to have some degree of disability in at least one of the skills investigated (seeing, hearing, walking, or climbing stairs) (CENSO - BRASIL, 2010). In Rio Grande do Sul, around 2,549,691 people fall into this group. The significant nature of the numbers highlights the need to develop strategies to improve the living conditions of individuals included in this section.

As a current debate in an increasingly globalized world, technologies for human mobility have been considered in the design of cities and urban environments, considering universal design. The advent of portable technologies, such as smartphones, has been included in projects aimed at improving the day-to-day lives of population profiles. The purpose of technologies, in addition to allowing communication, education, and comfort, also lies in the social inclusion of individuals who, for some reason, have some mobility difficulties. Debates around ableism seek to show that people with disabilities and special needs are not inferior, with society itself responsible for producing discourses of inferiority, which are more in the symbolic sphere than in reality itself, since individuals in general have autonomy in most cases. Bill No. 8213/9 regulates quotas, and together with Law No. 13146 of July 6, 2015, are legal instruments for the inclusion of people with disabilities. In this second law, the Statute of Persons with Disabilities, individual autonomy, accessibility, and

freedom are described and assumed as a State commitment. Being legitimized by this, the provision of accessibility for people with disabilities, as well as the provision of access ramps, elevators, and other technologies become necessary to guarantee the execution of laws. The present project looks to improve the capability of a patient to walk, considering that elderly people can have some musculoskeletal damage resulting from aging, exercise wear, sedentary lifestyle, and other factors that can lead to impairment of structures for human gait. The first part of the project consists of the Rehabilitation Stage, and the second part is composed of the Locomotion and Communicability Stage.

In the first stage, we developed a precise instrument to determine the angular progress of flexion and/or extension of the knee, considering that after certain surgeries, there is a reduction of angular flexion capability. The proposal is to provide the physiotherapist with a quantitative instrument to verify the patient's progress during the physiotherapy sessions. In the system, data is sent to a database. The second part is composed of a Canadian crutch improved in terms of design with support to a cellphone and a software integration of an embedded system with the crutch and the cellphone.

The objective of the work is to support a person who may have a tendency to fall and, through technology, not allow the person to fall and have fractures, which can be more critical in older patients. Ultimately, do not let patients with limited muscular capacity fall due to lack of support, which is a tendency with advancing age and which can be fatal. The work, however, is at an initial level and consists of gathering knowledge for a first strategy. The goal in terms of technology is to provide the patient help with video and audio call support when he is alone and wants to move around with crutches, considering his locomotion difficulties. In this sense, while the first stage serves to improve the patient's physiological condition during the physical treatment, the second stage consists of using technology so that the patient has more instruments too, being alone at home or in another environment where he has access to the internet, being able to move around more safely and if it happens to the patient during the movement exercise, the system will also notify a person. Currently, some applications help visually impaired people to orient themselves through calls in which a volunteer serves as a guide for the person through the cell phone camera.⁵

⁵Be My Eyes is an example of an application in this sense. In this article, we discuss some limits of Be My Eyes presented in a review article from 2022, and we try to propose our own technology using the camera and audio call feature, as well as other phone features, that could be an alternative. However, we also present the feasibility of using Be My Eyes for patients, as a valid strategy within the Locomotion and Communicability

The development of assistive technologies along with inclusion programs is important for the pursuit of social equity since individuals who are helped by assistive technologies can have better living conditions and social inclusion.⁶ Social reparation is a responsibility of society itself, which is responsible for the development of increasingly improved technologies so that people can live with more dignity.⁷

In terms of a literature review, some studies have been developed with assistive technologies for gait and lower limbs in recent years. The review search was carried out on the Google Scholar portal based on the terms "assistive technology", "gait", "rehabilitation". According to Frank Miskelly (2001), assistive technologies for the care of elderly people in institutions and at home involves video-monitoring, remote health monitoring, electronic sensors and equipment such as fall detectors, door monitors, bed alerts, pressure mats, smoke, and heat alarms (MISKELLY, 2001).

Iancu and B. Iancu (2020) reviewed the development of mobile assistive technologies for elderly people. They mentioned the following article: Wilinon and Gandhi (2015), which analyzed 50 scientific articles. They defined what they called the four most important user-centered principles in technology design: i) user experience as a sum composed of user

nucleus of this article, which can contribute to the Rehabilitation stage, since part of the rehabilitation of an elderly patient takes place when he is alone, from discipline to treatment. In this sense, the cell phone and the applications can be an instrument for welcoming the elderly and for social inclusion in a network. Technology should serve to boost this individual's quality of life, but, on the other hand, it cannot be considered the only relevant factor, since pathological conditions are complex and involve multidisciplinary teams, and also concern the social context, professional and deeper family in which the individual is inserted. The software technologies used in the article are documented in a repository on github and are open-source so that the developer community has access and can propose improvements to the codes, as well as make free use for other research and projects.

⁶According to Hernigou (2014), the first crutches date back five thousand years, being initially made of simpler materials, such as tree branches, which gradually became more sophisticated. With the change of materials, they maintained their profile of one bar or two bars in parallel. In the most recent era, of software, little by little electronic crutches or with embedded technologies emerged. The specific term to describe the electronic technology intended to be included in a double or single bar crutch in this article is called "assistive technology". It is considered relevant to define the term. It comes from the English Assistive Technology (AT), and was created in 1988 to present different terminologies as synonyms, such as "Assistive Technologies", "Adaptive Technologies" and "Adaptations" (SARTORETTO; BERSCH, 2014). Assistive technologies contribute to the inclusion of people with disabilities by making them independent by expanding their functional abilities. The definition of assistive technology in Brazil encompasses products, resources, methodologies, strategies, practices and services that aim to promote functionality, related to the activity and participation of people with disabilities, disabilities or reduced mobility, in favor of their autonomy, independence, quality of life and inclusion (CAT-BRASIL, 2009, p. 9).

⁷Assistive technologies usually are built by people who are next the reality of the person with a specific disability, without the participation of the beneficiaries in a significant way, which ends up leading to equipment that does not suit the needs or interests of the users themselves. In this article, we present a project that started from discussions with a group of undergraduate students. However, although the presented project is quite interesting and has a certain social value, it was not built from the beginning with the participation of a potential end user. This is, therefore, a gap in the investigation. However, an effort will be made to present positive points that reinforce the value of the project in constructive terms within the scope of the techniques used.

perception (the user's ideas on how interaction with the device is likely to occur based on the product design), user engagement (physical interaction, social interaction and activities in terms of entertainment and leisure) and user acceptability (understanding the user's physical and psychological needs and design accordingly). ii) second principle stresses the need for physical (enhancing the abilities to perform daily tasks), emotional (well-designed mobility aids can increase the feeling of safety and can increase personal independence), and cognitive (providing support for decision-making and activity reminders) support and guidance. iii) the third principle emphasizes the economic aspects: intrinsic cost (designing assistive technology for a more extensive market can help in reducing the economic barriers associated with it) and extrinsic cost (the existence of assistive technology can reduce institutional and in-home healthcare costs). iv) the social aspects refer to social connection and interaction (assistive technology can be designed to increase the social connectivity functions and to encourage physical and virtual interaction) and personal identity (a proper assistive technology design can help in re-establishing a sense of normality and comfort) (Wilkinson and Gandhi 2015).

Kittipanya-Ngam e How-Lung Eng (2009) presented a revision of tele-physiotherapy that allow patients and medical experts to carry on their sessions through telecommunication networks. Computer vision technologies can be useful in the monitoring process of the system because of the quality assessments of physiotherapy exercises. Their study shows that computer vision has some potential in enhancing and improving the telephysiotherapy system but the study of some considerations is needed before implementation. They presented a Procedure for Camera Calibration considering the Euclidean transformation between the real world and the image space for the video recorded by a pinhole camera.

Rosique Contreras, Losilla and Navarro (2021) used artificial vision to measure the joint range of motion with ROMCam, an alternative system for measuring based on estimating the human pose in 2D. The authors used artificial vision libraries and an RGB webcam-type camera. The results obtained corroborate the validity of the use of ROMCam as a low-cost, accessible tool that can even be used as a resource in telerehabilitation treatments. Contreras considered that human posture evaluation is done usually with Recurrent Neural Networks (RNNs) or Convolutional Neuronal Networks (CNNs). An alternative of low cost and high accessibility is ROMCam for the measurement of ROM. ROMCam is an application of artificial vision based on the detection of human 2D posture. It uses a library called OpenPose 2D, which used CNNs.

Hussain et al (2015) created a smart surveillance system using thing speak and Raspberry Pi. The system with Raspberry Pi worked in standalone mode without the necessity of a PC. The authors explained the characteristics of the Raspberry Pi, which is based on a system-on-a-chip (SoC) or Broadcom BCM2835 microcontroller, which includes an ARM processor. The Raspberry Pi uses an ARM processor, which can have better parallel processing capacity compared to x86 processors and with lower consumption. The IDE used was Thonny to Python 3. Thonny was chosen because it is a simple IDE to code.

2. METHODOLOGY

The research protocol used was to mechanically develop the support, in accordance with mechanical engineering techniques, and to develop the software in accordance with good computer engineering practices, with clean code and as simple as possible. Electronic engineering knowledge regarding embedded systems was also employed, as well as the scientific methodology that is common to different types of investigations. Throughout development, the most relevant target audience for what was being developed appeared: the elderly with limited mobility. This happened after we were developing the computer vision algorithm for motion recognition.

The first stage (rehabilitation) involved work integrated with a physiotherapist, to evaluate the musculoskeletal recovery through exercises, considering factors that can have reduced the autonomy of the patient. The second part of the project involves technology to allow the patient to move inside the house with more technological support, using a camera and call function, by open apps available as Be My Eyes⁸ or same using the Python codes

⁸One of the biggest challenges for people who are blind or have low vision is the potential obstacles when walking down the street. Currently, there are luminous canes for people with low vision to be able to avoid obstacles more easily in low lighting contexts. There are also canes that emit sound signals when they encounter obstacles. Both in situations of obstacles and lighting, cell phones can help. Phone support can be used seamlessly with the Be My Eyes App. This application, aimed at the blind, can be downloaded by anyone from the Apple Store. On Be My Eyes, the visually impaired user can call a person and ask that person about a situation faced by the visually impaired. An example situation happens when the user would like to configure his television, to know if it is turned on, to know if it is on HDMI-1 or HDMI-2. With Be My Eyes and other applications, the cell phone can be a form of intermediary for the person with motor or visual impairment with other people with a view to helping each other to carry out a certain action. Assistive technologies to aid blind people in Brazil were reviewed by Cunha and Santos (2022), but they focused on reading technologies. As the prototype involves audio and image, it is not in the scope of this revision. Avila, Wolf, Brock and Henze (2016) proposed an study of efficacy involving thirty blind and sighted users of the Be My Eyes App. The App proved to be strong in helping with reading texts, and was also well rated on a scale of 1 to 5 for finding objects and providing assistance. For route guidance (wayfinding) the application was evaluated negatively. Be My Eyes was found not to be useful when your hands are full. At this point of improvement, the fact that there is a coupling next to the crutch, with the possibility of rotation, can help, and the cell phone can be removed from the support when necessary. Even so proposed in this article could hinder the usability of the application. In

available and integrated to the microcontroller to allow automation of the patient in situations that he would like to start the system. The research is experimental and does not propose a commercial product. The algorithms are open for developers to improve and criticize them.

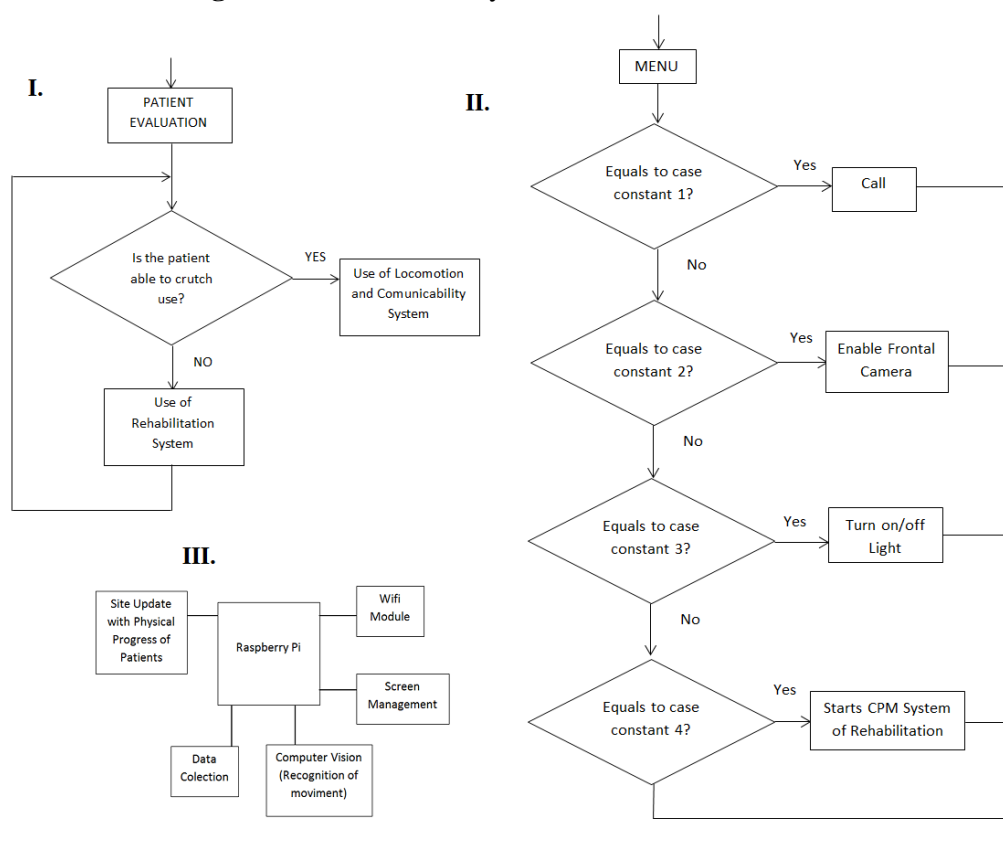
Baseline data for crutch support configuration from actual crutch models were obtained by reviewing commercial crutch standards. The phone support had its three-dimensional geometric modeling in CAD software, followed by its 3D printing and physical tests of resistance to loads with the designers. The software, developed in Python, simulates the functionalities of the Be My Eyes App, composed of two main functions, which are: the function of calling and communicating with a volunteer in addition to the function of using the cell phone camera. For this, the elderly or blind user must have a cell phone that can make calls and with a camera in perfect working order. On the other hand, the person cannot have a hearing impairment. With the commercial application, blind people can be helped by volunteers to "be their eyes" and guide them through words. With this, the volunteer can both provide information about what is visible on the camera, such as a number or visual data and can guide a path, in the case of locomotion inside a house or outside, as long as there is internet communication. This assistive technology for the inclusion of visually impaired people and elderly people with limited mobility allows for better social inclusion of these individuals through interaction with other people who can help them.

The first step of the code assumes that if the patient can use the crutch, the locomotion and communicability system is activated. If not, he uses the rehabilitation system. The first module (recovery module) measures the flexion and extension of the lower limbs in degrees and sends the data to a database for analysis by the physiotherapist. The second module consists of the design of a support for a telephone integrated to the crutch, to facilitate the integration with existing applications, containing an embedded system for integration with

terms of usability, the fact that the cell phone is attached to the support at a certain defined height could hinder the user in handling the application's commands. As the interview with Be My Eyes users presents the perception of end users, it is possible to have an opinion from the user's side. The authors' study was not very conclusive. The authors pointed out that: "potential areas of improvement are being able to specify the type of help needed and providing training for assistants. Limited network connectivity was a serious problem. This issue is not in the hands of mobile application developers and not specific for Be My Eyes. Such problems should be kept in mind when trying to transfer results from highly controlled lab studies to the real world" (AVILA; WOLF; BROCK; HENZE, 2016, p. 2). Considering the problem of using Be My Eyes in the night, we tried to find information about Python for Android codes to turn on the LED on cellphone. The section Software to turn on the cellphone LED is shown for this reason. The purpose of this article is to present some elements to help an elderly person with low mobility and low vision to be able to move around with greater security and information using their cell phone through the Be My Eyes application adapted for this user profile. What are the characteristics of this user? What are your pains? I) Low vision; II) Low walking ability and use of crutches; III) Usability challenges: a significant portion of the elderly do not know how to deal with technologies; IV) Need for physiotherapy to maintain movement capacity and/or rehabilitation.

the first module. When the patient is already on crutches, the cell phone and an embedded system coupled to the patient are used to send data in the event of a fall. The second step of the code allows the selection and configuration of the system by a set of four options. The third step involves the embedded system in the patient and sending data. Figure 1 shows the three divisions of the code.

Figure 1: Flowchart of system evaluation and control



Source: The authors, 2023.

Axys I – Rehabilitation

Continuous Passive Motion (CPM) is used in rehabilitation after trauma or joint surgery, and its application can generate positive results in limb rehabilitation. This stage of the project aims to create a computational image analysis device that works simultaneously with the CPM to perform a more effective data collection and assist in the patient's rehabilitation. From this, we can evidence a data-driven rehabilitation and not only based on the professional's perception. The information can be integrated and provide a history of the patient. In older individuals, knee joint problems are recurrent. This joint operates on the hinge model in terms of movement and represents one of the largest and most complex joints

in the human body, being under one of the highest stress loads at basal levels. When individuals need to stay in bed and undergo physiotherapy, physiotherapy is done manually by professionals or through some equipment such as the CPM (Continuous Passive Motion Apparatus) that allows programming the extension and flexion angles between -10° and 120° , which can be adjusted between these angles according to the needs of each patient. In this axis of the project, we propose an improvement of the equipment using image processing and computer vision to better manage the patient's recovery, generating a database in which the physiotherapist can have resources for the treatment.

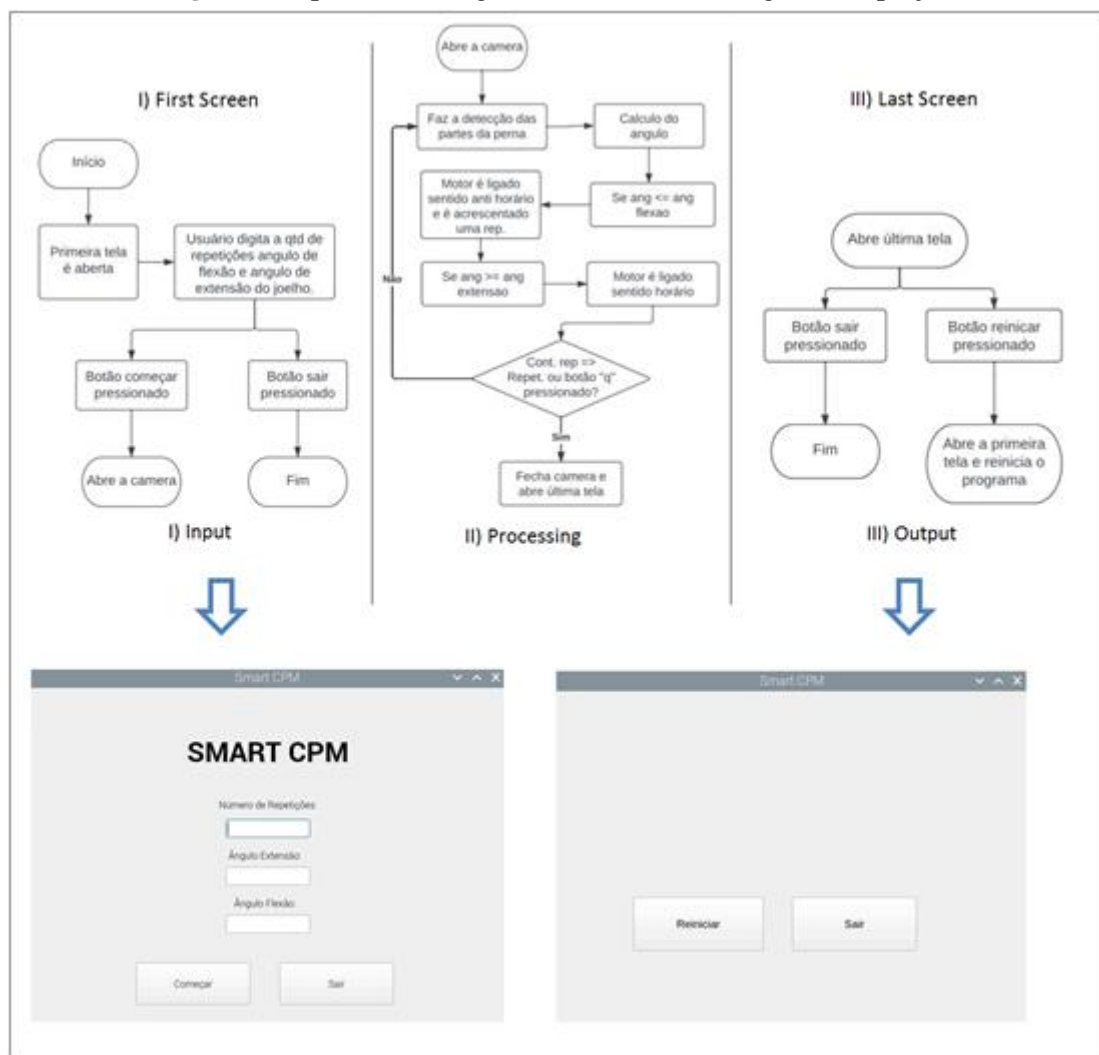
This stage involves a power supply of 24VDC, a microcontroller RaspBerry Pi 4, a webcam, an H-Bridge BTS7960, a motor of car windshield motor, and a mechanical basis to the Continuous Passive Motion (CPM). The mechanical base of the CPM was developed by engineers of the Mechanical Engineering Department and made available by Dr. Walter Fontana (Unisinos). COM basis consists of a metallic base, a rail under which the engine slides, screws, and an acrylic base, it served to flexion and extend the leg passively, that is, the engine was turned on and off with mechanical control and two limit switches. Figure 2 shows the physical structure of the CPM.

Figure 2: Continuous Passive Motion (CPM) representation



Source: The authors, 2023.

This project of Computer Vision was developed with the framework MediaPipe, which was created by Google. MediaPipe allows an introduction to fundamental problems of artificial intelligence. Used also OpenCV, PySide2, and Numpy Libraries, which are available to image analysis and object detection, facial recognition, and other functions. RaspBerry Pi is very used in applications of object detection. The CPM control was developed using three stages: 1) Input; 2) Processing; 3) Output. Figure 3 shows the operational process of each stage.

Figure 3: Operational stages of rehabilitation stage of the project

Source: The authors, 2023.

The first part of the code can be found at: <https://github.com/beternus/assistivetechology/blob/main/tela1.py>. The first and last screens were created using QT Designer to create a GUI screen. The program generates the code for the user by the design of the screen. Screen three code is available in a GitHub repository: <https://github.com/beternus/assistivetechology/blob/main/tela3.py>. The main part of the code involves the use of several libraries, defining some points in the screen, and calculating the angle of flexion/extension. The project is able here: <https://github.com/beternus/assistivetechology/blob/main/interface.py>. The code involves certain aspects of algebra, as can be seen in the attachments.

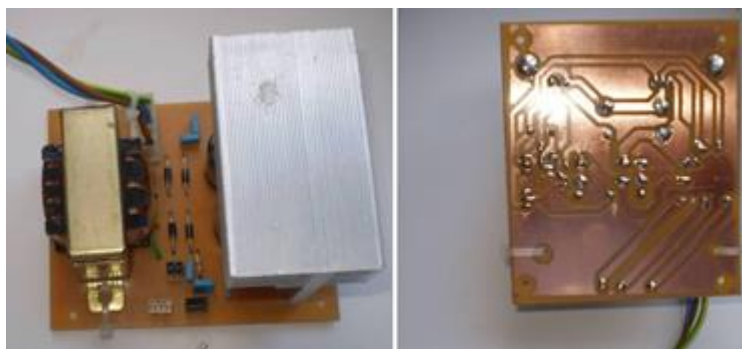
The engineers of the project developed a power supply to connect the bivolt alternating current from 110 or 220 VAC network to provide continuous current to the

electronic modules of the circuit. The voltage source is made by the represented transformer, which converts the higher alternating voltage of the network to a lower value using the ratio of metallic turns. Next, there is a bridge of four rectifier diodes capable of transforming alternating current into direct current (4 x 1N4007). A filtering capacitor, placed in parallel with the rectifying diode bridge output, is responsible for filtering and attenuating the output signal, leaving it closer to a continuous signal due to the capacitor discharge time in the change of half-cycles. Finally, a voltage regulator, either with a zener diode or an integrated circuit, is responsible for setting the voltage at the working value of interest. The mains is protected by a fuse at the input in case the rehabilitation circuit is short-circuited. The choice of a voltage source with a diode bridge refers to its low cost character for powering the prototype. The choice of the Raspberry Pi microcontroller was due to the fact that it has a higher resolution than the simplest microcontrollers.

3. RESULTS AND DISCUSSION

The results of the power supply, measured with a multimeter and oscilloscope, indicated its correct operation (Figure 4).

Figure 4: Power supply of the rehabilitation project








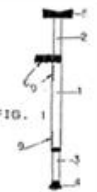
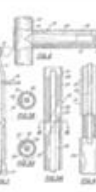


Source: The authors, 2023.

Research results in the Brazilian scenario for different types of crutches were compiled as follows. The orthosis design was divided into two categories. The first of these consisted of the category of Axillary Crutches and Canadian Crutches, in which both had different characteristics concerning comfort and stability, but had similarities in physical and mechanical properties.⁹

⁹ The two scenarios mentioned are widely available in the Brazilian market. They are consolidated models due to their high functionality and anatomy. It was also verified that the models and spare parts mentioned already have a patent in the public domain. The scenario chosen is based on meeting the mechanical, functional and

Figure 5: Scenarios for the crutch

| | Muleta Axilar | Muleta Axilar Regulável | Muleta Canadense Fixa | Muleta Canadense Articulada | Muleta Canadense Articulada |
|-------------|---|--|---|--|---|
| Produto |  |  |  |  |  |
| Marca | Mercur | ALO | Mercur | ALO | Mercur |
| Preço | R\$ 206,50 (par) | R\$ 209,90 (par) | R\$ 132,90 (par) | R\$ 120 (par) | R\$ 248,70 (par) |
| Material | Polipropileno; PVC; Alumínio; Borracha. | Polipropileno; PVC; Alumínio; Borracha. | Polipropileno; Alumínio; Borracha. | Polipropileno; Alumínio em liga especial. | Polipropileno; PVC; Alumínio; Borracha. |
| Resistência | Até 130 kg o par | Até 130 kg o par | Até 130 kg o par | Até 100 kg o par | Até 130 kg o par |
| Altura | Tam. P: 1,37m a 1,57m; Tam. M: 1,57m a 1,78m; Tam. G: 1,78m a 1,98m | Regulável em: Tam. P: 1,37m a 1,57m; Tam. M: 1,57m a 1,78m; Tam. G: 1,78m a 1,98m | Tam. Único - Altura usuário regulável: 1,45m a 1,90m. | Tam. Único de altura regulável. | Tam. Único - Altura usuário regulável: 1,50m a 1,90m. |

| Nome | "Muleta Regulável" | "Muleta aperfeiçoada de altura regulável" | "Muleta canadense modular desmontável" | "Sapata articulada para bengala" |
|----------------------|---|---|---|---|
| Produto |  |  |  |  |
| Autor | Claudio José Musumecchi | José Hasenohrl | Lucimar da Silva | Antonio Spakauskas |
| Número da publicação | MU 7002289 U | PI 7800063 | PI 9400643-1 A | PI 8904108 A |

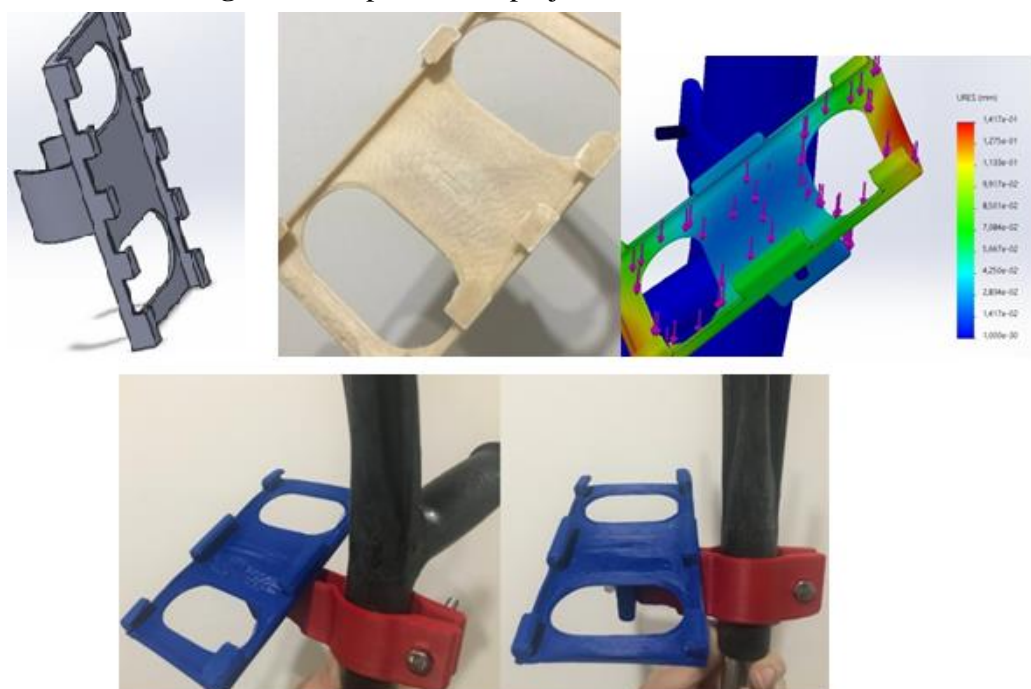
Source: The authors, 2023.

adaptability properties of the orthosis, which can be used for short to long term and also permanently, depending on the user's mobility condition. However, we understand that scenario 2 is the most promising to meet the objectives of this project, as the physical structure of the Canadian articulated crutch model offers adequate spaces in its parts for adapting the support for a mobile device, taking into account that this support will be coupled on the hand support piece at an anatomically favorable angle. Scenario 2 also had advantages over the mode of use, which occurs with a pair of crutches or just one unit of this crutch model. From there, it is possible for the user to choose to use a unit with the support and another one of his choice, given the necessary adjustments. In addition, all parts that make up the crutches, whether axillary or Canadian, and that can be replaced at some stage, must be offered as spare parts and available as close as possible to the end user, with a view to reducing costs of transportation and improving accessibility for end users and their families. In figure 5, we can check some of the patents available and the characteristics with the models relevant to the development of this project.

The device was designed in such a way that the crutch has the telephone attached to it. In case a call happens, the user would have a button to be able to start or not the conversation. The support for the mobile device should be created in an adjustable way to adapt to different types of devices, having this versatility. Below is the flowchart of one of the system's functionalities: answering phone calls with the cell phone attached to the crutch.

Some software scripts were made in Python and can be integrated with a Raspberry Pi as a microcontroller. They are software to make calls, using Twilio and existing libraries, software to activate the mobile phone camera, using also available libraries in Python. And, also, a system with a sensor to get signals of contact if the patient fall. The complete architecture was not developed yet. In terms of the construction of the physical support to attach the phone to the crutch, it was developed using CAD software, as expressed in Figure 6.

Figure 6: 3D print of the project and stress simulation



Source: The authors, 2023.

After the development of the physical prototype, some tests were carried out by the project proponents themselves, but without the use of an attached cellular device. Figure 7 expresses this step of the process.

Figure 7: Simple test performed by one of the engineers



Source: The authors, 2023.

The software of movement recognition, the basis for the rehabilitation stage, is working correctly. With the use of computer graphics combined with the CPM, it is possible to visualize and obtain data on the angles of movement, as seen in Figure 8.

Figure 8: Joint motion angular degree recognition



Source: The authors, 2023.

The equipment could be printed in 3D, so that, in the plastic constitution, it can be tested by people. However, a final project should be presented in another type of material. Within the scope of biomedical engineering, from which new technologies have been designed to provide well-being to people, the project fulfills a research role, which consists of being an investigation with social relevance, since it seeks to tackle a problem associated with technologies for human gait, a field that lacks investigative studies. As commented, the activity may consist of a base project for future works that seek to develop assisted crutches using cell phones in crutches, with the electronic integration of the crutch with the cell phones. For this, a review study should be carried out to verify what has already been

developed in terms of prototypes of this nature, the limitations, and indications for better projects in light of what already exists in different contexts.

In an internet search for the terms: crutch, support, assisted, smartphone, and also their referents in the English language, we did not find solutions similar to the prototype developed, indicating that it can be used for future studies, especially concerning undergraduate studies, which involve product development and test steps. Thus, the shared prototype also has an informative character for future studies. As an example article of an assistive technology for human gait, the work can serve as a simple example study that can be transposed into other studies that involve analysis of different conditions that lead to gait alterations, which would have to be studied with more specific bibliography and more technical knowledge, but referring here to technologies for dystrophic gait or dystonic gait.

The actual stage of software development is in using Raspberry Pi to integrate some codes in Python associated with the stage of locomotion and communicability of the project. After finishing this part, it would be possible to create a system to integrate with the first part of the project. Considering that the user needs to interact with the system and that the system can collect data to optimize the response, the concepts of ubiquitous computing and pervasive computing can be useful to the construction of the technology.

Ubiquitous computing aims to make the interaction between man and computer easier, in a way that people do not realize that they are giving information to computers (COSTA, 2009). In addition, computers would have intelligent systems that would be connected or seeking connection all the time, thus becoming ubiquitous. Ubiquitous computing sought to fully integrate machine technology with human beings. (NICE-BARBOSA; HANS; BARBOSA; SACCOL, 2011). For the integration of the systems with the environment and the user, the work used some references to computing. In pervasive computing, there is a hardware part and a software part added to a native material of the object which one wants to include with a native material of the object where the pervasive computing is being inserted.

An example of pervasive computing is when a coffee maker starts to learn about the user's profile so that it can, without user intervention, make coffee for that person. The concept of pervasive computing involves devices communicating to improve the user's life and capturing information and communicating to accomplish this goal. Computers obtain information for the user's use, and can also detect other devices, such as clocks, to be a more intelligent system. However, pervasive computing systems have low mobility, are fixed, and

have high embeddedness. In the concept of mobile computing, there is a wide variety of devices, such as cell phones, notebooks, and e-book readers, and the design has to be designed for one hand (one-hand design).

On the other hand, the design also needs to involve thumb design, that is, it needs to be designed in such a way that the user can work with only one hand. Still, a concern with the design would be that the physical tests would be more adequate than the emulator because, with the physical tests, the user experience (UX) can be obtained. In mobile computing, mobility is high and embeddedness is low, as they are not fixed in one place. According to Araújo (2003), ubiquity, a concept in which smart, mobile, and stationary devices coordinate with each other to provide users with access to new services, can increase human capabilities.

4. FINAL CONSIDERATIONS

Codes are being developed and shared on GitHub for free use, adaptation, and reproduction. The idea would be to develop a low-cost system that could be tested by people with the *Maker* profile who were interested in the development of assistive technologies for the elderly public. All the repository codes are available at: <https://github.com/beternus/assistivetechology>. As some references point out, this type of technology can be adapted for people with limited mobility, and the possibility of integration with existing phone applications, such as Be My Eyes, can be investigated.

The voltage source showed a current output that was maintained despite the load and without a voltage drop. The movement monitoring system through the camera recognized the knee flexion movement. The initial architecture of the system managed to include a system involving computer graphics, and screens that concern the human-computer interface. The crutch and the telephone support underwent usability tests that proved basic mechanical resistance to not present elementary difficulties in sustaining a person and a cellular device.

The limitations of the article are associated with the fact that it does not yet have more substantive integrated results. However, as it was an unfunded research that involves complex steps, this article presents progress with partial results of the project. The lack of integrative results also did not allow for statistical analysis of the system's accuracy in allowing the monitoring of muscular progress and obtaining autonomy in the elderly patient

in recovery. Associated challenges would be the adaptability of such a system to a patient and usability, as it would have to be an easy-to-use system. On the other hand, the great advantages of the system would be the collection of data and sending it to the database, which allowed the monitoring of health in an integrated way. The system would also have to be tested with a volunteer patient, which, if you want to stop the test, the tests are closed completely. In this sense, after finalizing the tests on the engineering team and obtaining a patient to test, it would be a good precaution to obtain at least two volunteers for the test. In addition, after completion, it would be necessary to develop a user manual and documentation for the entire project with a view to transparency and communication of its non-commercial purposes.

A future possibility is also to work with a larger number of patients to test the system. As a last point, studies to prevent falls in the elderly should not be detached from the literature on the correlation between the risk of falls and motor aptitude (BERLESE; FABER; SANFELICE; SCHAAB, 2022). Studies aimed at mitigating the risk of injury may lead to better quality of life and social inclusion indices for the elderly.

REFERÊNCIAS

- ARAUJO, R. Computação Ubíqua: Princípios, Tecnologias e Desafios. In: Simposio Brasileiro de Redes de Computadores. (Org.). **Computação Ubíqua: Princípios, Tecnologias e Desafios**. Natal (RN): SBRC, v., p. 1-71, 2003.
- AVILA, M.; WOLF, K.; BROCK, A.; HENZE, N. Remote Assistance for Blind Users in Daily Life: A Survey about Be My Eyes. **ACM Press**, 2016.
- BARBOSA, J.; HAHN, R.; BARBOSA, D.; SACCOL, A. A Ubiquitous Learning Model Focused on Learner Integration. **International Journal of Learning Technology**, v. 6, p. 62-83, 2011.
- BERLESE, D; FABER, M.; SCHAAB, D.; SANFELICE, G. Associação entre a aptidão motora de equilíbrio e risco de quedas em idosos ativos. **Lecturas Educación Física y Deportes**, v. 27, p. 115-127, 2022.
- COSTA, C.; Continuum software infrastructure for ubiquitous computing: A service-based approach. **Scientia: Interdisciplinary Studies in Computer Science**, 2009.
- CUNHA, A.; SANTOS, S. **Tecnologias Assistivas para Pessoas com Deficiência Visual**. Cadernos de Prospecção – Salvador, 2022.

CAT-BRASIL. Subsecretaria Nacional de Promoção dos Direitos da Pessoa com Deficiência. Comitê de Ajudas Técnicas. Tecnologia Assistiva. Brasília: CORDE, 2009. 138 p.

HERNIGOU, P. Crutch art painting in the middle age as orthopaedic heritage (Part I: the lepers, the poliomyelitis, the cripples). **International Orthopaedics**, 2014.

HUSSAIN, J.; CHANDANA, R.; JILANI, S. Smart Surveillance System using Thing Speak and Raspberry Pi. **International Journal of Advanced Research in Computer and Communication Engineering**, 2015.

IANCU, I.; IANCU, B. Designing mobile technology for elderly. A theoretical overview. **Technological Forecasting and Social Change (Elsevier)**, 2020.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Censo Brasileiro de 2010**. Rio de Janeiro: IBGE, 2010.

KITTIPANYA-NGAM, P.; YU, X.; ENG, H. Computer vision technologies for monitoring system in tele-physiotherapy. **ACM Digital Library**, 2009.

MISKELLY, F. Assistive technology in elderly care. **Age and Ageing**, 2001.

ROSIQUE, F.; LOSILLA, F.; NAVARRO, P. J. (2021). Using Artificial Vision for Measuring the Range of Motion. **IEEE Latin America Transactions**, 19(7), 1129–1136.

SARTORETTO, M.L.; BERSCH, R. **Assistiva: tecnologia e educação**. 2014. Disponível em: <http://www.assistiva.com.br/tassistiva.html>.

WILKINSON, C.; GANDHI, D. Future Proofing Tomorrow's Technology: UX for Aging Population. **User Experience Magazine**, 15(1), 2015.

YU, X.; KITTIPANYA-NGAM, P.; ENG, H. Personalized multimedia alert service of fall event for ageing in place. **ACM Press**, 2009.



Um relato das ações desenvolvidas no Projeto de Cooperação para desenvolvimento de modelo de governança aplicado a redes de políticas públicas de promoção da igualdade racial – cooperação SEPPIR/UFSC

Eduardo Lobo¹

Marcos Baptista Lopez Dalmau²

Alexandre Moraes Ramos³

RESUMO

Este trabalho apresenta um relato das ações de pesquisa e de extensão implementadas no Projeto de Cooperação para desenvolvimento de modelo de governança aplicado às redes de políticas públicas de promoção da igualdade racial, no âmbito da Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC, por meio de acordo de cooperação celebrado com a Secretaria de Promoção de Políticas de Igualdade Racial – SEPPIR/PR. Por meio de uma abordagem qualitativa, a partir dos objetivos da cooperação, apresentam-se os resultados e destaca-se o modelo de governança desenvolvido e testado ao longo da implementação do projeto, assim como os sistemas de gestão e de monitoramento de propostas para a criação de políticas públicas. Na ótica da Engenharia, Gestão e da Inovação Social, o modelo de governança proposto e os sistemas desenvolvidos se constituem no principal legado, pois são escaláveis e replicáveis, isto é, podem ser reproduzidos na mesma área do conhecimento em uma eventual e possível reedição e ainda podem ser customizados e aplicados a quaisquer outras áreas que demandem coleta, mineração e tratamento de dados com vistas à discussão, geração, implementação e acompanhamento de políticas públicas. Ao final apresentam-se os ganhos para os desenvolvedores, para a universidade e para a sociedade como um todo, na direção, também e principalmente, da redução das desigualdades.

Palavras-chave: Igualdade Racial. Políticas Públicas. Governança.

¹Graduado em Engenharia Civil pela Universidade Federal do Rio Grande – FURG. Possui Mestrado e Doutorado em Engenharia de Produção pela Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC, e Pós-Doutorado em Educação e Tecnologia pela PUC-SP. Dentre outras atividades é professor e pesquisador da Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC, Brasil. E-mail: lobo.prof@gmail.com.

²Possui Graduação em Administração e Mestrado e Doutorado em Engenharia de Produção pela Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC. Dentre outras atividades é professor e pesquisador da Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC, Brasil. E-mail: professordalmau@gmail.com.

³Possui Graduação em Administração, Mestrado em Ciências da Computação e Doutorado em Engenharia de Produção pela Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC. Dentre outras atividades é professor e pesquisador da Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC, Brasil. E-mail: amrrms@gmail.com.

***A report about the actions on the Cooperation Project
towards the development of the Governance Model applied
to Brazilian public policies network to promote
racial equity – SEPPIR/UFSC cooperation***

ABSTRACT

This paper presents a report about research and extension actions, implemented in the Cooperation Project towards the development of the Governance Model applied to Brazilian public policies network to promote racial equity – a cooperation between the Federal University of Santa Catarina – UFSC and the Brazilian Secretary of Public Policies in Racial Equity – SEPPIR/PR. From a qualitative approach, starting by the goals of the SEPPIR/UFSC agreement, the deliverables are presented, highlighting the governance model, which was developed and tested through the project implementation, as well, the management and proposals monitoring systems to public policies creation. Considering the Engineering, the Social Innovation and the Management areas, the proposed governance model and such systems are pointed as the main legacy, because they are scalable and replicable, i.e., they can be reproduced in the same area of knowledge in a reedition of the project. They can be customized and applied to any other areas which demand collection, data mining, data analysis towards the discussion, generation and monitoring of public policies. In the end, the main gains for developers, for the University and the society, in the path, also and mainly, to reduce inequality.

Keywords: Racial Equity. Public Policies. Governance.

Artigo recebido em: 25/03/2022

Aceito em: 12/06/2022

1. INTRODUÇÃO

Criado no início da segunda década deste milênio, o Núcleo de Gestão e Educação Corporativa – NUGECORP⁴ da Universidade Federal de Santa Catarina que aglutina pesquisadores da UFSC e de outras instituições de ensino superior brasileiras, vem desenvolvendo projetos de pesquisa e de extensão, com vistas ao cumprimento do papel da universidade brasileira junto à sociedade, para além do ensino, buscando integrar o tripé Ensino, Pesquisa e Extensão, às boas práticas de gestão pública.

Assim, em atendimento à chamada de artigos para o dossiê “A engenharia das relações sociais nos processos de implementação das ações afirmativas – panorama institucional nas universidades públicas do Brasil”, optou-se por sintetizar as principais ações desenvolvidas no âmbito do Projeto de Cooperação para desenvolvimento de modelo de governança aplicado às redes de políticas públicas de promoção da igualdade social.

O NUGECORP foi criado com perfil multidisciplinar e como resultado dessa diversidade de seus pesquisadores, atendeu à Secretaria de Promoção da Igualdade Racial - uma secretaria com status de Ministério - com base na Gestão, na Engenharia e no conceito de políticas públicas.

No relatório final do referido termo de cooperação UFSC/SEPPIR, encontra-se um dos resultados da pesquisa, sob o título **Ações afirmativas em universidades brasileiras para a inclusão e empregabilidade da população negra**. Deste, destaca-se o que segue:

Com relação ao papel das universidades no processo de inclusão do negro no ensino superior e no mercado de trabalho, parece que hoje a função social da universidade em relação a população negra está mais evidente do que a cerca de dez anos atrás, em que a discussão sobre raça, racismo, inclusão ainda eram tratados no ambiente universitário com certa sutileza. Hoje identifica-se a universidade, principalmente as universidades federais, no que tange à causa da população negra, universidades mais cidadãs, reflexivas sobre os processos de inclusão das minorias. Provavelmente isso se deva em função também deste tema passar, neste século XXI, a fazer parte da agenda do governo federal e neste contexto as universidades públicas passaram a assumir um papel de interlocutoras e promotoras de igualdades sociais a partir de seus alunados.

Os autores ainda afirmam que as desigualdades jamais desaparecerão, pois os ideais capitalistas não permitiriam isso, sendo que, nesta sociedade capitalista da qual se fala sempre haverá alguém que será senhor e alguém que será escravo e, nesta mesma sociedade,

⁴<https://nugecorp.sites.ufsc.br/>.

entende-se que chegará um dia em que o negro será senhor de outro negro, pois a igualdade, nesta lógica social capitalista, significaria a morte do capitalismo e o nascimento de outro sistema. Mas, nesse dia, será sabido que nada mudará, muito provavelmente o negro pobre buscará instrumentos para reduzir as desigualdades com relação ao negro rico e o negro rico buscará meios para se manter hegemônico em relação ao negro pobre.

Para minimizar esse pensamento, apontam que há um desafio em vista, fazer com que pessoas aceitem umas às outras da forma como estas são. Têm-se os desafios da redução do preconceito, da miséria, da intolerância e outros tantos desafios que somados resultam naquilo que se pressupõe como políticas de ações afirmativas. Com base nessas premissas, foi implementado o projeto de cooperação para desenvolvimento de modelo de governança aplicado às redes de políticas públicas de promoção da igualdade racial, o qual se relata a seguir.

2. METODOLOGIA, OBJETIVOS DESTE RELATO E OS OBJETIVOS DO PROJETO

Por se tratar de um relato de experiência, especificamente de um projeto de pesquisa e de extensão que foi desenvolvido no âmbito de um projeto de cooperação, entende-se que a metodologia para tal relato traz um cunho qualitativo, conforme as palavras de Chizzotti (2006, p. 98):

A descodificação de um documento pode utilizar-se de diferentes procedimentos para alcançar o significado profundo das comunicações nele cifradas. A escolha do procedimento mais adequado depende do material a ser analisado, dos objetivos da pesquisa e da posição ideológica e social do analisador.

Observa-se que as principais fontes de dados deste relato foram extraídas do relatório final, denominado **Relatório Executivo do Termo de Cooperação Técnica UFSC – SEPPIR**, de novembro de 2014. Também foram utilizados os relatórios parciais e dos sítios eletrônicos desenvolvidos para e pelo projeto.

Sobre os objetivos geral e específicos deste relato, buscou-se entrar em sintonia com o tema da REIS, deste dossiê: A engenharia das relações sociais nos processos de implementação das ações afirmativas – panorama institucional nas universidades públicas do Brasil, assim, o objetivo geral deste artigo é relatar as principais ações e estratégias adotadas pela UFSC para o desenvolvimento do projeto de cooperação para

desenvolvimento de modelo de governança aplicado a redes de políticas públicas de promoção da igualdade racial.

Os objetivos específicos deste relato, são: a) apresentar os objetivos do projeto; b) apresentar o escopo do Modelo de Governança; c) descrever o desenvolvimento e a implementação dos serviços, baseados em TICs, que serviu de base à aplicação do modelo conceitual de governança na execução de políticas públicas, considerando o contexto de Promoção da Igualdade Racial; d) relatar os aspectos ligados à implementação de modelo conceitual de governança, por meio do uso dos serviços de TIC, na execução das políticas públicas de Promoção da Igualdade Racial, no âmbito da III CONAPIR; e) Abordar o processo de avaliação e aplicação do modelo de governança na execução das políticas de promoção da igualdade racial, no âmbito da III CONAPIR; f) convergir ao legado do projeto.

Sobre os objetivos do projeto, do termo de cooperação em si, registra-se que o objetivo geral foi “estabelecer mecanismos de cooperação entre a Universidade Federal de Santa Catarina e a Secretaria de Políticas de Promoção da Igualdade Racial, para elaborar, desenvolver e aplicar um modelo de governança no contexto das políticas públicas para promoção da Igualdade Racial.”

Para tanto, apresentou os seguintes objetivos específicos:

- a) Criar e especificar um modelo conceitual de governança aplicado às redes de políticas públicas, considerando o contexto de Promoção da Igualdade Racial;
- b) Desenvolver e implementar serviços, baseados em TIC, para dar suporte à aplicação do modelo conceitual de governança na execução de políticas públicas, considerando o contexto de Promoção da Igualdade Racial;
- c) Aplicar o modelo conceitual de governança, por meio do uso dos serviços de TIC, na execução das políticas públicas de Promoção da Igualdade Racial, no âmbito da III CONAPIR;
- d) Avaliar a aplicação do modelo de governança na execução das políticas públicas de Promoção da Igualdade Racial, na III CONAPIR;
- e) Socializar e disseminar os conhecimentos técnicos-científicos produzidos no projeto, no âmbito dos cursos de graduação e pós-graduação, integrantes do Programa Nacional de Formação em Administração Pública (PNAP), do Ministério da Educação.

3. RESULTADOS E AS PRINCIPAIS AÇÕES

Em consonância com as diretrizes deste periódico, esta seção se limita a descrever os resultados encontrados que são apresentados em subtítulos separados, sem incluir interpretações ou comparações. Assim, a partir dos objetivos específicos, já relatados no item anterior, descrevem-se as 5 principais ações a seguir.

3.1 Definição do escopo do Modelo de Governança (Criar e especificar um modelo conceitual de governança aplicado às redes de políticas públicas, considerando o contexto de Promoção da Igualdade Racial)

Para criar e especificar um modelo conceitual de governança aplicado às redes de políticas públicas, considerando o contexto de Promoção da Igualdade Racial, foi concebida e validada uma meta: Especificação do Modelo de Governança.

Para se especificar o Modelo de Governança, ainda na concepção do projeto, definiu-se a seguinte etapa: “Tendo como referencial o escopo definido e as boas práticas de governança na execução de políticas públicas na própria SEPPIR e em outros órgãos públicos, serão especificados os aspectos organizacionais e gerenciais, que incluem os modos de estruturação, representação, participação, comunicação, responsabilização, intervenção e gerenciamento na execução de políticas de Promoção da Igualdade Racial.”

Para atingir essa meta, contou-se com a seguinte estratégia: Subdividiu-se o desenvolvimento do documento em três temas principais, a saber:

- a) Historiografia jurídica brasileira para igualdade racial;
- b) A Administração Pública e as políticas de promoção da igualdade racial; e
- c) Diagnóstico das políticas e ações propostas na primeira e na segunda Conferência Nacional de Promoção de Igualdade Racial - CONAPIR (de 2005 e de 2009).

Foram selecionados professores do Departamento de Ciências da Administração da Universidade Federal de Santa Catarina - CAD/UFSC e professores externos à UFSC para desenvolver cada tema, por meio, principalmente, de pesquisa documental.

A partir dos conceitos de governança, as informações passaram a ser agregadas de forma a constituir uma base de conhecimento acerca do tema principal, que é a Promoção da Igualdade Racial.

Neste sentido foram identificados os princípios e requisitos de governança inerentes às políticas públicas de Promoção da Igualdade Racial, que compõem o escopo do modelo de governança criado e que nortearam as demais etapas do processo de desenvolvimento e aplicação do modelo a ser construído.

O modelo proposto considerou três dimensões: Princípios e Diretrizes, Requisitos e Componentes.

A **dimensão Requisitos** é composta pelos itens: Domínios, Processos e Atividades. No qual se especifica o que deve ser realizado. Entende-se que somente a partir do domínio torna-se possível definir os processos e em seguida as atividades que serão executadas.

A **dimensão Princípios e Diretrizes** é composta pelos itens: Política Pública, Participação social, Acessibilidade, Representatividade, Transparência, Integridade, Alinhamento Estratégico e Eficiência. Sendo que os Princípios e Diretrizes que direcionam as estratégias que deverão ser determinadas.

A **dimensão Componentes** é o conjunto de elementos e recursos inerentes ao Modelo de Governança, e é composta pelos itens: Propostas, Informações, Sociedade Civil, Instâncias e Mecanismos, e Comitê Gestor.

Tendo como referencial o escopo definido e as boas práticas de governança na execução de políticas públicas na própria SEPIR e em outros órgãos públicos, foram especificados os aspectos organizacionais e gerenciais, que incluem os modos de estruturação, representação, participação, comunicação, responsabilização, intervenção e gerenciamento na execução de políticas de Promoção da Igualdade Racial.

3.2 Desenvolvimento e implementação dos serviços, baseados em TICs, para dar suporte à aplicação do modelo conceitual de governança na execução de políticas públicas, considerando o contexto de Promoção da Igualdade Racial

Em atendimento ao segundo objetivo específico do projeto, foram modelados e construídos, a partir de ferramentas e aplicativos de TIC, um conjunto de serviços que viabilizaram, a partir de um portal web, a implementação prática do modelo de governança especificado, no que tange aos aspectos organizacionais e gerenciais das políticas públicas de Promoção da Igualdade Racial. Os serviços disponibilizados, através do portal web, foram do tipo interativo e com tecnologias para fórum, chat, banners, destaques, animações, *downloads* e visualização de produtos audiovisuais, para disponibilização de conteúdos,

interação entre os diferentes atores, coordenadores e gestores de políticas públicas de Promoção da Igualdade Racial.

Nessa etapa foi desenvolvido um serviço informatizado, integrado ao portal web, capaz de organizar propostas recebidas pela coordenação de políticas públicas, oriundas das conferências estaduais, regionais e distrital, de forma a permitir sua consolidação para a discussão nos grupos de trabalho da conferência nacional. O sistema permitiu a sistematização online dos dados contidos nos relatórios das comissões organizadoras estaduais, regionais e distrital, além da identificação, classificação e distribuição das propostas pelos eixos temáticos de reuniões de trabalho e conferências, quanto a convergência de propostas semelhantes, e sua organização final em diretrizes e propostas para discussão em grupos de trabalho.

O Portal, desenvolvido pelo Núcleo de Governança e Educação Corporativa do Departamento de Ciências da Administração da Universidade Federal de Santa Catarina - NUGECORP/CAD/UFSC, foi um dos principais canais de comunicação entre a organização e a sociedade. Durante todo o período conferencial, informações gerais sobre a conferência e as etapas preparatórias, agenda, galerias de fotos, áudios e vídeos, estiveram à disposição do público, além de possibilitar sua interação. Destaca-se que se contabilizou somente no ano de 2013, mais de 15000 visitas ao portal, mais de 200 publicações acessadas.

Dentre as atividades desenvolvidas, destacam-se:

- Levantamento de requisitos
- Estrutura da Arquitetura de Informações – Definição dos menus e hierarquia
- Adaptação da Identidade Visual para o site
- Publicação de conteúdos
- Assessoramento para a publicação e ajustes do site ao longo do semestre
- Criação de artes fixas e alternativas para o site
- Implementação de recursos assessórios, tais como:
 - Acesso ao Twitter;
 - Sistema de Galeria de Fotos; e
 - Sistema de Galeria de Vídeos
- Desenvolvimento da interface do site de Propostas

- Desenvolvimento da interface do site para transmissão online
- Assessoramento e acompanhamento do processo de publicação da NewsLetter.

Verifica-se nas ilustrações a seguir, exemplos de telas disponibilizadas pelo portal web. A Figura 1 ilustra a interface do site da III CONAPIR e a Figura 2, na sequência ilustra a tela do sistema de geração de propostas.

Figura 1: Site da III CONAPIR



Fonte: SEPIR/UFSC, 2014.

Figura 2: Interface do sistema de propostas



Fonte: SEPIR/UFSC, 2014.

Destaca-se a Figura 3, a seguir, a interface do sistema de transmissão ao vivo das conferências.

Figura 3: Interface do site de Transmissão da Conferência ao vivo



Fonte: SEPPIR/UFSC, 2014.

Além destas ações, foram realizadas a Customização e disponibilização na internet do Portal Web para a III CONAPIR com acesso mediante a utilização de senhas, ao serviço de sistematização de propostas. Bem como a Hospedagem, suporte, manutenção, atualização e administração de conteúdos e serviços do Portal Web da III CONAPIR⁵.

A equipe de TI da Universidade Federal de Santa Catarina desenvolveu um serviço informatizado, denominado Sistema de Gestão de Propostas, que estava integrado ao portal Web e foi disponibilizado mediante utilização de senhas, para armazenar informações decorrentes das conferências estaduais, que foram utilizadas na III CONAPIR.

O Sistema de Gestão de Propostas (SGP) é um sistema informatizado, por meio da aplicação de recursos de Tecnologia da Informação e Comunicação, que implementa um modelo conceitual decorrente das boas práticas de governança aplicadas às redes de políticas públicas, considerando o contexto de Promoção da Igualdade Racial.⁶

⁵Etapas 3.3.2 e 3.3.3 do cronograma de trabalho do termo de cooperação.

⁶Referente a Metas 3.4 e etapa 3.4.1 do termo de cooperação – Uso do serviço para sistematização de propostas. Visando dar suporte à discussão nos grupos de trabalho da etapa nacional por meio de acesso e uso dos serviços do Portal Web (Objetivo 3 - Metas 3 e 4), já customizados para a III CONAPIR (Etapa 3.4), foi realizada a sistematização de propostas, contidas nos relatórios das comissões organizadoras estaduais, regionais e distrital, envolvendo a identificação, classificação e distribuição pelos eixos temáticos da conferência, a convergência de propostas semelhantes, e sua organização final, no âmbito da III CONAPIR.

Visando assegurar a transparência, o controle e a segurança às proposições de políticas públicas, realizadas durante as etapas da III CONAPIR, o SGP ofereceu um conjunto de recursos para dar suporte à administração e ao acompanhamento às atribuições, processos, procedimentos e práticas das Comissões Organizadoras, na realização da III CONAPIR, organizada pela Secretaria de Políticas de Promoção da Igualdade Racial da Presidência da República – SEPPIR-PR.

Neste sentido foi elaborado pela equipe de TI da UFSC o manual operacional de sistema de gestão de propostas. Estes recursos de apoio, foram oferecidos no portal em versão digital, destinava-se aos membros das Comissões Organizadoras Estaduais da III Conferência Nacional de Promoção da Igualdade Racial – III CONAPIR, responsáveis por gerenciar a elaboração e o encaminhamento dos relatórios das conferências estaduais de forma a permitir a sistematização de propostas.⁷

As informações coletadas durante as etapas III CONAPIR foram inseridas no sistema SGP por meio do preenchimento dos seguintes instrumentos e formulários, disponíveis no sistema⁸:

1. Avaliação da Conferência
2. Avaliação da Metodologia
3. Cadastro de Conferências Estaduais
4. Cadastro de Delegados Eleitos
5. Cadastro das Plenárias Nacionais de Povos e Comunidades Tradicionais
6. Cadastro de Propostas
7. Questionário Socioeconômico
8. Sistematização de Propostas
9. Plenária Nacional
10. Relatórios Gerenciais

Todos estes instrumentos e formulários estavam de acordo com as orientações técnicas e documentos elaborados pelas subcomissões temáticas e aprovados pela Comissão

⁷ Anexo 3 – observação referente a Etapa 2.2.2, da Meta 2.2: - Serviço de Sistematização de Propostas, do plano de trabalho constante o termo de cooperação entre UFSC e SEPPIR.

⁸ Estes formulários estão contidos no anexo 3, do manual da TI.

Organizadora Nacional da III CONAPIR. A partir destes, a Comissão Organizadora da III CONAPIR teve amplo acesso e gerenciamento das informações, podendo planejar, desenvolver, controlar e avaliar a realização da III CONAPIR, bem como o modelo de governança proposto para a conferência.

3.3 Implementação de modelo conceitual de governança, por meio do uso dos serviços de TIC, na execução das políticas públicas de Promoção da Igualdade Racial, no âmbito da III CONAPIR

Este item que destaca o cumprimento do terceiro objetivo específico, aborda neste relato principalmente o foco do desenvolvimento da ferramenta de TI, descrito no item 3.3.4, ao longo deste subitem. Assim, para cumprir tal objetivo, foram desenvolvidas as ações a seguir.

3.3.1 Planejamento da III CONAPIR

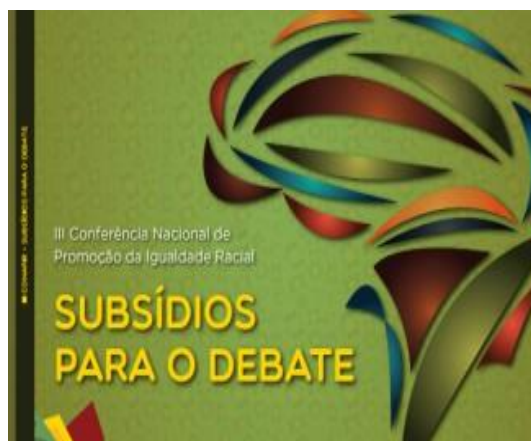
Sob a coordenação da Comissão Organizadora Nacional - CON, e em conjunto com a Coordenação Executiva, a UFSC apoiou as diversas ações que culminaram na realização da III CONAPIR. Foi elaborado um planejamento das ações da Conferência, o qual contemplou os aspectos organizacionais e gerenciais do modelo de governança como: identificação dos atores sociais envolvidos; definição das estratégias de mobilização social; construção de um portal interativo; criação de logística de votação; identificação de parceiros e patrocínios; definição de estratégia de apoio às etapas estaduais; apoio na organização das reuniões da Comissão Organizadora e definição de critérios para sistematização de propostas.

3.3.2 Produção de documentos de referência

Com o objetivo de subsidiar os delegados(as) e convidá-los a participar do debate, foram contratados criadores de conteúdos indicados pela SEPPIR, para a elaboração de textos base, relacionados aos quatro eixos temáticos da conferência.

Este trabalho foi acompanhado bem como revisado pela equipe da UFSC e pela equipe da Seppir, sendo disponibilizados aos Estados em uma publicação intitulada “Subsídios para o Debate”.⁹

Figura 4: Subsídios para o debate (texto base)



Fonte: SEPPIR/UFSC, 2014.

3.3.3 Mobilização social

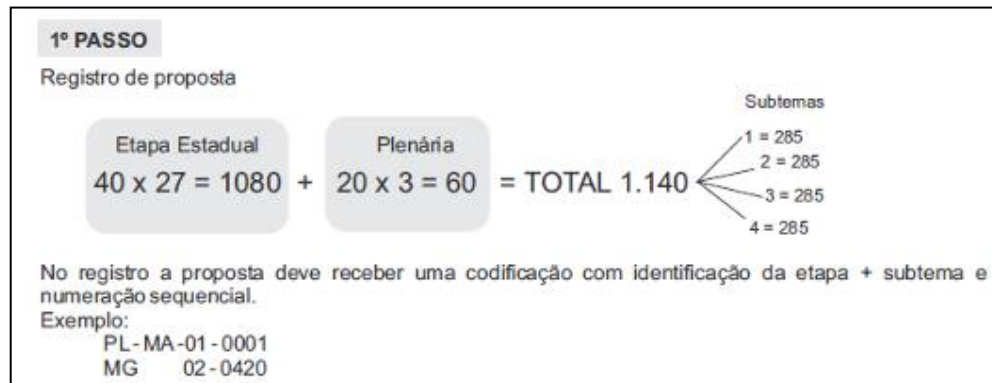
Em conjunto com a Assessoria de Comunicação da SEPPIR, foram desenvolvidas ações de divulgação através dos meios de comunicação, bem como distribuição de materiais informativos. As estratégias de Mídia tinham o intuito de articular o envolvimento dos parceiros (Poder Público e Sociedade Civil), utilizando assim o portal Web, bem como o sistema de *mailing*, para divulgação das informações.

3.3.4 Sistematização de Propostas

Nas etapas Estaduais e do Distrito Federal, que totalizaram 27, cada ente federado elegeu 40 propostas prioritárias. Já cada uma das 3 plenárias de comunidades tradicionais elegeu 20 propostas prioritárias. No total, foram sistematizadas 1.140 propostas, em 4 subtemas. Ao ser lançada, a proposta ganhava um código que indicava sua origem, etapa, subtema e numeração sequencial.

⁹Anexo 12 – textos base e relatórios dos conteudistas.

Figura 5: Esquema de Sistematização das Propostas



Fonte: SEPPIR/UFSC, 2014.

3.3.4.1 Sobre a sistematização por Palavra-Chave

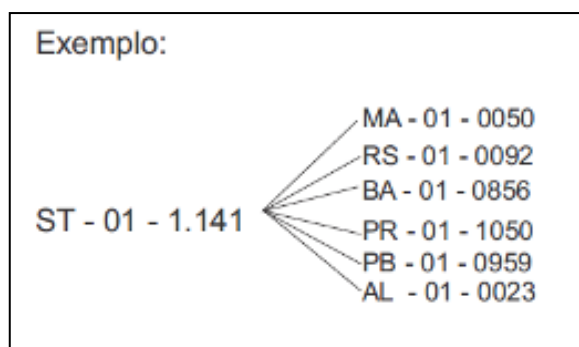
Essa fase teve como objetivo avaliar a pertinência das palavras-chave associadas a cada uma das propostas que foram inseridas no sistema eletrônico, oriundas das Conferências Estaduais e Plenárias das Comunidades Tradicionais realizados na fase pré-Conferência Nacional). Após esse trabalho, o banco de dados do sistema fez a identificação e seleção das propostas idênticas ou próximas. Essa atividade foi realizada por sistematizadores da UFSC. Em todas as fases de sistematização e priorização das propostas, estas ganharam siglas¹⁰ que possibilitam seu rastreamento ao longo do processo.

3.3.4.2 Sobre a Sistematização por Pertinência e Aglutinação

A partir da seleção feita pelo sistema foram indicadas 4 sistematizadoras consideradas pela SEPPIR como de notório saber nos assuntos abordados. Para orientação e supervisão foram indicadas uma responsável da SEPPIR e uma da UFSC, que coordenaram o processo juntamente com a equipe de TI da UFSC.

¹⁰ **SIGLAS** nº SUBTEMA Número Sequencial/ ST 02 1017 (Sistematizada) / GT 02 1045 (Grupo de Trabalho)/ PLG 02 1067 (Plenária de GT) / PLF 02 1078 (Plenária Final).

Figura 6: Exemplo do processo de Sistematização das Propostas



Fonte: SEPPIR/UFSC, 2014.

O processo de sistematização foi dividido em duas etapas: 1) análise da pertinência das propostas, sendo separadas as não pertinentes¹¹. 2) análise de aglutinação de propostas idênticas ou similares. A orientação em todas as etapas foi de manter a integridade das propostas, mesmo que fosse necessário melhorar sua redação. Para isso foi elaborado um manual com critérios para a sistematização das propostas. Nesta etapa as novas redações que representam o bloco de propostas iguais receberam classificação com vinculação de todas que foram sistematizadas.

Após a sistematização, foram geradas as listas finais das propostas a serem apresentadas no Caderno de Propostas da III CONAPIR.

3.3.4.3 Sobre o processo de escolha e aperfeiçoamento das propostas

Já na III CONAPIR, os delegados receberam o Caderno de Propostas, ferramenta chave nos debates dos Grupos de Trabalho. As propostas foram divididas entre os 16 GTs. Nesta etapa as propostas foram priorizadas, uma vez que também poderiam sofrer emendas de redação, passando a ter uma nova classificação com vinculação alterada. Exemplo:

PGT - 01 - 1160 RJ - 01- 1025

PGT - Plenárias de Grupos de Trabalho, proposta 01, original da Plenária Estadual do RJ.

Após esse processo ocorreram 4 plenárias de subtema, onde novamente as propostas puderam sofrer alteração. Cada uma destas plenárias subtemáticas poderia enviar 20 propostas para a Plenária Final.

¹¹Propostas inconstitucionais, que já contempladas, propostas municipais e estaduais, entre outras.

Na Plenária Final foram apresentadas e debatidas as 80 propostas eleitas nas plenárias dos GTs, sendo novamente ordenadas as prioridades.

O sistema desenvolvido possibilitou o rastreamento das propostas, tanto a partir das 80 propostas aprovadas (final do processo), como também a partir da origem, com vinculação da etapa (Estado ou Plenárias) através do assunto abordado e/ou subtema.

3.3.5 Moderação e relatoria das plenárias das comunidades tradicionais

Nas plenárias das comunidades tradicionais, Ciganos, Quilombolas e Matriz Africana, a UFSC colaborou nos trabalhos de mediação e relatoria, encaminhando 4 alunos bolsistas para atuar na Moderação e Relatoria das Plenárias das Comunidades Tradicionais, além da equipe de Consultoria instalada em Brasília e da Equipe Administrativa, no qual atuaram diretamente na organização e participação das Plenárias. (Obs: Os alunos bolsistas não participaram da Plenária dos Ciganos).

Após a realização das Plenárias Nacionais (Ciganos, Matriz Africana e Quilombolas) foram elaborados relatórios¹², baseados na gravação e transcrição dos dias em que ocorreram os diálogos. O material foi analisado, resumido e submetido às correções necessárias, porém, manteve-se a originalidade dos relatos coletados. Além disso, no período entre setembro e outubro, foi realizada a coleta de informações para encerrar os dados dos delegados, no qual foram feitos contatos por e-mail e telefone para o fechamento do banco de dados¹³.

3.3.6 Assessoria na realização das etapas estaduais, regionais e distrital

A fim de orientar os estados de forma mais eficiente às Comissões Organizadoras Estaduais – COES – foram contratados Consultores Regionais¹⁴. Estes tiveram como atribuições assessorar na realização das etapas estaduais, regionais e distrital através do acompanhamento e controle da realização das etapas estaduais, regionais e distrital, com assessoria técnica para os trabalhos de planejamento, relatoria, metodologia e mobilização.

¹²ANEXOS 7, 8 E 9.

¹³Estas atividades são referentes as Etapa 3.5.1 do termo de cooperação técnica – Cooperar nos trabalhos de moderação e relatoria das Plenárias das Comunidades Tradicionais (Ciganos na Bahia, Quilombolas em Brasília e Matriz Africana em Goiânia).

¹⁴Referente as metas do termo de cooperação – Meta 3.6 – Assessoria na realização das etapas estaduais, regionais e distrital. Etapa 3.6.1: Acompanhamento e controle da realização das etapas estaduais, regionais e distrital, com assessoria técnica para os trabalhos de planejamento, relatoria, metodologia e mobilização.

3.3.7 Mediação e relatoria dos grupos de trabalho

A fim de garantir a qualidade dos relatórios para a III CONAPIR foi realizado o processo de seleção dos relatores e mediadores¹⁵, etapa realizada sob a coordenação da UFSC e orientação da SEPIR. Os relatores tiveram como função principal operar o sistema auxiliando os moderadores durante as atividades da Conferência. O sistema de seleção foi a partir da indicação dos diferentes setores do movimento negro da região da Grande Florianópolis, além de ser obrigatório o vínculo com a UFSC¹⁶. Além disso, foi solicitado como perfil desses relatores: Ter boa redação e percepção para elaboração de relatórios (se possível experiência); Preferencialmente ser afro-brasileiro (a) e/ou cotista; Conhecimento ou experiência nos temas relacionados à promoção da igualdade racial.

3.3.8 Sistema de votação para a etapa nacional III CONAPIR

Naquela edição da CONAPIR, pela primeira vez no processo de priorização das propostas utilizou-se da tecnologia de votação eletrônica, fato que no início da conferência causou uma certa resistência por parte dos delegados, que estavam acostumados com a votação através de crachás. Com essa inovação, os delegados recebiam um equipamento individual de votação na entrada das plenárias, mediante a conferência de seus nomes nas listas e no final, o equipamento era devolvido. Interligado ao Sistema de Gestão de Proposta (SGP), desenvolvido pela UFSC, o sistema de votação eletrônico possibilitou agilidade no processo de seleção das propostas. A utilização dessa nova tecnologia possibilitou que toda a priorização fosse concluída automaticamente sendo seu resultado divulgado poucos minutos após o encerramento do processo. A priorização eletrônica foi realizada somente pelos delegados.

3.4 Avaliação e aplicação do modelo de governança na execução das políticas de promoção da igualdade racial, no âmbito da III CONAPIR

Em novembro de 2014 foi entregue a versão final do relatório, foi gerado um Caderno DAS DIRETRIZES aprovadas, o qual foi organizado e diagramado pela coordenação de relatoria e pela Design do projeto, ambas da UFSC, logo após a realização da III CONAPIR,

¹⁵Meta 3.7 e Etapa 3.7.1 do termo de cooperação – Mediação e relatoria dos grupos de trabalho. Realização de atividades de mediação e relatoria dos grupos de trabalho durante a discussão das diretrizes e propostas oriundas das etapas estaduais, regionais e distrital.

¹⁶Critério para o pagamento no formato de bolsa, contemplada no projeto.

no mês de novembro de 2013, o caderno de resoluções¹⁷ teve como objetivo apresentar de forma completa e objetiva as resoluções e moções aprovadas na Plenária Final. Podendo ser impresso e enviado as COES nos estados logo após o evento. A seguir apresentam-se amostras de tais documentos.

Figura 7: Resoluções da III CONAPIR e Propostas aprovadas (miolo)



Fonte: SEPPIR/UFSC, 2014.

Dando continuidade as boas práticas de governança na execução de políticas públicas de Promoção da Igualdade Racial, a equipe de Tecnologia da Informação, da Universidade Federal de Santa Catarina, desenvolveu uma ferramenta de acompanhamento das resoluções aprovadas na III CONAPIR, denominado Monitora CONAPIR. Desse modo, qualquer cidadão pode ter acesso às informações sobre o andamento das respectivas resoluções.

Figura 8: Tela de entrada da ferramenta Monitora CONAPIR



Fonte: SEPPIR/UFSC, 2014¹⁸.

¹⁷ Anexo 19 – caderno de resoluções.

¹⁸ Disponível em: <http://CONAPIR.sites.ufsc.br/sar/Controller>.

Esta ferramenta busca atualizar as informações mais recentes por meio da vinculação ao Plano Plurianual em vigência, disponibilizado no SIOP (Sistema Integrado de Planejamento e Orçamento). A ferramenta possibilita aos gestores, governo e sociedade civil avaliarem os respectivos desafios para que as resoluções pactuadas na III CONAPIR sejam executadas ou incorporadas ao planejamento governamental.

Figura 9: Tela de alimentação da ferramenta Monitora CONAPIR

Fonte: SEPPIR/UFSC, 2014.

Essas informações são pesquisadas pela equipe de apoio da UFSC-FAPEU em conjunto com a equipe da Secretaria Executiva da Secretaria de Promoção da Igualdade Racial–SEPPIR, comparando as resoluções aprovadas na III CONAPIR com as metas e iniciativas do PPA, após isso, são analisados os textos e atualizados conforme as informações disponibilizadas pelos setores do órgão.

Além das consultas ao PPA, são realizadas pesquisas nos sites dos Ministérios e órgãos da Administração Pública com o objetivo de disponibilizar a legislação e as notícias relacionadas às resoluções. A ferramenta armazena os arquivos e hiperlinks ligados a cada resolução para facilitar a acessibilidade da informação e o debate em torno das demandas apresentadas.

A alimentação das informações, manutenção e aperfeiçoamento é de responsabilidade da equipe da UFSC, assim são trabalhados modelos, técnicas e novos recursos para deixar a ferramenta mais dinâmica e acessível.

Após a alimentação dessa ferramenta, fica disponível uma página, na qual o cidadão pode se registrar e selecionar as resoluções de seu interesse, sendo capaz de filtrá-las pelos 4 (quatro) subtemas discutidos no processo conferencial. Assim, espera-se, além de manter a memória institucional da III CONAPIR, que o instrumento criado seja capaz de ajudar a qualificar o debate para as próximas Conferências de Igualdade Racial.

Figura 10: Tela de acesso à Ferramenta Monitora CONAPIR



Fonte: SEPPPIR/UFSC, 2014¹⁹.

3.5 Socialização e disseminação de conhecimentos técnicos-científicos produzidos no projeto, no âmbito dos cursos de graduação e pós-graduação, integrantes do Programa Nacional de Formação em Administração Pública, do Ministério da Educação

Destacam-se a formatação, gravação e disponibilização de um vídeo, com a temática de Políticas Públicas de Promoção da Igualdade Racial, voltada para o PNAP/UFSC/MEC: Como o Departamento de Ciências da Administração criou um programa de extensão, chamado Oficinas de Gestão, que tem como objetivo oferecer atividades extracurriculares aos estudantes dos cursos de graduação e pós-graduação, integrantes do Programa Nacional de Formação em Administração Pública, do Ministério da Educação. As Oficinas de Gestão traduzem a tradição do CAD/UFSC no desenvolvimento de valores, atitudes, conhecimentos

¹⁹Disponível em: <http://monitoraCONAPIR.seppir.gov.br/interna.php#>.

e habilidades técnicas, necessárias ao enfrentamento dos desafios de um novo ordenamento mundial. Assim sendo, foram gravados 4 (quatro) vídeos com gestores da SEPPIR.

Foram entrevistados à época, João Cláudio Basso Pompeu e Artur Sinimbu, ambos Especialistas em Políticas Públicas e Gestão Governamental, atuando na SEPPIR. Giovanni Harvey - Secretário Executivo da SEPPIR; a Ministra Luiza Bairros e entrevista com Lucy Goes da Purificação - Secretária de Planejamento e Formulação de Políticas da SEPPIR.

O programa fica disponibilizado em um Ambiente Virtual disponível para acesso público, abordando a importância desta temática para o Brasil e de sua discussão no âmbito universitário, e no caso em particular dos estudantes de Cursos de Administração, Administração Pública, podem ser assistidos e, a partir deles é produzido um artigo, como atividade de extensão, que pode ser validado como atividade complementar aos Cursos de Graduação.

Destaca-se também a publicação de artigos acadêmicos com o objetivo de socializar as pesquisas realizadas, bem como socializar os resultados do trabalho desenvolvido: foram publicados dois artigos: O primeiro intitulado: Ações afirmativas em universidades brasileiras para inclusão e empregabilidade da população negra (já citado inicialmente neste relato). O segundo artigo publicado foi intitulado: Da 'Liberdade Escrava' às ações afirmativas: Políticas Públicas para Igualdade Racial de Negros.

4. DISCUSSÃO: O LEGADO DO PROJETO

Entende-se que o principal legado do projeto aqui relatado, para além dos seus objetivos, destacados anteriormente, é o conhecimento gerado e o cumprimento do papel da universidade pública brasileira. Em específico, ficou o *know-how* com o desenvolvimento de toda a pesquisa e seus entregáveis.

Destaca-se na figura 11, a seguir, o **Modelo de Governança**, que pode ser expandido à outras áreas do conhecimento e à outras demandas sociais na busca por igualdade:

Iniciando pelos objetivos da Política Nacional de Participação Social tem-se a Governança de Participação Social, que é um conjunto de estruturas, processos e instrumentos que buscam fortalecer e aperfeiçoar a participação social, como método de governo e gestão, na formulação, implementação, monitoramento e avaliação das políticas públicas. Neste sentido o DECRETO No 8.243, DE 23 DE MAIO DE 2014, cujo objetivo é

garantir instâncias permanentes de diálogo e incentivar a participação da sociedade na elaboração, na implementação e no acompanhamento das políticas públicas, instituiu:

- Política Nacional de Participação Social (PNPS)
- Sistema Nacional de Participação Social (SNPS)
- Compromisso Nacional pela Participação Social (CNPS).

Assim, a governança na etapa de formulação de uma política pública está relacionada/visa garantir:

Alinhamento estratégico: alinhar as propostas, formuladas e elencadas como prioritárias, aos princípios, objetivos e diretrizes da Política Pública.

Participação Social: Promover, viabilizar ou concretizar a garantia do direito de acesso – participação dos diferentes atores no processo, nas etapas, canais e espaços institucionais, onde ocorrerão as discussões, debates e formulação de propostas.

Transparência: acompanhar a formulação, discussão, sistematização, votação, e sequenciamento das propostas.

Gestão de Recursos: otimizar o conhecimento e a infraestrutura: gerenciar o conhecimento – informação – serviços – infraestrutura.

Baseando-se nessas etapas de Políticas Públicas, o Modelo de Governança proposto teve como input a experiência, requisitos, princípios e diretrizes, assim como os recursos adotados na III CONAPIR, respeitando a Política Nacional de Promoção da Igualdade Racial (PNPIR).

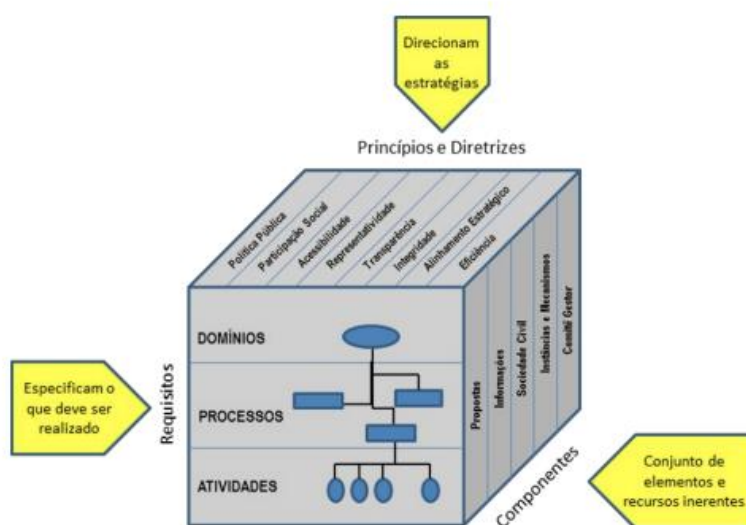
O Modelo proposto visa fortalecer e aperfeiçoar a participação social como método de governo no âmbito da formulação da PNPIR, pois permite que as práticas de gestão sejam revistas a fim de tornar a execução da CONAPIR mais eficiente, transparente e alinhada à PNPIR e à PNPS garantindo-se assim a Legitimidade do processo. Trata-se de um Modelo que serve como Referência, pois define o que é necessário e o que se espera como produto final, que engloba o que segue:

Arquitetura: descreve princípios, diretrizes, requisitos, componentes, instâncias e mecanismos de gestão que devem ser adotados nos processos de formulação de uma política pública.

Análise de Conformidade: avalia o grau de maturidade da formulação da política pública – quanto melhor for avaliado, maior é o grau de maturidade, maior a conformidade com o que era necessário e esperado ser feito - mais legítima são as propostas formuladas.

Pode-se verificar a seguir, a ilustração da arquitetura do Modelo de Governança Proposto, em um formato de cubo, para que seja possível a visualização das três dimensões do processo:

Figura 11: Modelo de governança



Fonte: NUGECORP/UFSC, 2014.

De acordo com o modelo proposto, e discutindo sua aplicação junto à SEPPPIR, usando como comparativo a experiência na realização da III Conapir, é possível verificar que em vários momentos estes Domínios contidos no modelo já foram aplicados e em outros, observa-se que há condições para realizar melhorias que podem fortalecer o processo. Com relação ao Planejamento, constatou-se a presença de diferentes representantes da sociedade civil envolvidos na construção do planejamento da conferência, além dos membros da Seppir, houve a participação de representantes da Coordenação Nacional das Atividades Quilombolas (Conaq), do Centro Nacional de Africanidade e Resistência Afro-Brasileira (Cenarab), do Coletivo Nacional de Juventude Negra (Enegrecer), do Fórum Nacional de Mulheres Negras (FNMN), da Central Única dos Trabalhadores (CUT), da União de Negros pela Igualdade (Unegro).

Destaca-se também o sistema Monitora CONAPIR, o qual também pode ser aplicado à outras demandas; e o sistema de Gestão de Propostas, o qual pode apoiar a geração, análise

e sistematização de propostas para a geração e implementação de políticas públicas diversas, como orçamento participativo, políticas públicas para a gestão de cidades por meio da discussão de novos planos diretores e planos de mobilidade, entre outras e diferentes demandas.

Figura 12: Modelo e sistemas, legados do projeto



Fonte: NUGECORP/UFSC, 2022.

Sobre os resultados, cabe ainda relatar que o diagnóstico elaborado no âmbito do referido projeto possibilitou, no que tange às políticas de igualdade racial, as quais vêm sendo as melhores práticas, ações e perspectivas que promovem no país mobilidade e igualdade racial. Para proceder-se o diagnóstico das políticas e ações implementadas fez-se necessário compreender, a priori, os movimentos que se constituíram no Brasil para a implantação de políticas para promoção de igualdade racial.

5. CONCLUSÃO

Ao final deste relato, pode-se afirmar que os ganhos para o NUGECORP, para a UFSC e para a SEPPIR, e para a sociedade como um todo foram além do cumprimento dos objetivos do projeto. A experiência dos pesquisadores da UFSC junto às plenárias, por exemplo, foi altamente gratificante, pois houve interação com as comunidades e representantes atuantes das comunidades tradicionais, Ciganos, Quilombolas e Matriz Africana, em torno de um objetivo comum. Percebeu-se uma integração real em um país plural.

Este artigo abordou os objetivos do projeto e apresentou o escopo do Modelo de Governança criado especificamente para a SEPPIR e para a promoção da igualdade racial, o que por si só já se traduz em um resultado expressivo e útil para toda a sociedade.

Descreveu-se também o desenvolvimento e a implementação dos serviços, baseados em TICs, que serviu de base à aplicação do modelo conceitual de governança na execução de políticas públicas, considerando o importante contexto de Promoção da Igualdade Racial.

Relatou-se ainda os aspectos ligados à implementação de modelo conceitual de governança, por meio do uso dos serviços de TIC, na execução das políticas públicas de Promoção da Igualdade Racial, o que demonstra a aderência e o papel da Engenharia e da Inovação no interesse social.

E finalmente abordou-se o processo de avaliação e aplicação do modelo de governança na execução das políticas de promoção da igualdade racial, e culminou no legado do projeto.

Para o NUGECORP e seus pesquisadores, ficou a clareza de que a pluralidade, o entendimento e a diversidade podem fazer crescer a humanidade e esse papel cabe também e principalmente à universidade. Ficou a sensação de cumprimento do papel que a sociedade espera dos pesquisadores, professores e técnico administrativos, servidores públicos federais.

Para a UFSC também ficou a sensação de dever cumprido, de ter atuado para a redução de desigualdades e objetivamente na efetiva promoção da igualdade racial, com um programa consistente e com resultados mensuráveis, visíveis e principalmente, replicáveis.

Conclui-se que ainda há desafios em vista, o primeiro é fazer com que pessoas aceitem as outras da forma como estas são. Têm-se os desafios da redução do preconceito, da miséria, da intolerância e outros tantos que somados resultam no que se define como políticas de ações afirmativas: um conjunto de desafios que a sociedade precisa entender e transpor, proporcionando a todos os indivíduos, negros ou não, vítimas de qualquer tipo de preconceito ou forma de exclusão, condições para uma vida justa e respeitada.

REFERÊNCIAS

BRUYNE, P. *et al.* **Dinâmica da pesquisa em ciências sociais: os pólos da prática metodológica.** Rio de Janeiro: Francisco Alves, 1977.

CHIZZOTTI, A. **Pesquisa em ciências humanas e sociais.** 8. ed. São Paulo: Cortez, 2006.

FERNANDES, Florestan. **O Negro no Mundo dos Brancos.** São Paulo: Editora Global, 2007.

FURTADO, Celso. **Formação econômica do Brasil.** São Paulo: Cia das Letras, 2007.

IPEA. **Subsídios à II CONAPIR Conferência Nacional de Promoção da Igualdade Racial.** Brasília/DF: SEPPIR, 2009.

LÜDKE, Menga. **Pesquisa em educação: abordagens qualitativas.** São Paulo: EPU, 1986.

MOEHLECKE, Sabrina. **Propostas de ações afirmativas no Brasil.** São Paulo, USP, Tese de Mestrado, 2000.

_____. **Ação afirmativa no ensino superior: entre a excelência e a justiça racial.** In: Educação e Sociedade, v. 25, n. 88, p. 757-776, Especial – Out. 2004. Campinas: UNICAMP, 2004.

_____. **PROJETO DE COOPERAÇÃO PARA DESENVOLVIMENTO DE MODELO DE GOVERNANÇA APLICADO A REDES DE POLÍTICAS PÚBLICAS DE PROMOÇÃO DA IGUALDADE RACIAL. RELATÓRIO FINAL Volume 1.** Termo de Cooperação Técnica UFSC-SEPPIR, Florianópolis, 2015.

_____. **RELATÓRIO FINAL Volume 2. Termo de Cooperação Técnica UFSC-SEPPIR.** Ações Afirmativas em Universidades Brasileiras para a Inclusão e Empregabilidade da População Negra - Apêndice H, Florianópolis, 2015.

_____. **RELATÓRIO FINAL Volume 2. Termo de Cooperação Técnica UFSC-SEPPIR.** Projeto de Pesquisa - Cooperação para desenvolvimento de Modelo de Governança aplicado a Redes de Políticas Públicas para a Promoção da Igualdade Racial, Apêndice G, Florianópolis, 2015.

_____. **RELATÓRIO FINAL Volume 2. Termo de Cooperação Técnica UFSC-SEPPIR.** Da 'Liberdade Escrava' às Ações Afirmativas - Políticas Públicas para Igualdade Racial de Negros. Apêndice I, Florianópolis, 2015.

_____. **RELATÓRIO FINAL Volume 2. Termo de Cooperação Técnica UFSC-SEPPIR.** Políticas Públicas Destinadas às Comunidades Remanescentes de Quilombo – Uma Análise dos Resultados da I e II Conapir. Apêndice J, Florianópolis, 2015.

_____. **RELATÓRIO FINAL Volume 3. Termo de Cooperação Técnica UFSC-SEPPIR.** Guia do Participante. Apêndice N, Florianópolis, 2015.

_____. RELATÓRIO FINAL Volume 3. **Termo de Cooperação Técnica UFSC-SEPPIR**. Relatório Equipe SAC. Apêndice O, Florianópolis, 2015.

_____. RELATÓRIO FINAL Volume 3. **Termo de Cooperação Técnica UFSC-SEPPIR. Relatório das Atividades da Equipe de apoio Nugecorp UFSC em Brasília**. Apêndice P, Florianópolis, 2015.

SEPPIR. **Boletim Informativo da II CONAPIR – Conferência Nacional de Promoção da Igualdade Racial**. Edição nº 1 – Ano 1/Nov. 2007. Brasília/DF: SEPPIR, 2007.



Manifestações patológicas em revestimentos cerâmicos nas fachadas de edifícios da cidade de Itabira/MG

Hugo Marlon da Silva Nascimento¹

Daniel Coelho do Amaral²

RESUMO

Este estudo busca identificar manifestações patológicas em revestimentos de fachada na cidade de Itabira/MG, analisando o contexto municipal em empreendimentos que apresentaram alguma manifestação patológica em revestimento de fachada, assim como o desempenho das principais construtoras atuantes no município. Foi realizado um levantamento de treze empreendimentos com tipologia construtiva de maior incidência na cidade e realizada análise visual para a identificação das manifestações patológicas. O contexto geral da cidade de Itabira/MG demonstrou a existência de certa variação na cultura construtiva da cidade, que pode ser dividida em dois eixos de atuação, construtoras atuantes no mercado, que demonstram um bom desempenho e não apresentam grandes problemas em relação a manifestações patológicas e os grupos de pessoa física, que tentam atuar em mercado que não é seu foco, em grande maioria, profissionais de outras áreas que demonstram desempenho inadequado das edificações construídas por esta prática.

Palavras-chave: Manifestações Patológicas. Revestimentos Cerâmicos. Fachada.

¹Graduado em Arquitetura e Urbanismo pelo Centro Universitário do Leste de Minas Gerais – UNILESTE. Mestre em Construção Civil pela Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG, e Doutorando em Materiais para Engenharia pela Universidade Federal de Itajubá – UNIFEI, MG. Atua como professor e pesquisador do Centro Universitário (UNA) de Itabira e do Instituto Ensinar (DOCTUM) de João Monlevade, MG, Brasil. E-mail: hugomarlondasilva@gmail.com.

²Graduado em Engenharia Civil pelo Centro Universitário Geraldo Di Biase – UGB, RJ. É Mestrando em Materiais para Engenharia pela Universidade Federal de Itajubá – UNIFEI, MG, Brasil. E-mail: danyel0086@gmail.com.

Pathological manifestations in ceramic coatings on the facades of buildings in the city of Itabira/MG

ABSTRACT

This study quests to identify pathological manifestations in facade cladding in the city of Itabira/MG, analyzing the municipal context in projects that presented some pathological manifestation in facade cladding, as well as the performance of the main construction companies operating in the municipality. A survey of thirteen developments with the highest incidence of construction typology in the city was carried out and visual analysis was carried out to identify the pathological manifestations. The general context of the city of Itabira/MG demonstrated the existence of a certain variation in the constructive culture of the city, which can be divided into two axes of action, construction companies active in the market, which demonstrate good performance and do not present major problems about manifestations pathologies and groups of individuals, who try to operate in a market that is not their focus, in the vast majority, professionals from other areas who demonstrate the inadequate performance of the buildings built by this practice.

Keywords: *Pathological Manifestations. Ceramic Coating. Facade.*

Artigo recebido em: 22/08/2022

Aceito em: 28/12/2022

1. INTRODUÇÃO

Atualmente a indústria da construção civil tem apresentado uma maior preocupação com a prevenção de manifestações patológicas devido a retrabalhos e manutenção excessiva em pós-obras, o que gera custos que poderiam ser evitados com melhor planejamento e utilização correta das técnicas construtivas, seleção e aplicação dos materiais.

Devido à exposição às intempéries, os revestimentos de fachada desenvolvem um desgaste natural, o que demanda a necessidade de manutenção contínua nos mesmos. Segundo Chaves (2009, p. 2-3) “ao longo da vida dos edifícios, devem existir preocupações de manutenção e reabilitação, sendo as fachadas, um dos componentes que maior cuidado deverá merecer, uma vez que, se encontram mais expostas aos mecanismos de degradação”. Além disso, nem sempre os procedimentos técnicos adequados são observados no processo de instalação dos revestimentos, e estes fatores também podem causar manifestações patológicas nos revestimentos de fachada.

Nos últimos anos, o mercado da construção civil na cidade de Itabira/MG apresentou um crescimento elevado seguindo as tendências do mercado nacional, embora atualmente este mercado apresente retração. Devido a parâmetros urbanísticos e a demanda do mercado no município, a tipologia construtiva de maior utilização é de edifícios mistos (comercial e residencial multifamiliar), de padrão médio de acabamento, e o revestimento mais utilizado nas fachadas são as pastilhas cerâmicas.

Com o aquecimento do mercado, algumas empresas cresceram e outras novas surgiram, outro fenômeno comum na cidade foi o surgimento de grupos de pessoas físicas que se associaram para a construção de empreendimentos isolados. Em muitos casos as novas construtoras não contavam com um corpo técnico adequado, e a prestação de serviço é de baixa qualidade devido à remuneração insuficiente e falta de treinamento da mão de obra.

Com o aparecimento de tais manifestações patológicas, é comum, principalmente em prédios residenciais, que o primeiro responsabilizado seja o construtor, isso ocorre devido à uma cultura pré-estabelecida em nossa sociedade, em que cabe ao construtor toda a responsabilidade sobre quaisquer danos nas construções. O descontentamento dos moradores, muitas vezes atinge elevadas proporções e, quando as discussões sobre as responsabilidades não são resolvidas na esfera administrativa, resultam em uma ação judicial. (MENDONÇA *et al.*, 2021, p. 506)

Muitos empreendimentos não têm alcançado o desempenho adequado quanto aos revestimentos cerâmicos de fachada nas edificações, e em curto prazo têm apresentado manifestações patológicas generalizadas, principalmente em revestimentos cerâmicos de

fachada. Neste sentido, este estudo se dedica a analisar algumas edificações e construtoras da cidade, fazendo uma análise para apontar as principais manifestações patológicas em revestimentos cerâmicos de fachada e verificando se existe correlação entre as edificações e construtoras analisadas.

O conceito de manifestações patológicas tem sido tratado na indústria da construção civil para descrever falhas no desempenho das edificações, tais como fissuras, trincas, eflorescências, deformações e qualquer outro tipo de anomalia que uma edificação apresente. Segundo Segat (2005) em comparação com a medicina, as manifestações patológicas nas construções é uma área engenharia que estuda os sintomas, os agentes de degradação, as causas e as origens das “doenças” ou defeitos que ocorram nas construções. Campante e Sabbatine (2001) afirmam que as manifestações patológicas podem ser descritas como condições que em algum momento as construções deixam de apresentar o desempenho esperado, ou seja, não cumprem as funções para as quais foram projetadas.

As edificações assim como o corpo humano, sofrem um desgaste natural, devido às condições de exposição e de uso da edificação, os aspectos que levam a degradação do edifício podem ser atmosféricos, biológicos, de carga, de incompatibilidade (química ou física) e o próprio uso. Segundo a ASTM E632-82 (1996) “a durabilidade pode ser definida como a capacidade de um produto, componente, montagem ou construção manter-se em serviço ou em utilização”. Dentre os aspectos de degradação natural segundo Resende, Barros e Medeiros (2005), a temperatura é um dos fatores de degradação que mais atuam no revestimento de fachada de edifícios. Sendo que pode causar comportamentos diversos nos materiais provocando variações físicas e químicas.

O uso indiscriminado de materiais também pode causar danos à edificação devido à incompatibilidade física ou química. Resende, Barros e Medeiros (2005) afirmam que esse tipo de ação ocorre principalmente da adição de materiais que reagem entre si formando um material de propriedades indesejáveis.

Em sua grande maioria, as edificações no cenário nacional optam pela utilização de revestimentos cerâmicos ou pintura como acabamentos para a fachada. Antunes (2010, p. 17) afirma que “embora sejam diversas as alternativas de acabamento em argamassa em fachada, acabamentos cerâmicos e em pintura têm sido adotados preferencialmente no mercado Nacional”. Campante, Sabbatine (2001) afirmam que “a principal razão pela qual os edifícios utilizam revestimentos cerâmicos nas fachadas há décadas se deve

principalmente à sua alta resistência as intempéries, ou seja, revestimentos cerâmicos não apresentam desgastes significativos ao longo do tempo.

Dentre as manifestações patológicas de fachada as de maior incidência encontradas nas amostras foram descolamento, fissuras e trincas, falhas nas juntas de assentamento, eflorescências, desagregação e deterioração do revestimento. Chaves (2005) afirma que o descolamento quando localizado pode ter sua origem em pequenas fissuras, devido a deficiências na aplicação ou do suporte, e que o descolamento generalizado normalmente está associado à elevada expansão de ladrilhos, falta de qualidade do material, aplicação deficiente ou a incompatibilidade em várias camadas do sistema. Wanderlind (2022, p. 3) afirma que “na busca pela estabilidade dos sistemas de revestimento cerâmico, ressalta-se a importância das juntas entre as placas, principalmente das juntas de assentamento, as quais, tradicionalmente, são preenchidas com argamassas de rejunte”.

As fissuras e trincas podem ser um sinal de alerta para o surgimento de manifestações patológicas mais graves, Padilha Jr. *et. al* (2007) diz que este tipo de patologia aparece devido à perda de integridade física da superfície da placa, que pode ficar limitada a um defeito estético, ou evoluir para um destacamento de placas. Por isso Thomaz (1992) *apud* Silva (2007) destaca a importância do surgimento das fissuras devido a três aspectos: o aviso de algum problema sério na estrutura, o comprometimento do desempenho da obra em serviço e o constrangimento psicológico que a fissuração exerce sobre seus usuários.

Diante do cenário, este estudo busca identificar manifestações patológicas em revestimentos de fachada na cidade de Itabira/MG, analisando o contexto municipal em empreendimentos que apresentaram alguma manifestação patológica em revestimento de fachada, assim como o desempenho das principais construtoras atuantes no município.

2. METODOLOGIA

A pesquisa fez um levantamento de 13 empreendimentos da Cidade de Itabira/MG, demonstrando que a tipologia construtiva de maior incidência é de edifícios de até quatro pavimentos, com revestimento cerâmico, padrão médio. Variando de acordo com o zoneamento do plano diretor do município. Através deste cenário foi identificada a necessidade de selecionar edifícios para uma análise mais criteriosa, para apontar quais foram as falhas e possíveis origens. Para seleção dos edifícios o critério foi diversificar tanto pela região da cidade quanto por construtor, para diversificar as origens dos dados e tentar abranger a cidade de modo mais genérico. Inicialmente, foram selecionados quatro edifícios que foram construídos por sociedade de pessoas físicas, e posteriormente foi necessário realizar uma análise complementar, das quais foram escolhidas as três principais construtoras da cidade, avaliando três empreendimentos de cada uma delas, totalizando 13 edifícios (4 edifícios da análise inicial mais 9 edifícios das construtoras).

Os edifícios selecionados passaram por um levantamento técnico e uma análise organoléptica para identificação das manifestações patológicas, gerando um registro fotográfico e um banco de dados para comparação de resultados entre os edifícios. Esta etapa da pesquisa teve como objetivo buscar alguma semelhança entre as manifestações patológicas dos revestimentos de fachada em edifícios na cidade de Itabira/MG. Foram escolhidos os edifícios mais passíveis a sofrerem esforços mecânicos nas fachadas ocasionados por insolação direta (menor sombreamento), altura dos edifícios o que proporcionam maiores esforços de carga e maior esforço quanto à dilatação e compressão dos revestimentos cerâmicos, juntas e argamassas.

A análise complementar realizada nas três construtoras diferentes avaliando três empreendimentos de cada uma delas buscou identificar o desempenho das edificações desenvolvidas por empresas formais. Foram escolhidas três empresas, com critério de maior número de empreendimentos, devido à quantidade de amostras que poderiam fornecer.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Dos quatro edifícios selecionados, os edifícios 01 e 02 são de uma mesma construtora, e as manifestações patológicas se mostraram praticamente as mesmas. No edifício 01 foi observado fissuras e falhas nas juntas de assentamento, assim com descolamento de placas e pulverulência do reboco em alguns pontos, as falhas apresentadas aparecem em diversos pontos do edifício e apenas em um local o descolamento é do tipo Mapa como pode ser observado na Figura 1.

Figura 1: Manifestações patológicas do edifício 01



Fonte: Autoria própria, 2022.

O edifício 02 apresentou fissuras e falhas nas juntas de assentamento em diversos pontos da edificação, várias placas apresentam fissuras e falhas em sua superfície, sendo que esta manifestação patológica foi observada apenas nas placas maiores de 20x20cm (as

menores são pastilhas de 10x10cm), também ocorre o descolamento das placas cerâmicas de modo generalizado, do tipo mapa e gretamento em um dos pontos observados na Figura 2.

Figura 2 : Manifestações patológicas do edifício 02



Fonte: Autoria própria, 2022.

Os edifícios 03 e 04 foram executados por grupos de pessoa física, ou seja, não são de empresas consolidadas no mercado. Embora ambos tenham apresentado falhas, eles possuem algumas diferenças, o edifício 03 apresentou descolamento em grandes proporções e não foi observada a presença de rejunte entre as placas apontando uma possível origem das falhas (Figura 3).

Figura 3: Manifestações patológicas do edifício 03

Fonte: Autoria própria, 2022.

O edifício 04 apresentou falhas nas juntas, descolamento das placas de grandes proporções e em quase toda a fachada, há também a existência de pulverulência do reboco em grande parte da fachada, podendo ser esta a causa do fraco desempenho desta amostra.

Figura 4 : Manifestações patológicas do edifício 04

Fonte: Autoria própria, 2022.

A análise visual e o registro fotográfico discutido acima estão apresentados na Tabela 1, pode-se observar que os empreendimentos apresentaram falhas semelhantes, sendo que foi observado descolamento em todas as amostras e não foi possível observar eflorescência em nenhum dos edifícios. Os edifícios 01 e 02 apresentaram fissuras nos rejuntos, e apenas o edifício 04 não apresentou falhas nas juntas. O edifício 02 foi o único que apresentou fissuras nas placas e evidências de manutenção em sua fachada. Houve descolamento em

todas as amostras e foi observado pulverulência nos edifícios 01 e 04, sendo que o último apresentou esta falha de modo generalizado.

Tabela 1: Amostragem de edificações com manifestações patológicas

| Empreendimentos | 01 | 02 | 03 | 04 |
|------------------------|--------------------------|-----------------------|--------------------------|--------------------------|
| Revestimento | Pastilha cerâmica | Placa cerâmica | Pastilha cerâmica | Pastilha cerâmica |
| Fissuras no rejunte | Sim | Sim | Não | Não |
| Falhas nas juntas | Sim | Sim | Sim | Não |
| Gretamento | Não | Sim | Não | Não |
| Eflorescência | Não | Não | Não | Não |
| Pulverulência | Sim | Sim | Sim | Sim |
| Descolamento | Sim | Sim | Não | Sim |

Fonte: Autoria própria, 2022.

Na análise das construtoras foi demonstrado que duas das três construtoras alcançaram bom desempenho dos empreendimentos, e apenas uma construtora obteve falhas nos revestimentos cerâmicos de fachada. A construtora 02 não apresentou nenhuma manifestação patológica em revestimentos de fachada em seus empreendimentos. A Construtora 03 apresentou falha nas juntas em apenas um empreendimento, sendo a única falha observada nos edifícios desta construtora.

A maior parte dos empreendimentos da Construtora 01 é voltado para habitação de interesse social que não utilizam revestimento cerâmico na fachada, os três edifícios analisados desta empresa são de padrão médio. O empreendimento A desta construtora apresentou fissuras e falhas nas juntas, pulverulência no reboco e descolamento de placas. O empreendimento B apresentou fissuras e falhas nas juntas, fissuras nas placas, e descolamento do revestimento. O empreendimento C apresentou Fissuras e falhas nas juntas, mas não apresentou outras manifestações patológicas. Esses desempenhos podem ser observados na Tabela 2.

Tabela 2: Amostragem de desempenho da construtora 01

| Construtora 01 | | | |
|---------------------|-------------------|----------------|-------------------|
| Empreendimentos | A | B | C |
| Revestimento | Pastilha cerâmica | Placa cerâmica | Pastilha cerâmica |
| Fissuras no rejunte | Sim | Sim | Sim |
| Falhas nas juntas | Sim | Sim | Sim |
| Gretamento | Não | Sim | Não |
| Eflorescência | Não | Não | Não |
| Pulverulência | Sim | Não | Não |
| Descolamento | Sim | Sim | Não |

Fonte: Autoria própria, 2022.

Como visto pelo exposto acima, a Construtora 01 demonstrou falhas semelhantes entre os empreendimentos analisados, sendo que todos apresentaram fissuras e falhas nas juntas e apenas um não apresentou descolamento de placas. O empreendimento A da Tabela 2 é o único da construtora que foi possível detectar pulverulência do reboco. O empreendimento B da Tabela 2 é o único da construtora que apresentou fissuras nas placas. O Empreendimento C é o único que não apresentou descolamento das placas.

A Construtora 02 trabalha com empreendimentos de padrão médio e alto, e foi a única que utilizou fachada ventilada do tipo ACM, e não foi identificado nenhuma manifestação patológica em revestimentos cerâmicos de fachada em nenhum dos três empreendimentos analisados.

Tabela 3: Amostragem de desempenho da construtora 02

| Construtora 02 | | | |
|---------------------|-----|----------------|-------------------|
| Empreendimentos | A | B | C |
| Revestimento | ACM | Placa cerâmica | Pastilha cerâmica |
| Fissuras no rejunte | - | Não | Não |
| Falhas nas juntas | - | Não | Não |
| Gretamento | Não | Não | Não |
| Eflorescência | Não | Não | Não |
| Pulverulência | Não | Não | Não |
| Descolamento | Não | Não | Não |

Fonte: Autoria própria, 2022.

A Construtora 03 trabalha com empreendimentos de padrão médio e construção de edifícios corporativos, as três obras analisadas alcançaram um bom desempenho, sendo que o empreendimento A apresentou apenas falha nas juntas, e os empreendimentos B e C não apresentaram nenhuma manifestação patológica em revestimentos de fachada.

Tabela 4: Amostragem de desempenho da construtora 03

| Construtora 03 | | | |
|---------------------|-------------------|----------------|-------------------|
| Empreendimentos | A | B | C |
| Revestimento | Pastilha cerâmica | Placa cerâmica | Pastilha cerâmica |
| Fissuras no rejunte | Sim | Sim | Sim |
| Falhas nas juntas | Sim | Sim | Sim |
| Gretamento | Não | Sim | Não |
| Eflorescência | Não | Não | Não |
| Pulverulência | Sim | Não | Não |
| Descolamento | Sim | Sim | Não |

Fonte: Autoria própria, 2022.

O contexto geral da cidade de Itabira/MG demonstrou a existência de certa variação na cultura construtiva da cidade, que pode ser dividida em dois eixos de atuação, por um lado existem construtoras atuantes no mercado, que demonstram um bom desempenho e não apresentam grandes problemas em relação a manifestações patológicas. Há também os grupos de pessoa física, que tentam atuar em mercado que não é seu foco, em grande maioria são profissionais de outras áreas, e que geralmente não possui informações suficientes para administrar uma construção, por serem entrantes no mercado não possuem parceiros adequados e muitas vezes são mal assessorados pelos profissionais contratados, e o resultado disto é o desempenho inadequado das edificações construídas por esta prática.

4. CONCLUSÃO

Dentre os empreendimentos do cenário mercadológico da cidade de Itabira/MG, existem edifícios que demonstraram um desempenho adequado, que não apresentaram falhas nos revestimentos cerâmicos de fachada, e que não demandaram manutenção corretiva após o seu uso recente. Mas também existem outros edifícios que não conseguiram obter um desempenho desejável em relação aos revestimentos de fachada, apresentando em pouco tempo de uso diversas manifestações patológicas, e demandando manutenção em excesso.

Os dados levantados com a análise dos empreendimentos apresentaram uma série de manifestações patológicas nos revestimentos, rebocos e juntas, apresentando pulverulência do reboco, descolamento das placas, fissuras e trincas nas juntas e em algumas placas.

Os edifícios que apresentaram desempenho inadequado na cidade de Itabira/MG apontam para execução de obras por grupos de pessoa física, este dado indica que empreendimentos administrados desta forma se mostraram mais propícios a apresentarem manifestações patológicas de fachada.

O fraco desempenho da construtora 01 citada na tabela 02 pode ser mencionado como caso isolado, já que os problemas apareceram em edificações de médio padrão, que não é o foco da construtora. Além disso, foi à única construtora a demonstrar falhas de grandes proporções. Também é válido afirmar que esta empresa cumpriu a garantia e executou a manutenção após o surgimento das falhas. Dentre as manifestações patológicas descritas, a de maior incidência foi a das fissuras e das falhas nas juntas dos revestimentos, sendo esta, uma falha comum em vários casos.

De modo geral as edificações executadas por construtoras alcançaram um desempenho adequado, sendo que a única que não teve bom desempenho cumpriu com as responsabilidades de manutenção, desta forma pode-se concluir que existe maior segurança para os proprietários que adquiriram seus imóveis de construtoras. As edificações executadas por grupos de pessoa física não demonstram confiança aos proprietários, além do desempenho inadequado, o cumprimento da garantia não é certo, já que estes investidores podem não possuir interesse em se manter no mercado.

REFERÊNCIAS

WANDERLIND, Augusto *et al.* **Análise da influência das juntas de assentamento na resistência a aderência do sistema de revestimento cerâmico de fachada.** *Revista Técnico-Científica de Engenharia Civil Unesc-CIVILTEC*, v. 7, n. 1, 2022.

MENDONÇA, Henrique De Oliveira Prata *et al.* **Manifestações patológicas em revestimento de fachadas—análise de causas e consequências.** *A CONSTRUÇÃO CIVIL: EM UMA PERSPECTIVAS ECONÔMICA, AMBIENTAL E SOCIAL*, v. 1, n. 1, p. 504-518, 2021.

PEZZATO, L. M., SCHIERI, E.P., PABLOS, J. M. **Estudos de Casos em Fachadas Revestidas com Cerâmicas.** *Cerâmica Industrial*. São Paulo, n. 5-6, p. 15-30, Set/Dez. 2010.

CAMPANTE, Edmilson Freitas; SABBATINI, Fernando Henrique. **Metodologia de Diagnóstico, Recuperação e Prevenção de Manifestações Patológicas em Revestimentos de Fachada.** *Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP*. São Paulo, BT, PCC, 301. 2001.

RESENDE, Maurício Marques; BARROS, Mércia M.S.B.; MEDEIROS, Jonas Silvestre. **A Influência da Manutenção na Durabilidade dos Revestimentos de Fachada de Edifícios.** ResearchGate. São Paulo. 2000.

FIESS, Julio Ricardo F.; OLIVEIRA, Luciana Alves; BIANCHI, Alessandra C.; THOMAZ, Ercio. **Causas da Ocorrência de Manifestações Patológicas em Conjuntos Habitacionais do Estado de São Paulo.** I Conferência Latino-Americana de Construção Sustentável. X Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, claCS'04, ENTAC'04. São Paulo, 2004.

PADILHA, Marcos; AYRES, Giovanni; LIRA, Raphaele; JORGE, Daniel; MEIRA, Gibson. **Levantamento Quantitativo das Patologias em Revestimentos Cerâmicos em Fachadas de Edificações Verticais na Cidade de João Pessoa – PB.** II Congresso de Pesquisa e Inovação da Rede Norte Nordeste de Educação Tecnológica, CONNEPI, 2007. João Pessoa, 2007.

SILVA, Angelo Just da Costa. **Método Para Gestão das Atividades de Manutenção de Revestimentos de Fachada.** Tese (Doutorado em Engenharia Civil). São Paulo: Universidade de São Paulo, 2008.

CHAVES, Ana Margarida Vaz Alves. **Patologia e Reabilitação em Revestimentos de Fachada.** Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Minho: Universidade do Minho, 2009.

ANTUNES, Giselle Reis. **Estudo de Manifestações Patológicas em Revestimentos de Fachada em Brasília – Sistematização da Incidência de Casos.** Dissertação (Mestrado em Estruturas e Construção Civil). Brasília: Universidade de Brasília, 2010.

FREITAS, Juliana Gomes. **A Influência das Condições Climáticas na Durabilidade dos Revestimentos de Fachada: Estudo de Caso na Cidade de Goiânia – GO.** Dissertação

(Mestrado em Geotecnia, Estruturas e Construção Civil). Goiânia: Universidade de Goiás, 2012.

JUNGINGER, Max. **Rejuntamento de Revestimento Cerâmicos: A Influência das Juntas de Assentamento na Estabilidade de Painéis.** Dissertação (Mestrado em Engenharia). São Paulo: Universidade de São Paulo, 2003.

SEGAT, Gustavo Tramontina. **Manifestações Patológicas Observadas em Revestimentos de Argamassas: Estudo de Caso em Conjunto Habitacional Popular na Cidade de Caxias do Sul (RS).** Dissertação (Mestrado Profissionalizante em Engenharia). Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2005.

SILVA, Armando Felipe. **Manifestações Patológicas em Fachadas com Revestimentos Argamassados. Estudo de Caso em Florianópolis.** Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo). Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 2007.

PEZZATO, Leila Maria. **Patologias no Sistema Revestimento Cerâmico: Um Estudo de Casos em Fachadas.** Dissertação (Mestre em Arquitetura e Urbanismo). São Carlos: Universidade de São Paulo, 2010.



Relevantes métodos que conservam o suco de laranja e seus engajamentos na qualidade de vida

Laura Jacomo Oliveira¹

Amanda Romanini dos Santos²

Layane Jonas Ferreira³

Leandro Anselmo Santos Marchi⁴

RESUMO

A demanda pela busca saudável, no dia a dia, vai de encontro com o hábito de tomar sucos naturais, dentre eles, o mais consumido é o suco de laranja, com isso hoje é procurado meios eficazes e de bom custo benefício para manter o suco conservado por mais tempo no comércio, mantendo o mais próximo de seu natural possível. O método de pasteurização usado em altas temperaturas tem como objetivo eliminar microrganismos, prolongando assim, a validade do produto juntamente com suas propriedades nutritivas e sabor. Já o sorbato de potássio, conservante muito conhecido pelas indústrias, por mais que tenha também a mesma funcionalidade, impedindo fungo/bactérias e evitando esporos, deixa de priorizar o sabor original do suco de laranja. O objetivo deste trabalho é comprar esses dois métodos por meio de análises da literatura. Fazendo um confronto entre pontos negativos e positivos, ressaltado o bem estar do consumidor, e mantendo os sentidos sensoriais ao máximo de um suco natural, é possível chegar a uma conclusão, que neste caso a pasteurização apresentou resultados qualitativos, preservando a qualidade de vida do consumidor e tendo um maior tempo de prateleira, sendo que o processo não é composto de nenhum composto químico no produto.

Palavras-chave: Pasteurização. Sorbato de Potássio. Suco de Laranja.

¹Graduada em Engenharia Química pela Universidade Brasil, ICESP, Campus Fernandópolis, SP, Brasil. E-mail: laurajacomo@yahoo.com.br.

²Graduada em Engenharia Química pela Universidade Brasil, ICESP, Campus Fernandópolis, SP, Brasil. E-mail: amandaromanini54@gmail.com.

³Graduada em Engenharia Química pela Universidade Brasil, ICESP, Campus Fernandópolis, SP, Brasil. E-mail: layanejferreira@gmail.com.

⁴Graduado em Engenharia Química pela Universidade Brasil, ICESP. Mestre em Ciências Ambientais pela Universidade Brasil, ICESP. É professor nos cursos de Engenharia Química e Medicina da Universidade Brasil, ICESP, Campus Fernandópolis, SP, Brasil. E-mail: leandro5marchi@hotmail.com.

Relevant methods that preserve orange juice and its commitment to quality of life

ABSTRACT

The demand for healthy pursuits on a daily basis is the habit of drinking natural juices, the most consumed is orange juice, with this today effective and cost-effective means are sought to keep the juice preserved for longer in the market, keeping as close to its natural as possible. The pasteurization method used at high temperatures aims to eliminate microorganisms, thus prolonging the shelf life of the product along with its nutritional properties and flavor. Potassium sorbate, a preservative well known by the industries, although it also has the same functionality, preventing fungus/bacteria and preventing spores, fails to prioritize the original flavor of orange juice. Evaluating the comparison between the two processes through other research articles, comparing negative and positive points, highlighting the consumer's well-being, and keeping the sensory senses to the maximum of a natural juice, it is possible to reach a conclusion, that in this case pasteurization presented qualitative results, preserving the quality of life of the consumer and having a longer shelf life, and the process does not compose any chemical compound in the product.

Keywords: *Pasteurization. Potassium Sorbat., Orange Juice.*

Artigo recebido em: 16/06/2022

Aceito em: 14/10/2022

1. INTRODUÇÃO

O suco não fermentado obtido da laranja madura se tornou o suco mais consumido no mundo todo. Nos dias de hoje o Brasil corresponde a 79% do suco de laranja que é vendido no mundo (Citrus BR), segundo Comex Stat o Brasil é líder em exportação mundial de suco de laranja (MAIA, 2012).

Dado o aumento por hábitos mais saudáveis é de se esperar uma tendência maior ao consumo de produtos mais naturais, tendo assim uma elevação no consumo do suco de laranja, melhorando também a comercialização do mesmo. O suco é comercializado de três maneiras: suco concentrado e congelado, suco restituído e o suco pasteurizado. De acordo com Maia (2012), o pasteurizado é o suco vendido pronto para beber, precisando de refrigeração para manter-se conservado.

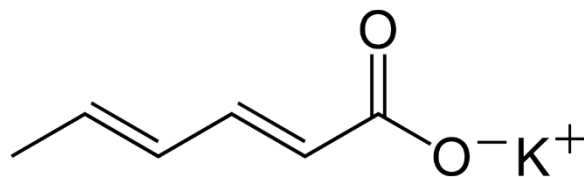
Segundo Gomes (2006), o suco de laranja é um produto do qual a vida útil de prateleira é afetada decorrido a ação de enzimas, microrganismos deteriorantes e reações químicas que afetam características como cor, sabor e aroma causando perdas nutricionais.

Dentre algumas técnicas para melhorar a vida-de-prateleira do suco, destaca-se a pasteurização. Processo que equivale o uso de altas temperaturas, tendo como objetivo final inibir alguns microrganismos, ou eliminá-los, conseguindo assim conter o nível de atividade bacteriológica, alcançando também um produto com maior validade e com suas propriedades nutritivas mantidas (FONTANA, 2009).

A técnica de pasteurização foi criada na década de 1860, trazendo o nome de seu criador como homenagem a Louis Pasteur, nascido na França no dia 27 de dezembro de 1822. Louis Pasteur foi uma grande figura como cientista, tendo grandes descobertas em sua vida. Segundo Matos (1997), o mesmo acima produziu diversas pesquisas e descobertas, sendo uma delas em vinícolas e cervejarias que se deu origem a técnica da pasteurização.

Uma outra maneira também de conservação do suco são os aditivos conservadores, sendo substâncias que barram a ação microbiana ou enzimas tardando o processo de Deterioração (KAWASE, 2008), na atual pesquisa foi analisado o aditivo sorbato de potássio.

Na molécula do conservante sorbato de potássio, a base de ácido sórbico e carbonato de potássio (Figura 1) têm como principal objetivo inibir fungos e bactérias, não impedindo a proliferação de esporos (MENDES, 2017).

Figura 1: Fórmula estrutural sorbato de potássio

Fonte: Autoria própria, 2022.

O ácido graxo insaturado (ácido sórbico e seus derivados, sorbato) foi extraído pela primeira vez do óleo de bagas de sorveira em 1859 pelo professor A. W. von Hoffmann, sua eficácia é a ação antimicrobiana já reconhecida há mais de 70 anos tecnicamente. É dificilmente solúvel em água, sua aplicabilidade também depende do pH, maior em meio ácido, sua aplicabilidade é direcionada a alimentos com pH inferior a 6,5 e deixando de ser utilizado em produtos fermentados, devido inibição da função metabólica da levedura. O mesmo contém apenas um discreto grau de alergia, porém não demonstra nenhum dado de toxicidade (FOOD INGREDIENTS BRASIL, 2011).

2. METODOLOGIA

Para o presente trabalho realizou-se uma pesquisa bibliográfica. Na busca de trabalhos como fonte de pesquisa, foi empregado os descritores: pasteurização, sorbato de potássio, suco de laranja e qualidade, nas bases de dados Google Acadêmico e Scielo, no período entre abril e junho de 2022.

A questão que orientou a busca de artigos nessa revisão foi: relevantes métodos que conservam o suco de laranja e seus engajamentos na qualidade de vida. Como critério de inclusão foram avaliados apenas os 200 primeiros resultados mais relevantes das bases de dados utilizadas, devido ao alto índice de resultados, no período de 2011 a 2021, em análise.

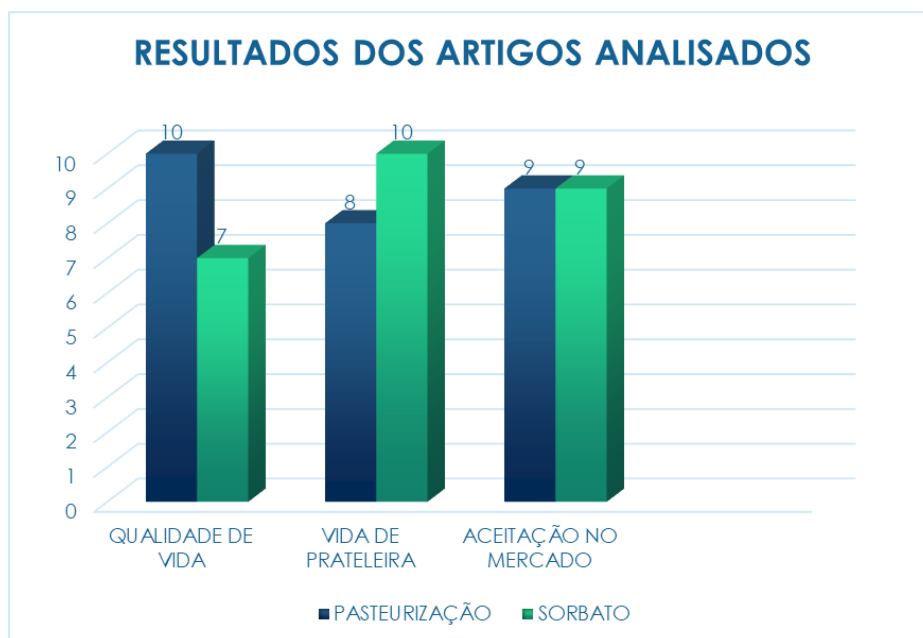
A análise das pesquisas foi realizada por meio de leitura exploratória do estudo encontrado, tendo em foco a conservação, com base em dados qualitativos.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Através das buscas nas bases de dados citadas na metodologia, foram elegidos 21 artigos para utilização e embasamento da discussão deste trabalho.

Dentre eles, foi realizado um gráfico com uma análise qualitativa com uma nota de 0 a 10, dos seguintes pontos: qualidade de vida, vida de prateleira e aceitação no mercado. Observa-se que os artigos que tratam da pasteurização são mais focados em qualidade de vida, embora em quantidade próxima aos outros temas. Já os artigos que tratam do sorbato debatem mais a vida de prateleira, mas também em número próximo aos demais temas.

Gráfico 1: Temperatura e um pasteurizador em funcionamento



Fonte: Autoria própria, 2022.

3.1 Pasteurização

Criado por Louis Pasteur em 1862 a pasteurização é um processo onde utiliza-se a alta temperatura com o propósito do extermínio parcial da flora banal e a eliminação total da flora microbiana patogênica, não ultrapassando os 100 °C (Figura 2), a temperatura pode ser alcançada por calor seco, vapor, água quente, radiação ionizante e corrente elétrica. (REINEHR *et al.*, 2017).

Figura 2: Temperatura e um pasteurizador em funcionamento

Fonte: Autoria própria, 2022.

Louis Pasteur, por ter um grande interesse pela química, recebeu uma solicitação de alguns vinicultores e cervejeiros que estavam tendo problemas com vinhos e cervejas que azedaram (GEISON, 2018).

Pasteur descobriu que a acidez do vinho ocorria devido aos microrganismos vivos contidos no ar, e que os mesmos não suportavam uma temperatura maior que 60 °C. A partir dessas descobertas foi criado o método conhecido como pasteurização, onde se inibe as bactérias por temperatura elevada em um curto tempo, e logo após a temperatura já se reduz drasticamente através do choque térmico no produto (Figura 3) (PEREIRA *et al.*, 2011).

Portanto de acordo com Silveira (2014), existem grandes diferenças físico-químicas entre o suco de laranja fresco e o conservado, como no processo de pasteurização tem-se uma perda de nutrientes, tornando o suco com um sabor levemente diferente do comum, porém inibindo a grande maioria de microrganismos presentes no produto, para então ter uma boa vida útil na prateleira do comerciante.

Esta etapa do processo em que os microrganismos são excluídos do produto, é onde a diferenciação da temperatura em um curto espaço de tempo consegue permanecer com as qualidades organolépticas do mesmo, sendo elas cor, brilho, transparência, entre outras (KROLOW *et al.*, 2020).

Figura 3: Pasteurizador usada para suco de laranja

Fonte: Autoria própria, 2022.

O processo de pasteurização baseia-se na diferença de temperaturas em um espaço de curto tempo, conservando a nutrição do produto, uma maior validade do produto, ainda sim com qualidade. Seu alvo é a inibição de seus microrganismos patógenos, com uma técnica térmica tranquila, mesmo que em muitas das vezes somente reduza os microrganismos alterantes tendo um efeito limitado, como o método é limitado no combate de microrganismos aos alimentos após o processo de pasteurização e do choque térmico, ainda assim é necessário a armazenagem em uma baixa temperatura. Contudo as características sensoriais (aparência, aroma, consistência e sabor) quase não são alteradas. (KROLOW et al, 2020).

Quando se fala do produto como polpa da fruta, o momento da pasteurização constitui em duas maneiras, a mais rápida que seria em uma temperatura maior que 70 °C por poucos segundos e também a mais lenta, onde a temperatura se encontra entre 58 °C e 70 °C em alguns minutos. Tendo em vista uma grande indústria de polpas, precisa-se de um processo com curtos intervalos de tempo e ainda assim uma eficiência na produção, então é utilizado o método de pasteurização rápido (MORAES-DE-SOUZA, 2011).

Outra vantagem no processo de pasteurização é a eliminação das bactérias sintetizadas do ácido láctico, *Lactobacillus* e *Lauconostoc* (microaerófilas), as mesmas resistem a um baixo pH e retratam pouca resistência a temperaturas elevadas, sendo convencional no suco de laranja, o mesmo não contendo o processo ou componente químico, tem uma durabilidade menor (SANCHES, 2020).

Com o intuito de uma boa aceitação do produto no mercado consumidor não é analisado apenas os valores nutritivos e uma balanceada composição, mas também que os aspectos sensoriais como gosto, textura, aroma, aparência e sabor, para que não seja rejeitado pelo cliente (COSTA, 2011).

A vida de prateleira é estabelecida por variados fatores, dentre eles o mais comum aos sucos é o teste sensorial (aceitação pelo consumidor e descrição do produto) e também o intrínseco que influencia na estrutura e formulação do alimento (composições do alimento) sendo toda substância química que envolve-o, ressaltando também o fator extrínseco que se aplicada até mesmo no manuseio que o consumidor faz ao produto, principalmente nas variações de temperatura, o que pode deteriorar mais facilmente o suco (SILVA, 2015).

Quando é realizada uma comparação do suco natural ao pasteurizado, o mesmo apresentou uma pequena diferença, perdendo a presença de partículas e células, sendo as fibras compostas na laranja, após ser conduzido ao choque térmico, degradando mais uma vez sua composição natural (NASCIMENTO *et al.*, 2014).

3.2 Sorbato de potássio

O sorbato de potássio é um sal de potássio do ácido sórbico (Figura 4 e 5), que tem como objetivo inibir fungos e bactérias, evitando que o alimento seja degradado pela levedura e o bolor, o mesmo é utilizado em inúmeros alimentos no mercado consumidor (MENDES, 2017).

Já de acordo com Silva & Schmidt (2015), a adição de conservantes é válida pela grande vida útil que se dá ao produto, prolongando assim os dias para o mesmo ser comercializado, porém o sorbato de potássio acaba ocasionando mudanças na cor e sabor do produto, tornando-o indesejado ao cliente.

O conservante sorbato de potássio, em um estudo feito por Rebonatto *et al.*, 2018, mostrou-se muito caro para investimentos, por isso foi estudado juntamente com o ácido propiônico com uma redução de 23,4 % no custo deste último. Nota-se ainda, uma ótima economia no uso do sorbato de potássio com o ácido acético, em cerca de 70,19 % de redução nos custos para uma indústria.

Figura 4: Sorbato de potássio



Fonte: Autoria própria, 2022.

Segundo Silva (2015), quando é feito o processo de adicionar conservantes diz-se que é uma maneira de aumentar o tempo do produto no mercado e ainda assim garantir uma segurança do próprio produto, sendo utilizado apenas em certos alimentos, firmando não atrapalhar as características sensoriais juntamente com a inibição de microrganismos.

Figura 5: Forma estrutural sorbato de potássio



Fonte: Autoria própria, 2022.

Portanto o aditivo, ainda que consista em ter uma vida útil prolongada, inibindo bolores, leveduras e bactérias, mesmo que indique a segurança ao produto, ainda assim, sua digestão no dia a dia deve ser leve, pois o acúmulo de conservantes no organismo, pode trazer complicações à saúde (FARIAS *et al.*, 2021).

Tendo como uma das desvantagens, o sorbato de potássio ao ser usado sem cuidados rigorosos, pode trazer algumas alterações químicas no suco da fruta, como odor, sabor e consistência, especialmente se o suco for mantido a uma temperatura maior que 5 °C (SILVA, 2015).

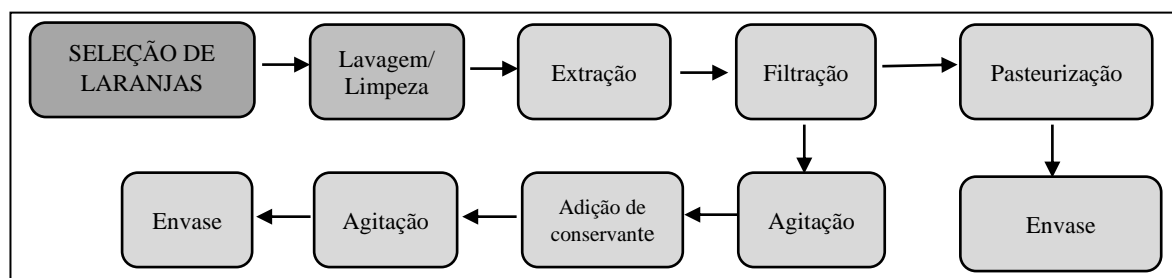
E ainda vale ressaltar que, de acordo com Farias e colaboradores (2021), os conservantes devem ser manuseados de forma altamente segura, para não trazer maiores danos a vida do consumidor, bem como o rótulo deve estar bem explicativo sua composição.

Outro ponto negativo do conservante pesquisado é uma grande interferência nos valores da acidez volátil, muita das vezes gera um gosto incomum, isso acontece pela presença das bactérias lácticas que se degeneram no sorbato de potássio, no entanto, por exemplo nos sucos de uva, o conservante é adicionado pouco antes do seu engarrafamento, e ainda assim, com um teor alto de enxofre livre (SILVA, LIMA, 2017).

3.3 Fluxograma da produção do suco de laranja

No fluxograma, apresentado na Figura 6, a seguir contém as etapas da produção do suco de laranja, desde seleção da fruta, até o produto final envasado.

Figura 6: Produção do suco de laranja considerando as duas possibilidades



Fonte: Autoria própria, 2022.

A decisão dos processos apresentados no trabalho aparece após a filtragem. Até este momento, a produção de suco de laranja passa por 4 etapas: seleção, lavagem/limpeza,

extração e filtração. Após, pode-se ir para a pasteurização ou agitação que levará à adição do conservante.

4. CONCLUSÃO

Assim como nas pesquisas realizadas acima, fica claro que o melhor método para um bom suco de laranja que garanta a qualidade de vida, é o suco pasteurizado, tendo os aspectos sensoriais nivelados, uma boa vida de prateleira e ajudando na inibição dos microorganismos, fazendo com que o consumidor beba mais sucos e com qualidade.

REFERÊNCIAS

COSTA, O.A. **Efeito da pasteurização na qualidade e no teor de antioxidantes naturais em polpa de frutas tropicais – acerola e caju**. 2011. 188 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos). Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2011. Disponível em: https://ri.ufs.br/bitstream/riufs/13897/2/ALBERTINA_OLIVEIRA_COSTA.pdf. Acesso em: 19 de maio de 2022.

FARIAS, J.Q. *et al.* Utilização de conservantes alimentícios no combate à ação microbiana em maionese: verificação nos rótulos. 2021. **Brazilian Journal of Development**., Curitiba, v.7, n.4, p. 39986-39996, abr, 2021. Disponível em: <https://www.brazilianjournals.com/index.php/BRJD/article/view/28452>. Acesso em: 20 de maio de 2022.

FONTANA, D.H.G. **Elaboração de um modelo para o controle do processo de pasteurização em cerveja envasada (in-package)**. 2009. Lume repositório digital UFRGS., Porto Alegre, jun. 2009. Disponível em: <https://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/18596>. Acesso em: 15 de maio de 2022.

FOOD INGREDIENTS BRASIL. **Dossie Conservantes**. Brasil, 2011. Nº 18. Disponível em: https://revista-fi.com/upload_arquivos/201606/2016060507789001467204027.pdf. Acesso em: 16 de maio de 2022.

GOMES, M.S. **Estudo da pasteurização de suco de laranja utilizando ultrafiltração**. (Dissertação de Mestrado em Engenharia) Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2006. Disponível em: <https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/12560/000630200.pdf?sequence=1>. Acesso em: 10 de maio de 2022.

KAWASE, K.Y.F. **Efeito do Conservador Ácido Benzoico Micronizado no Controle do Crescimento de Alicyclobacillus spp. em Suco de Laranja**. 2008. 60 f. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Seropédica-RJ, março de 2008.

Disponível em: <https://tede.ufrrj.br/bitstream/tede/395/1/2008%20-%20Katia%20Yuri%20Fausta%20Kawase.pdf>. Acesso em: 18 de maio de 2022.

KROLOW, A.C.; OLIVEIRA, R.P.; FERRI, N.M. **Pasteurização de suco integral e Néctar de laranja cultivar valência: Definição de temperature e tempo de retenção.** 2020. Embrapa, Circular técnica 209., Pelotas- RS, novembro de 2020. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/218230/1/CIRCULAR-209.pdf>. Acesso em: 10 de maio de 2022.

MAIA, A.S.P. **Pasteurização: Estudo do efeito de Parâmetros Físico-químicos na Cinética e Dimensionamento.** 2012. Instituto Politécnico de Tomar. Brasil, dez. 2012. Disponível em: https://comum.rcaap.pt/bitstream/10400.26/5844/1/2012-11-12%20Ana_TFM_final..pdf. Acesso em: 20 de maio de 2022.

MATOS, J.A.M.G. **Ciência para ajudar a vida.** História da Química. Brasil, Nº 6 nov. 1997. Disponível em: <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc06/historia.pdf>. Acesso em: 25 de maio de 2022.

MENDES, M.I.S. *et al.* **Efeito do sorbato de potássio no cultivo in vitro de citros.** 2017. 11ª Jornada Científica – Embrapa Mandioca e Fruticultura. Brasil, 2017. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/1083616/1/BTE11717V01RV1Aprovado.pdf>. Acesso em: 18 de maio de 2022.

MORAES-DE-SOUZA, R.A. **Qualidade de polpa de camu-camu [Myrciaria dúbia (H.B.K) McVaugh], submetida aos processos de congelamento, pasteurização, alta pressão hidrostática e liofilização e armazenada por quatro meses.** 2011. 111 p. Tese (Doutorado-Programa de Pós-Graduação em ciências.) Centro de Energia Nuclear na Agricultura da Universidade de São Paulo., Piracicaba, 2011. Disponível em: https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/64/64135/tde-26012012-152551/publico/Doutorado_Revisada.pdf. Acesso em: 15 de maio de 2022.

NASCIMENTO, K.O. *et al.* **Alimentos minimamente processados: uma tendência do mercado.** 2014. **Acta Tecnológica**, Vol. 9. N. 1. P 48-61., Seropédica- RJ, 2014. Disponível em: <https://periodicos.ifma.edu.br/actatecnologica/article/view/195/196>. Acesso em: 15 de maio de 2022.

PEREIRA, C.D., et el. **Manual de Conservação e Transformação de Produtos de origem vegetal.** 2011. Ministério da Agricultura, do Desenvolvimento Rural e das Pescas., Bencanta, Coimbra – Portugal, novembro de 2011. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Carlos-Pereira-63/publication/259296839_Manual_de_Conservacao_e_Transformacao_de_Produtos_de_Origem_Vegetal/links/02e7e52adf77a51f2f000000/Manual-de-Conservacao-e-Transformacao-de-Produtos-de-Origem-Vegetal.pdf. Acesso em: 20 de maio de 2022.

REBONATTO, B. *et al.* **Sinergismo entre ácidos orgânicos e sorbato de potássio no controle de Aspergillus flavus.** 2018. v. 25, N 3, p 114. **Segur. Aliment. Nutri., Campinas**, set, 2018. Disponível em: <https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/san/article/view/8652765/18742>. Acesso em 20 de maio de 2022.

REINEHR, J. *et al.* **Pasteurização térmica e segurança alimentar em sucos.** 2017. p 320. Educação profissional em destaque: Filosofia em diálogos com outros saberes. Santa Maria-RS, 2017. Disponível em: https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/15834/educacao_profissional_desta_filosofia_dialogo.pdf?sequence=1&isAllowed=y#page=320. Acesso em: 15 de maio de 2022.

SANCHES, B.A.O. **Efeitos da pasteurização e do armazenamento na qualidade microbiológica, nutricional, funcional e sensorial da polpa de passiflora setácea.** 2020. Faculdade de ciências da saúde. Brasília-DF, 2020. Disponível em: https://repositorio.unb.br/bitstream/10482/40893/1/2020_BeatrizAlejandraOrtegaSanchez.pdf. Acesso em: 19 de maio de 2022.

SILVA, A.C.S.M. **Introdução à análise sensorial de gêneros alimentícios e sua aplicação na indústria alimentar.** 2015. (Mestrado Integrado em Medicina Veterinária). Instituto de ciências biomédicas Abel Salazar. Porto, 2015. Disponível em: <https://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/78916/2/34982.pdf>. Acesso em: 20 de maio de 2022.

SILVA, D.R. **Avaliação de preparado de fruta submetido ao processamento térmico como alternativa de conservação.** (Trabalho de conclusão de Curso). Universidade Federal de Rio Grande do Sul., Porto Alegre, 2015. Disponível em: <https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/141307/000992295.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 10 de maio de 2022.

SILVA, G.N., LIMA, R.T.S. **Análise comparativa de conservantes em vinhos tintos e sucos de uva por titulação potenciométrica.** 2017. Projeto de trabalho de conclusão de curso. Faculdade Pernambucana de Saúde. Recife- PE, 2017. Disponível em: <https://tcc.fps.edu.br/bitstream/fpsrepo/16/1/TCC.pdf>. Acesso em: 20 de maio de 2022.

SILVA, M.C.R.; SCHMIDT, V.C.R. **Avaliação da vida-de-prateleira de morangos recobertos com biofilme de acetato de amido e acetato de amido com adição de sorbato de potássio.** 2015. Congresso brasileiro de engenharia química em iniciação científica., Campinas-SP, julho de 2015. Disponível em: <http://pdf.blucher.com.br.s3-sa-east-1.amazonaws.com/chemicalengineeringproceedings/cobeqic2015/160-32593-248074.pdf>. Acesso em: 12 de maio de 2022.

SILVEIRA, J.Q. **Biodisponibilidade de flavanonas e atividade antioxidante do suco de laranja fresco versus suco de laranja pasteurizado em humanos saudáveis.** 2014. 104 f. Tese (Doutorado). Universidade Estadual Paulista. “Júlio Mesquita Filho”. Araraquara, 2014. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/114027/000797145.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 10 de maio de 2022.



Análise da redução da distância média de transporte (DMT) de uma mina de calcário no Centro Oeste de Minas Gerais

Luciano Rodrigues Franco Lopes¹

Leandro Martins Pereira²

Cláudia Duarte da Conceição³

Fernanda Fonseca Diniz⁴

RESUMO

A distância média de transporte (DMT) é um fator relevante na mineração, pois sabe-se que cerca de 60% do custo significativo no orçamento operacional corresponde ao transporte do minério até as usinas de beneficiamento e do estéril até a pilha. Assim, as mineradoras estão na constante busca por reduções de custos. Este trabalho busca mostrar a importância de um estudo da DMT, com menores distâncias entre as frentes de lavras até as usinas de beneficiamento, além de um controle no consumo de combustível dos equipamentos de transporte. Um estudo aprimorado da DMT promove uma melhora na produção e consequentemente no lucro, favorecendo, assim, toda escala produtiva. O estudo desenvolvido usou como base uma análise através de coletas de dados com o auxílio do GPS para comparação da DMT percorrida e os tempos gastos entre os dois trajetos dos caminhões da frente de lavra até o britador primário. Após a implantação das melhorias na via de acesso da mina, verificou-se redução nos gastos com combustível e menor desgaste dos pneus. Os tempos de ciclos após a otimização do trajeto, também mostram que a produção e produtividade do minério aumentaram, mesmo operando com um equipamento a menos.

Palavras-chave: Distância Média de Transporte – DMT. Produção. Custos.

¹Graduado em Engenharia de Minas pela Universidade do Estado de Minas Gerais – UEMG, Unidade João Monlevade, MG, Brasil. E-mail: luciano franco.minas@outlook.com.

²Graduado em Engenharia de Minas pela Universidade do Estado de Minas Gerais – UEMG, Unidade João Monlevade, MG, Brasil. E-mail: pereiraleandromartins@gmail.com.

³Graduada em Engenharia de Minas pela Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG. Mestra em Engenharia de Minas pela New Mexico Institute of Mining and Technology – NMIMT, EUA. É professora e pesquisadora da Universidade do Estado de Minas Gerais – UEMG, Unidade João Monlevade, MG, Brasil. E-mail: claudia.conceicao@uemg.br.

⁴Graduada em Engenharia de Minas pela Universidade do Estado de Minas Gerais – UEMG. Especialista em Engenharia de Segurança do Trabalho pela Universidade Candido Mendes – UCAM, e Mestra em Engenharia e Gestão de Processos e Sistemas pelo Instituto de Educação Tecnológica – IETEC. É professora e pesquisadora da Universidade do Estado de Minas Gerais – UEMG, Unidade João Monlevade, MG, Brasil. E-mail: fernanda.fonseca@uemg.br.

Analysis of the reduction of average haulage distance (AHD) of a limestone mine in the Midwest of Minas Gerais

ABSTRACT

A relevant factor to be studied in mining is the Average Haulage Distance (AHD). It is known that about 60% of the significant cost in the operating budget arises from hauling ore to the mineral processing plants and the waste rock to the waste rock dump. Thus, mining companies are undergoing a cost-benefit analysis to reduce costs. This paper seeks to show, how significant it is to carry a study on the AHD to have shorter distances between front mine to the ore processing plants, in addition to a control on fuel consumption of transport equipment. An improved DMT study promotes an improvement in production and, consequently, in profit, thus favoring the entire production scale. The study carried out used as a basis an analysis through data collections with the help of GPS, for comparison in the AHD traveled and the time spent between the two pathways of the trucks from the mining front to the primary crusher. After the implementation of improvements in the mine's access road, there was a reduction in fuel costs and less wear on tires. The cycle times after the path optimization also show that the production and productivity of ore increased, even operating with one less piece of equipment.

Keywords: Average Haulage Distance – AHD. Production. Costs.

Artigo recebido em: 28/09/2022

Aceito em: 23/01/2023

1. INTRODUÇÃO

A mineração é uma atividade extremamente importante para o Brasil, não só como fonte de renda para os municípios detentores do bem mineral, mas também pela produção de bens essenciais que suprem as necessidades e o consumo da humanidade. Todavia, essa atividade vem sofrendo com cenários imprevisíveis devido aos rompimentos de barragens em Minas Gerais, o que prejudica a credibilidade do empreendimento minerário no país. A indústria está se reinventando para conseguir recuperar sua imagem, realizando altos investimentos em tecnologias, buscando a sustentabilidade em suas atividades extrativas e, ao mesmo tempo, estão competitivas em um mercado em que o preço das *comodities* está em baixa e há um crescimento da demanda de minério no mundo.

Em um empreendimento mineiro, as atividades são divididas em etapas distintas conceitualmente, mas interligadas entre si. Essas etapas compreendem prospecção, exploração, desenvolvimento, lavra (incluindo fechamento de mina) e o beneficiamento de minérios. A etapa de lavra pode ser constituída pelas operações de perfuração, que são realizadas por perfuratrizes hidráulicas ou pneumáticas, seguida do desmonte, que ocorre logo após os furos serem carregados manualmente ou bombeados com explosivos e amarrados por cordéis detonantes, juntamente com equipamentos de detonação como espoleta e retardos de acordo com um plano de fogo previamente calculado. Somente, então, após a fragmentação da rocha, o minério ou estéril será carregado e transportado, na maioria das vezes, por caminhões, para a usina de beneficiamento ou pilhas de estéril, respectivamente.

As etapas da lavra podem representar considerável impacto na cadeia de produção, especialmente a etapa de transporte, que pode ser avaliado de acordo com a **distância média de transporte (DMT)**, que mensura a distância percorrida pelos equipamentos de transporte das frentes de lavra até a usina de beneficiamento ou até a pilha de estéril, em cada turno.

O transporte de material desmontado na mina pode culminar em até 60% dos custos operacionais. Tendo em vista o cenário vigente da mineração, que exige produção em grande escala com melhor custo-benefício, a **DMT** é uma das variáveis que deve ser considerada. As vias de acesso têm grande repercussão na **DMT** e, por muito tempo, não receberam a devida atenção, embora as estradas de uma mina tenham papel expressivo para o sucesso da atividade mineradora. No contexto atual, as vias de acesso possuem suas próprias especificações, diretrizes e normas regulamentadoras, sendo a principal delas a **Norma**

Reguladora de Mineração (NRM). Há que se considerar também o *layout* da mina para a construção das vias pois, por mais que as estradas estejam dentro das normas, se o trajeto não for o ideal, afetará a **DMT**.

Com uma **DMT** otimizada, a próxima fase do processo, que compreende a cominuição do minério, deverá ser revista, de forma que se adapte ao novo ritmo de produção, evitando atrasos na escala produtiva.

Frente ao exposto, tem-se a seguinte questão: qual a influência das estradas de uma mina na distância média de transporte – **DMT** e por consequência na produção e produtividade dos equipamentos de transporte?

Este trabalho teve como objetivo responder essa questão, através da análise do efeito de redução do perímetro trafegado, avaliar o aumento da produtividade dos caminhões, verificar sua influência, comparar ciclos operacionais gastos pelos equipamentos antes e após a alteração da rota e, por fim, apresentar uma otimização do trajeto de uma mina de calcário.

2. METODOLOGIA

O projeto e construção de estradas de mina, segundo Sousa (2011), deve seguir critérios específicos de caráter geométrico, estrutural, funcional e de drenagem, em conformidade com as leis ambientais e normas regulamentadoras de saúde e segurança vigentes. O caráter geométrico é quando se planeja as estradas da mina através do desenho e gerando o layout da disposição vertical e horizontal dos acessos e rampas. (THOMPSON, 2014).

Sousa, *et al.* (2012), afirmam que o planejamento de estradas de transporte em uma mina, geralmente é realizado por profissionais da área de planejamento de lavra e estruturado por equipe da operação de mina. Essas estradas, que são as principais linhas de acesso ao transporte do minério e estéril, são de grande relevância e os efeitos prejudiciais da concepção inadequada das estradas de transporte, gerenciamento e manutenção estão se tornando cada vez mais evidentes. Thompson e Visser (2008) listam alguns desses impactos:

- a) Diminuição da vida útil dos pneus dos caminhões;
- b) Perda de produtividade das frotas de transporte;
- c) Aumento dos riscos de segurança;

d) Aumento na geração de partículas (poeira).

2.1 Estradas

A Norma Regulamentadora NR-22 determina que a largura mínima das vias de trânsito em minas a céu aberto deve ser duas vezes maior que a largura do maior veículo utilizado em pistas simples e de três vezes maior que a largura do maior veículo utilizado em pistas duplas (MTE, 1978). Coutinho (2017) afirma que a NR-22, determina também que, em condições anormais, onde não é possível o cumprimento desta norma, deve se adotar procedimentos adicionais como sinalização de segurança e limite de velocidade.

Os elementos geométricos de uma estrada compreendem:

- **Leiras de segurança**

Segundo a NR- 22, nas laterais das bancadas ou estradas onde houver riscos de quedas de veículos, devem ser construídas leiras com altura mínima correspondente à metade do diâmetro do maior pneu de veículo que por elas trafegue (MTE, 1978). As leiras têm função de conter os veículos dentro da pista que por ela transitam. Leiras centrais são recomendadas para evitar que caminhões desgovernados atinjam a pista contrária. A Figura 1 apresenta, tracejado em amarelo, a altura ideal das leiras, exigida pela NR-22.

Figura 1: Leira de segurança



Fonte: Sousa, 2011.

- **Inclinação de rampa**

Na construção de uma rampa, é recomendado que seu *grade* ou gradiente, que é definido pela inclinação vertical, esteja entre 8% a 10%. Coutinho (2017) acrescenta a importância de se deixar a pista linear, pois gradientes irregulares podem provocar esforços

elevados no câmbio de transmissão e afetar diretamente na redução da velocidade dos equipamentos de transporte. A Figura 2 mostra exemplos da forma correta e incorreta da inclinação na pista.

- **Drenagem**

A elaboração e execução de um projeto de drenagem é vital em estradas de mina, pois um dos principais fatores que geram a degradação de estradas não pavimentadas é a erosão provocada pelo escoamento superficial e o acúmulo de água em seu leito e margens.

A água pode ser originada de escoamento superficial, gerada na própria estrada ou proveniente de áreas marginais. A coleta e o direcionamento adequados da água para escoadouros naturais, artificiais, bacias de acumulação ou outro sistema de retenção localizado no terreno marginal, são objetos do projeto de drenagem (GRIEBELER, 2002). Opta-se pela construção de rampas e vias com grade de inclinação transversal de 2%. A Figura 3 mostra o *grade* transversal na pista.

Figura 2: Inclinação do *grade* horizontal

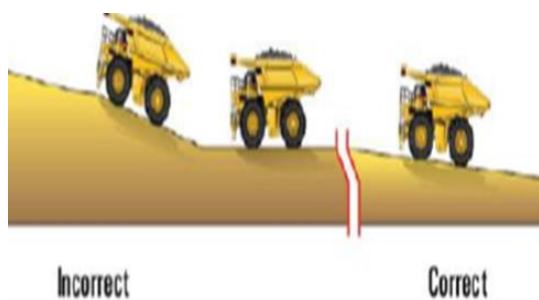
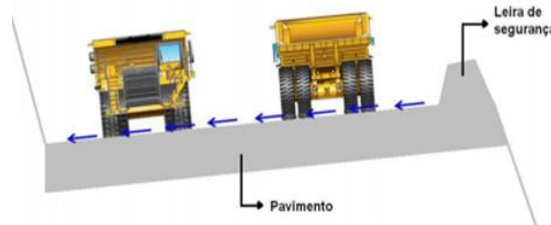


Figura 3: Inclinação transversal



Fonte: Richards e West, 2003 (adaptado em Coutinho, 2017).

Fonte: Thompson e Visser, 2008.

Em vias de acesso onde existem curvas, a superelevação sugerida é de, no máximo, 4%. O ideal é que interseções de vias evitem topo de rampas, pois dificulta a visão, sendo ainda as mais planas possíveis.

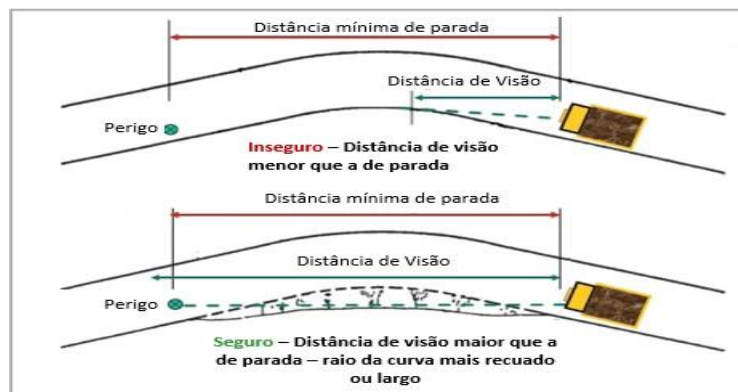
Os principais elementos de drenagem em uma mina, segundo Silveira (2014), são: valetas, valas, bueiros, trincheira de infiltração, diques, entre outros.

- **Raio de curvatura**

As curvas devem ser planejadas com o máximo raio possível, prevalecendo a suavidade, preservando a maior segurança e redução de congestionamento de tráfego.

Conforme visto na Figura 4 onde são mostradas a suavidade e a distância de uma curva segura.

Figura 4: Influência das curvas na operação dos equipamentos



Fonte: Thompson, 2014.

A construção de uma curva sempre busca favorecer o desenvolvimento e o desempenho dos caminhões, permitindo uma velocidade constante, sem perda de potência e velocidade do equipamento no trajeto, obtendo o máximo de desempenho dos caminhões e evitando aumento no tempo de ciclo, o que impacta exclusivamente na produção e gastos com o transporte.

- **Distância de visibilidade**

Segundo Lisboa (2019), a distância de visibilidade é a extensão da área periférica visível ao operador, quanto melhores as condições gerais de visibilidade, mais seguro será o acesso. Em termos de segurança, ao realizar uma frenagem, o reflexo e rapidez são influenciados diretamente, sendo consequência da maior visibilidade do operador dentro da cabine do equipamento com o cenário do ambiente.

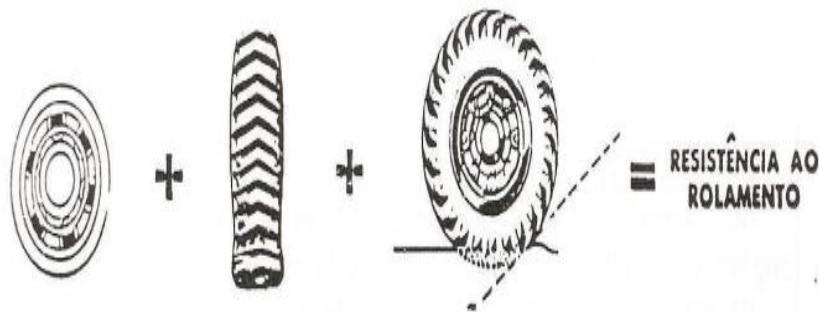
Dada a relevância do fator visibilidade em relação à produtividade, melhorando as condições de visibilidade no decorrer dos acessos operacionais, aumenta o desempenho da frota de transporte em se tratando das velocidades média e instantânea.

- **Fator de rolamento**

A resistência ao rolamento é a força necessária para superar o atrito interno dos rolamentos e, em unidades montadas sobre rodas pneumáticas, para superar o efeito de retardamento entre os pneus e o solo. O pavimento deve ser flexível e resistente ao cisalhamento, isto inclui a resistência causada pela penetração dos pneus no chão e pela

flexão do pneu sob carga (LISBÔA, 2019). A Figura 5 apresenta como o pneu atua sobre o solo gerando a resistência ao rolamento.

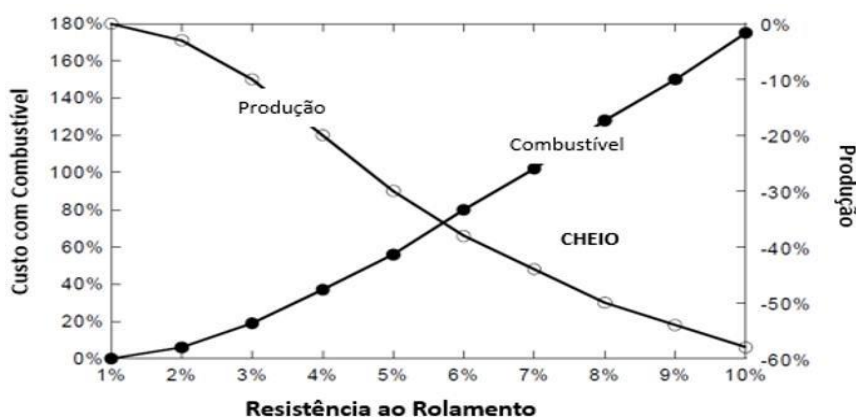
Figura 5: Resistência ao rolamento



Fonte: Jaworski, 1997 (apud Racia, 2016).

Com o aumento do fator de rolamento, a produção da frota de transporte é reduzida (perda de velocidade). As vias de acesso operacionais de uma mina influenciam expressivamente no ciclo operacional da frota de caminhões, interferindo diretamente no custo final do transporte e produção dos empreendimentos minerários, como visto na Figura 6.

Figura 6: Influência da resistência de rolamento no desempenho de mina



Fonte: Tannant e Regensburg, 2001.

3. EQUIPAMENTOS MÓVEIS DA MINA

Os equipamentos móveis são aqueles que se deslocam no interior da mina, realizando a perfuração, desmonte, carregamento e transporte do minério. Sendo esses últimos classificados como equipamentos de grande porte. Os principais equipamentos são descritos a seguir (RICARDO E CATALANI, 2007):

- **Tratores de esteiras**

São equipamentos indicados para execução de tarefas onde é necessário força e tração. Podem executar ao mesmo tempo o corte e o transporte de material. Segundo Faria (2016), a função do trator é essencial para o desenvolvimento de uma mina, podendo desempenhar várias tarefas, possuindo atenção diferenciada, além de possuir um elevado custo operacional, significativo custo de manutenção e um alto valor de aquisição. Comumente utiliza-se o equipamento com locomoção por esteiras, porém, são encontrados, também, tratores sobre rodas. Na Figura 7 observa-se um modelo de um trator de esteiras Caterpillar D9T.

- **Escavadeira hidráulica**

Utilizada para otimizar o trabalho de operários, a escavadeira hidráulica é uma máquina que tem como principal objetivo retirar o material de locais determinados pela obra. Ela é perfeita para construções longas e está muito relacionada às áreas de mineração, oferecendo maior estabilidade para operações em fundo de cava, onde o piso torna-se mais instável pela presença de umidade. A Figura 8 apresenta um modelo da escavadeira 320D Caterpillar.

Figura 7: Trator de esteira D9T Caterpillar



Fonte: Superbid Blog, 2019.

Figura 8: Escavadeira hidráulica 320D Caterpillar



Fonte: Superbid Blog, 2019.

As escavadeiras hidráulicas trabalham de forma seletiva, separando o minério do estéril. Elas apresentam um desempenho de enchimento considerável, trabalham em solos compactos, duros e/ou friáveis, seu desempenho de operação em área estreita é bom e o processo de montagem é prático.

- **Caminhão-pipa**

É um equipamento auxiliar, equipado com reservatório para transporte de água e é utilizado, como por exemplo, na irrigação, limpeza de pavimentos asfálticos, controle de

poeira, terraplanagem, abastecimento de água, etc. A Figura 9 mostra um caminhão-pipa 777G Caterpillar.

Figura 9: Caminhão pipa 777G Caterpillar



Fonte: Caterpillar, 2019.

O uso do caminhão pipa é de grande relevância para a segurança, aumentando a visibilidade ao trafegar através das estradas da mina.

- **Motoniveladora**

Equipamento importante para manutenção de acessos e praças de mina. Sua principal função é realizar a terraplanagem de terrenos, ou seja, nivelar determinado perímetro do solo, evitando o desgaste dos pneus dos equipamentos sobre os solos. Essa ação é feita por uma lâmina de aço localizada na parte central do equipamento e por um escarificador que abre pequenos sulcos no solo. A Figura 10 exemplifica o modelo de uma motoniveladora 12K Caterpillar.

- **Perfuratriz**

De acordo com Lopes (2014, p.17): “Usada para confecção de furos, feitos a distâncias pré-determinadas, em diâmetros que variam de 22 mm a 100 mm geralmente, no Brasil”. Na perfuratriz é montada uma broca, isto é, uma haste metálica que possui na extremidade inferior um material duro, chamado pastilha, que escava a rocha, perfurando-a. A Figura 11 apresenta um modelo da Perfuratriz MD6540C Caterpillar.

Figura 10: Motoniveladora 12K Caterpillar



Fonte: Satel Safar Terraplanagem Ltda, 2019.

Figura 11: Perfuratriz Caterpillar MD6540C



Fonte: Caterpillar, 2019.

A perfuratriz é um equipamento indispensável no processo de desmonte e carregamento, ou seja, de acordo com a maneira como foi executada a furação no decorrer do trabalho haverá impactos diferentes no tamanho do material da rocha desmontada.

- **Pá carregadeira**

Equipamentos versáteis devido a sua alta mobilidade, utilizados para transporte do material desmontado até a unidade de despejo final, fazendo o carregamento em um ciclo de carga, dois movimentos para frente e dois movimentos de ré. A Figura 12 ilustra um modelo da pá carregadeira de rodas 992K.

De acordo com o local e do material a ser extraído a pá carregadeira pode ser encontrada sobre rodas ou esteira.

- **Caminhões fora de estrada**

Equipamentos de transporte, responsáveis por manter o alto volume de movimentação de material desmontado, visando a redução de custo por tonelada de material. Consequentemente, os caminhões são compatíveis com as pás carregadeiras e escavadeira para acelerar os tempos de ciclos e maximizar a produtividade. A Figura 13 mostra um modelo de caminhão fora de estrada 777G.

Figura 12: Carregadeira Caterpillar 992K



Fonte: Caterpillar, 2019.

Figura 13: Caminhão fora de estrada 777G



Fonte: Caterpillar, 2019.

Os caminhões são os principais meios de transporte do material de interesse até o local de beneficiamento. Com o passar dos anos, eles evoluíram e aumentaram seu tamanho e a sua capacidade volumétrica para atender às necessidades de cada mina.

3.1 Produtividade dos equipamentos

Segundo Silva (2009), a produtividade das frotas de perfuração, carregamento e transporte na mineração a céu aberto depende de um projeto e planejamento de lavra adequados à jazida, além de equipamentos selecionados e ajustados às demais operações unitárias de lavra e beneficiamento. Assim, o tipo, o número de equipamentos a serem utilizados e a produtividade dependem de:

- a) Porte das jazidas: vida da mina, taxa de produção, método de lavra;
- b) Projeto de cava: altura das bancadas, largura das frentes de trabalho, desnível entre as frentes de lavra e o destino dos caminhões;
- c) Tipos de rocha: características do minério e do estéril, como massa específica *in situ*, empolamento, umidade, resistência à escavação, grau de fragmentação;
- d) Projeto da deposição do estéril: local da deposição, forma de disposição do estéril;
- e) Projetos das estradas: larguras de acordo com a NR -22;
- f) Planejamento de lavra: número de frentes simultâneas, relação estéril/minério, frequência de deslocamento das frentes de lavra;
- g) Destino do minério: distância, tipo, dimensões e taxa de produção do equipamento que receberá o minério do caminhão, tais como britadores, silos, pilha para lixiviação, entre outros;

- h) Infraestrutura de apoio: recursos de manutenção, recursos para abastecimento, comunicações etc.;
- i) Equipamentos para demais operações: manutenção das estradas e frentes de lavra, desmonte de minério e do estéril etc.

De acordo com Silva (2009), para os cálculos de estimativa de produtividade é necessário considerar alguns parâmetros fundamentais tais como:

- **Fator de operação conjugado**

Entende-se como o tempo em que o equipamento não está produzindo devido às esperas do equipamento que ele opera dependentemente.

“A produção máxima possível de frotas em operação conjugada pode ser obtida pela análise da disponibilidade das frotas. A distribuição binomial é utilizada no cálculo a fim de dimensionar frotas de equipamentos” (BERNARDI, 2015; p.27).

$$PN = Ped \times Pned \times Cr^n \quad (1)$$

onde:

- PN : é a probabilidade de ter exatamente n unidades disponíveis;
- Ped : é a probabilidade de uma unidade estar disponível;
- $Pned$: é a probabilidade de uma unidade não estar disponível; e
- Cr^n : é a combinação de itens tomados, sendo r em um dado tempo.

- **Fator disponibilidade do equipamento**

A disponibilidade dos equipamentos dentro da mina leva em consideração as horas disponíveis que ele possui em um determinado tempo. Alguns fatores como má organização da mina, condições de trabalhos adversas, operações em vários turnos e manutenção preventiva e corretiva inadequadas poderão reduzir a disponibilidade do equipamento. A disponibilidade pode ser dividida em:

- a) Disponibilidade Mecânica: que considera as horas possíveis de serem trabalhadas menos as horas de manutenção (preditiva, preventiva e corretiva);

$$DM = \frac{HT - (MP + MC + TP)}{HT} \times 100 \quad (2)$$

onde:

- *DM*: Disponibilidade mecânica;
 - *HT*: Horas teóricas disponíveis em um ano;
 - *MP*: Manutenção preventiva, compreendendo conservação e inspeção dos equipamentos;
 - *MC*: Manutenção corretiva;
 - *TP*: Tempo perdido compreende a paralisação da máquina (almoço, café, troca de turno do operador, entre outros);
- b) Disponibilidade Física: corresponde a quantidade de horas programadas em que o equipamento está hábil para operar, isto é, não está na manutenção;

$$DF = \frac{HP - HR}{HP} \times 100 \quad (3)$$

onde:

- *DF*: Disponibilidade física: representa o percentual de tempo que o equipamento fica à disposição para a produção;
- *HP*: Horas calculadas por ano: com base na quantidade de turnos, levando em consideração a disponibilidade mecânica e/ou elétrica;
- *HR*: Horas de consertos de equipamentos na oficina ou no campo.

• Fator de utilização do equipamento

Esse fator mensura, em relação ao tempo disponibilizado de um equipamento, o quanto ele foi utilizado efetivamente. Alguns fatores tendem a interferir na utilização dos equipamentos, tais como:

- a) Preparação da frente de lavra;
- b) Perfuração e desmonte de rocha na mina;
- c) Falta de eficiência do operador;
- d) Carência de mão-de-obra;
- e) Paralisação de outros equipamentos;
- f) Fatores climáticos que interferem na operação;
- g) Quantidade de unidades ou dimensões inadequadas.

$$U = \frac{HT}{HP-HM} \times 100\% \quad (4)$$

onde:

- U : Utilização;
- HT : Total de horas efetivamente trabalhadas;
- HP : Corresponde às horas calculadas por ano, na base dos turnos previstos, já levando em conta a disponibilidade mecânica e/ou elétrica;
- HM : Corresponde às horas de reparos na Oficina ou no Campo, incluindo a falta de peças no estoque ou falta de equipamentos auxiliares.

- **Rendimento ou eficiência operacional**

O rendimento operacional (RO) é um indicador que consolida a performance da manutenção e a operação. Borges (2013) afirma que o rendimento é dado pelo produto da disponibilidade física pela utilização física. Consequentemente, entende-se que, quanto maior o seu valor, melhor será.

$$RO = D_f \times U \quad (5)$$

- D_f : Disponibilidade Física;
- U : Utilização do equipamento.

- **Tempo de ciclo**

Conjunto de operações que um equipamento executa numa certa quantidade de tempo, finalizando com o equipamento retornando ao ponto que se iniciou o ciclo. Sendo assim, é o intervalo decorrido entre duas passagens consecutivas da máquina por qualquer ponto do ciclo, por exemplo: manobra, carga, descarga, basculamento, deslocamento etc.

- a) Tempo de ciclo mínimo: é a somatória de todos os tempos elementares, de que resulte o menor tempo de ciclo, em que a tarefa pode ser executada.

$$T_{min} = \sum t_f + \sum t_v \quad (6)$$

- T_{min} : tempo de ciclo mínimo;
- t_f : Tempo fixo;
- t_v : Tempo variável.

b) Tempo de ciclo efetivo: é aquele gasto pelo equipamento para executar o ciclo de operação, computados os tempos de paradas (tp) que ocorrem necessariamente no decurso de muitos ciclos.

$$T_{cef} = T_{min} + \sum tp \quad (7)$$

- T_{cef} : Tempo de ciclo efetivo;
- tp : Tempo de paradas.

3.2 DMT – distância média de transporte

O transporte de minério em um plano de lavra deve ser bastante estudado antes de sua implantação, pois as operações em uma mina são determinadas por tarefas básicas que constituem um ciclo de operações. Portanto, operações como carregamento, transporte, despejo do material e retorno formam um ciclo constante. Sendo assim, o planejamento dos tempos de ciclos de lavra é definido para cada equipamento de carga, bem como os avanços em lugares de basculamento (depósitos de estéril e pilhas de minério). Diante das informações pode-se medir a DMT desejada para o mês entre todos os pontos de carregamento e basculamento (CAMPELO *et.al*, 2018).

O transporte representa uns dos maiores custos dentro de uma atividade de extração mineral. Estudos feitos em diferentes empresas de mineração identificam que o custo da fase “mina” relacionado ao transporte alcança cerca de 60%. A DMT tem impacto direto na produtividade e no custo da frota de transporte, ou seja, quanto menor a distância de transporte, maior será a produtividade e, conseqüentemente, menor será o custo de produção (FELSCH JR. E BRANDÃO, 2018).

Lisbôa (2019) afirma que produtividade é um parâmetro usado como medidor da eficiência na utilização do fator trabalho. Essa produtividade em equipamentos de transporte é medida por tonelagem transportada para cada hora efetiva de operação. A produtividade horária dos caminhões é diretamente proporcional à carga média transportada e inversamente

proporcional aos tempos fixos, variáveis e à distância percorrida. A Figura 14 apresenta a diminuição da DMT em um acesso de uma praça de carregamento da mina Casa de Pedra.

Figura 14: Representação de uma redução de DMT



Redução de DMT realizada na área entre corpos

Fonte: Felsch Jr. e Brandão, 2018.

As DMTs geram um impacto considerável na produção da frota dos equipamentos de transporte, diante disso, frentes de trabalho com trajetos diversos têm a necessidade de serem pensados, potencializando o processo, diminuindo o consumo com diesel e pneus, consequentemente, minimizando os gastos e viabilizando ao extremo a produtividade da operação dos equipamentos.

A variação da DMT tem importância para controle da tonelada por quilômetro por hora (TPKH) da frota de transporte, proporcionando ciclos de operação diferentes e eficientes, sendo possível monitorar com eficácia as pressões e temperatura dos pneus, visando sempre uma operação limpa e segura. A produtividade horária da frota de transporte é inversamente proporcional à DMT: menor DMT corresponde a um menor tempo de ciclo e maior produtividade horária (LISBÔA, 2019).

4. METODOLOGIA

O trabalho propôs a análise de produção e produtividade de uma reformulação de estradas dentro de uma mina de calcário após mudança do local de exploração devido à exaustão do material de interesse.

Foram realizados estudos via GPS e sondagem para abertura do novo trajeto. Devido ao fato de a área pleiteada ser cortada por um riacho, foi necessária a solicitação aos órgãos

ambientais para liberação da licença ambiental para construção de uma ponte, dificultando a abertura de imediato.

Diante da abertura do novo acesso, realizou-se uma análise a partir das coletas de dados com o auxílio do GPS para comparação entre a distância média percorrida e os tempos gastos entre os dois trajetos dos caminhões da frente de lavra até o britador, verificando a viabilidade econômica no processo final dessa mudança.

A pesquisa de campo foi realizada em uma mina de calcário do Centro Oeste mineiro, com o propósito de melhorar a produção e produtividade da empresa. A partir de uma coleta de dados sobre a distância e o tempo gasto pelos equipamentos de transporte, percebeu-se que a DMT necessitava de melhorias para a exploração tornar-se mais interessante economicamente para a empresa.

4.1 Apresentação da mina

A mina em estudo é situada no Centro Oeste de Minas Gerais, no município de Arcos, passando pela Rodovia 170 Km 5,4. Na Figura 15, a seta em amarelo mostra sua localização que é envolvida por um complexo de mineração e empresas de grande porte do ramo da produção de cimento.

Figura 15: Localização da empresa



Fonte: Google Earth, 2020.

O empreendimento é composto por 3 (três) minas, porém somente uma possui a liberação da Agência Nacional da Mineração-ANM - para operação. Devido à falta de

planejamento de curto e longo prazo foram realizadas práticas desacertadas no passado, que comprometeram a produção e até mesmo o empreendimento mineiro. A empresa é produtora de calcário calcítico britado com finalidades para a construção civil e para siderurgia, assim como o calcário de uso agrícola, o calcário dolomítico que possui uma visão de destaque dentro da empresa.

Devido à ascensão do mercado voltado para o agronegócio e com o teor do material de padrões elevados para esses usos, a empresa vendeu todo o produto de alta qualidade, não realizando antes uma pesquisa de mercado e uma estratégia para longo prazo, tais como: fazer o *blend* do material com magnésio inferior ou superior, obtendo um produto uniforme e com a mesma aceitação entre os consumidores.

Com processos de outras jazidas pleiteadas estagnados na ANM, a empresa realizou algumas prospecções até que encontrou oportunidade de arrendamento de uma mina que estava abandonada nas mediações. Foram feitos estudos de sondagem e de viabilidade técnica para analisar os teores e a qualidade do calcário dolomítico, que apresentavam um minério de alta qualidade, logo, chegou-se a um acordo com os proprietários dessa mina paralisada para a exploração.

Com a mina em atividade, rapidamente observou-se elevação considerável nos custos de produção, tendo um aumento do custo com combustível e aumento no rodízio de pneus e, conseqüentemente, um alto valor final do produto, quase inviabilizando a operação. Os diretores decidiram realizar estudos adicionais para elaboração de melhorias a fim de reduzir custos. A equipe de planejamento de mina identificou novas oportunidades de melhorias na principal via de acesso, evidenciando a necessidade de alteração no fluxo dos equipamentos de transporte dentro da mina, com possibilidade de redução da distância média de transporte (DMT) por eles trafegado.

A alteração poderia ser executada em uma área do acesso que possuía um afloramento no meio, onde os veículos davam a volta, contornando-o e seguido de uma rampa principal que poderia ser feita na extremidade do maciço. Tais mudanças reduziriam tempo e distância, além de facilitar o acesso aos bancos superiores, onde o material de interesse está localizado. A Figura 16 indica o trajeto antigo feito pelos caminhões.

Figura 16: Trajeto antigo do acesso à frente de lavra



Fonte: Google Earth, 2020.

A Figura acima mostra o antigo *layout* da mina traçado em amarelo, percorrendo o trajeto da mina até a usina de beneficiamento, que era executado pelos equipamentos antes do novo dimensionamento e o traçado em verde mostra as bancadas 768 e 750.

Com o conhecimento da frota dos equipamentos disponíveis e utilizados na rotina da mina, obteve-se dados para a realização do estudo. A quantidade de ciclos realizados por turno pelos equipamentos foi obtida de boletins diários que são preenchidos pelos operadores, gerando um histórico que possibilita a análise.

A distância média percorrida pelos caminhões foi obtida por medições feitas por GPS e por equipamentos de topografia.

Tabela 1: Medição da produção em um turno de trabalho (8 horas)

| Frota | Quantidade | Tempo de ciclo por turno (min) | Distância ida + volta (km) | Distância total percorrida (km) |
|--------------|------------|--------------------------------|----------------------------|---------------------------------|
| Caminhão | 9 | 10 | 8 | 720 |
| Escavadeira | 2 | 1 | 8 | 16 |
| Carregadeira | 1 | 1 | 8 | 8 |
| Perfuratriz | 2 | 1 | 8 | 16 |
| Comboio | 1 | 1 | 8 | 8 |
| Pipa | 1 | 8 | 8 | 64 |
| Veículos | 1 | 4 | 8 | 32 |

Fonte: Elaborado pelos autores, 2020.

A Tabela 1 retrata a medição da produção em um turno de 8 horas, leva em consideração um dia normal de trabalho, ou seja, o tempo de ciclo considera a ida e a volta (do britador até a praça de carregamento) que cada equipamento faz em sua jornada. A distância nessa tabela está relacionada com o trajeto antigo, antes de ser executada a

mudança da rota dos maquinários com estudo da DMT. A distância total percorrida foi calculada através da multiplicação do número de equipamentos pelo tempo de ciclo e pela distância.

Após os estudos, cálculos e análises de confrontações quantitativas dos resultados alcançados entre os dois trajetos da mina, verificou-se que era viável economicamente a diminuição do percurso, sinalizando ser lucrativo o aproveitamento do bem mineral nesse novo local de extração.

A equipe de planejamento de mina, em conjunto com a equipe da topografia, foram fundamentais para realização desse novo trajeto, ou seja, com dados coletados e sendo lançados em planilhas do *Microsoft®Excel* e realizando as devidas comparações, obteve-se a concretização do novo trajeto.

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Conforme mostra a Figura 17, essa é a configuração atual do *layout* da mina, o traçado em azul é o novo percurso e em verde podemos ver a bancada do calcário dolomítico 658 e 670.

Figura 17: Novo *layout* da Operação da Mina

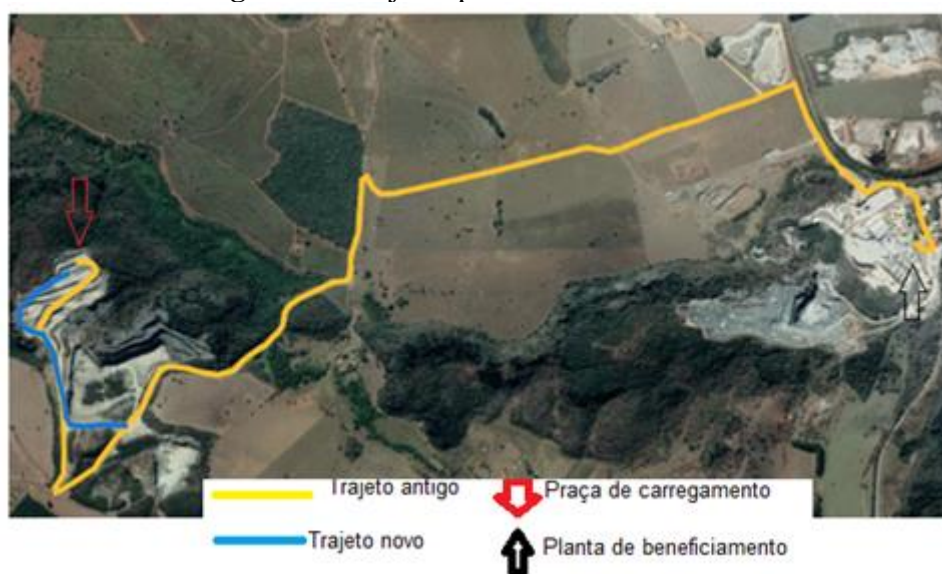


Fonte: Google Earth, 2020.

A estrada antiga possuía 8 km de distância, todavia, com a reformulação da via cortando por dentro do afloramento sul, foi possível reduzir 410 metros e com a mudança da rampa obteve-se um reajuste na distância de 90 metros.

A Figura 18 mostra a visão geral do trajeto por onde os equipamentos de transporte necessitam trafegar durante o turno.

Figura 18: Trajeto após a melhoria da DMT



Fonte: Google Earth, 2020.

Com a atual distância, no trajeto entre a planta de beneficiamento e o banco 750, onde se situa a praça de carregamento, a distância reduziu em 1 km no ciclo, diminuindo o trecho total percorrido em 48 km por turno. A Tabela 2 mostra a distância total percorrida pela frota no novo trajeto, durante um turno:

Tabela 2: Medição do turno de trabalho após alteração da DMT

| Frota | Quantidade | Nº de Ciclo por turno | Distância ida + volta (km) | Distância total percorrida (km) |
|---------------------|------------|-----------------------|----------------------------|---------------------------------|
| Caminhão | 8 | 12 | 7 | 672 |
| Escavadeira | 2 | 1 | 7 | 14 |
| Carregadeira | 1 | 1 | 7 | 7 |
| Perfuratriz | 2 | 1 | 7 | 14 |
| Comboio | 1 | 1 | 7 | 7 |
| Pipa | 1 | 8 | 7 | 56 |
| Veículos | 1 | 4 | 7 | 28 |

Fonte: Elaborado pelos autores, 2020.

A empresa conseguiu reduzir um equipamento da frota de transporte e mesmo assim houve um aumento na produção por turno, passando de 2700 para 2880 toneladas de calcário britado, como mostra Tabela 3.

Tabela 3: Cálculos de produção

| Nº de Caminhões | Nº de Ciclos | Produção/caçambada (t) | Produção/turno (t) |
|-----------------|--------------|------------------------|--------------------|
| 9 | 10 | 30 | 2700 |
| 8 | 12 | 30 | 2880 |

Fonte: Elaborado pelos autores, 2020.

Ao analisar superficialmente os resultados, não fica claro as vantagens com a redução do trajeto, entretanto, pode-se esperar resultados além dos listados nas tabelas:

- a) Ganho com a redução de desgaste de pneus;
- b) Menor desgaste do equipamento de transporte;
- c) Melhora nos indicadores de custos de manutenção;
- d) Redução do consumo de combustível;
- e) A facilitação do acesso ao minério de interesse nas bancadas 768 e 750 é um ganho considerável.

Obteve-se, também, um parâmetro de comparação através do tempo de ciclo mínimo analisando dois ciclos por dia, em dias aleatórios para calcular o tempo gasto. Esse tempo de ciclo calculado, leva em consideração o tempo em que o caminhão sai do britador e percorre todo o trajeto até a praça de carregamento, o tempo em fila, a manobra, o carregamento e o retorno ao britador. Ressalta-se que, no primeiro dia o ciclo operava com 9 (nove) Caminhões Báscula (CB) e percorriam o trajeto antigo, já no segundo dia percorriam o trajeto novo com 8 (oito) equipamentos. A Tabela 4 apresenta o tempo de ciclo dos equipamentos em minutos para percorrer o perímetro trafegado.

Tabela 4: Comparativos entre ciclo antigo e novo

| | DIA 1 | | DIA 2 | |
|-------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| | TEMPO CICLO 1 (min) | TEMPO CICLO 2 (min) | TEMPO CICLO 1 (min) | TEMPO CICLO 2 (min) |
| CB 13 | 36 | 36 | 31 | 32 |
| CB 21 | 32 | 35 | 32 | 32 |
| CB 15 | 36 | 46 | 30 | 31 |
| CB 22 | 35 | 41 | 30 | 33 |
| CB 23 | 34 | 36 | 32 | 31 |
| CB 11 | 39 | 37 | 33 | 32 |
| CB 18 | 44 | 36 | 35 | 34 |
| CB 16 | 35 | 38 | 30 | 35 |
| CB 17 | 36 | 37 | - | - |

Fonte: Elaborado pelos autores, 2020.

Com o arranjo alterado, o tempo de ciclo teve uma queda bastante considerável, pois a média dos tempos de ciclo antigos era de 37 minutos e para a nova situação passou para 32 minutos. Analisando esses dados, verifica-se uma diminuição média de 5 minutos, o que representa uma redução de 13,5 %.

A Tabela 5 apresenta o tempo total gasto, em minutos, pelos equipamentos durante um turno. Esse tempo foi calculado através da multiplicação da quantidade de equipamentos, pelo ciclo e pelo tempo de ciclo gasto.

Tabela 5: Ciclo total do turno

| Nº de Caminhões | Nº de Ciclos | Tempo de ciclo (min) | Tempo total (min) |
|-----------------|--------------|----------------------|-------------------|
| 9 | 10 | 37 | 3330 |
| 8 | 12 | 32 | 3072 |

Fonte: Elaborado pelos autores, 2020.

Pelos dados da Tabela 5, também, verifica-se que oito (8) caminhões operando em maior número de ciclos, percorrendo um trecho menor, apresentam um tempo total de ciclo mínimo, também menor. Consequentemente, haverá redução no tempo total de um dia normal de trabalho em 258 min, que representa redução em torno de 7,8%.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados desse estudo mostraram que a DMT é um dos fatores determinantes para êxito do projeto mineiro e, uma modificação do *layout* da mina proporcionou benefícios bastante consideráveis e trouxe melhorias na construção das estradas. Pode-se citar maior segurança para os operadores, já que a redução do raio de curvatura melhorou o campo de visão dos operadores, assim como a pavimentação e sinalização das estradas minimizaram os riscos no tráfego da mina. Ademais, deve se considerar a redução das despesas de manutenção com caminhão e, ainda a existência de equipamento reserva que poderá substituir algum que esteja em manutenção, evitando queda de produção.

Analisando o projeto a longo prazo, com a utilização de equipamento da própria empresa, os custos são reduzidos, proporcionando uma taxa de retorno mais favorável. Logo, a diminuição da DMT possibilitará o transporte de maior volume de material, com menor custo, já que possui um equipamento a menos no ciclo, então, reduz-se a taxa de

periodicidade para abastecer os equipamentos de transporte e evitar as filas em postos de combustíveis. Obtém-se, também, o melhoramento do tempo de deslocamento dos caminhões entre a frente de lavra e o britador. Com isso, houve um aumento no número de viagens por caminhão, aumentando consideravelmente a aplicação efetiva dos equipamentos de transporte e ampliando a produção desejada.

Por fim, podemos considerar um fator importante, que é a redução de exposição ao risco ambiental, já que a redução de um caminhão no tráfego da mina reduz, conseqüentemente, a quantidade de poluentes lançados na atmosfera, proporcionando uma operação mais sustentável.

Recomenda-se, como sugestão de estudos futuros, a análise quantitativa da influência das alterações aqui apresentadas na autonomia do britador e nos custos operacionais da lavra e beneficiamento.

REFERÊNCIAS

BERNARDI, H. A. **Dimensionamento de Equipamentos para as Operações Unitárias de Lavra de Mina a Céu Aberto**. 2015. 83 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia de Minas, Centro Universitário Luterano de Palmas, Palmas, 2015. Disponível em: <http://ulbrato.br/bibliotecadigital/publico/home/documento/194>. Acesso em 12 de fevereiro de 2021.

BLOG, *Superbid*. **Máquinas**. Disponível em: https://www.superbid.net/pt_BR.html. Acesso em 10 de março de 2022.

BORGES, T. C. **Análise dos Custos Operacionais de Produção no Dimensionamento de Frotas de Carregamento e Transporte em Mineração**. 2013. 116 f. Dissertação (Doutorado) - Curso de Engenharia Mineral, Departamento de Engenharia de Minas, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2013. Disponível em: https://www.repositorio.ufop.br/bitstream/123456789/3411/1/DISSERTA%C3%87%C3%83O_%20An%C3%A1liseCustoOperacionais.pdf. Acesso em 10 de fevereiro de 2021.

CAMPELO, A. C. de M. M.; MARIN, T.; DE TOMI, G. F. C. **Utilização de Dados do Sistema de Despacho para Estimativa de Produtividade de Transporte no Plano de Lavra de Curto Prazo**. *Tecnologia em Metalurgia, Materiais e Mineração*, v. 15, n. abr./ju 2018, p. 86-90, 2018Tradução. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.4322/2176-1523.1560>. Acesso em 10 de março de 2022.

CATERPILLAR. **Máquinas. Novo equipamento**. Disponível em: http://www.cat.com/pt_BR.html. Acesso em 23 de outubro de 2021.

COUTINHO, H. L. **Melhoria Contínua Aplicada para Carregamento e Transporte na Operação de Mina a Céu Aberto**. 2017. 86 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Mineral, Departamento de Engenharia de Minas, Universidade Federal de Ouro

Preto, Ouro Preto, 2017. Disponível em: https://www.repositorio.ufop.br/bitstream/123456789/9435/1/DISSERTA%C3%87%C3%83O_MelhoriaCont%C3%ADuaAplicada.pdf. Acesso em 21 de dezembro de 2021.

FARIA, L. R. **Disposição de Estéril em Cava - Um Estudo de Caso**. 2016. 103 f. Dissertação (Mestrado) - Departamento de Engenharia de Minas, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mineral – PPGEM, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2016. Disponível em: <https://www.repositorio.ufop.br/handle/123456789/7211>. Acesso em 21 de dezembro de 2021.

FELSCH JR., W. S.; BRANDÃO, B. M. S. **Melhorias operacionais – inclusive em DMT – impactam nos custos de produção**. *Minero & Minerales*, São Paulo, Vol. 1, Abr/ Mai, 2018.

GOOGLE EARTH - 2020. Disponível em: <https://earth.google.com>. Acesso em 27 de novembro de 2021.

GRIEBELER, N. P. **Modelo para o Dimensionamento de Redes de Drenagem e de Bacias de Acumulação de Água em Estradas não Pavimentadas**. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Viçosa, 121 f., Viçosa, 2002. Disponível em: <https://www.locus.ufv.br/handle/123456789/9436>. Acesso em 20 de março de 2021.

LISBÔA, R. C. O. **Influência dos Tempos Fixos na Produtividade da Frota de Transporte**. 2019. 128 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Escola de Engenharia. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Minas, Metalúrgica e de Materiais. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/197177>. Acesso em 20 de outubro de 2020.

LOPES, E. B. **Proposta de Arranjo Físico para Redução de Distância Média de Transporte (DMT): Um Estudo de Caso em uma Empresa Produtora de Calcário na Região Centro-Oeste de Minas**. 2014. 39 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia de Produção, Centro Universitário de Formiga – Unifor, Formiga, 2014. Cap. 6. Disponível em: <https://repositorioinstitucional.unifor.br/21074/xmlui/handle/123456789/34>. Acesso em 20 de março de 2021.

LTDA, SATEL Safar Terraplenagem. **Aluguel de máquinas**. Disponível em: <http://www.satel.com.br>. Acesso em 10 de março de 2022.

MTE. (1978). **NR-22 – Segurança e Saúde Ocupacional na Mineração**. Portaria GM nº 3.214 de 08 de junho de 1978.

RACIA, I. M. **Desenvolvimento de um Modelo de Dimensionamento de Equipamento de Escavação e de Transporte em Mineração**. 2016. 108 f. Monografia (Especialização) - Curso de Engenharia de Minas, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2016. Disponível em: <https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/163322/001023897.pdf?sequence=1>. Acesso em 11 de março de 2022.

RICARDO, H. S.; CATALANI, G. **Manual Prático de Escavação: Terraplenagem e Escavação de Rocha**. 3. ed. São Paulo: PINI, 2007.

RICHARDS, M.; WEST, S. *Fundamentals of earthmoving. LACD Mining Equipment Forum*. Calama, Chile. November 2003.

SILVA, V. C. E. Curso de min 210 - **Operações Mineiras**. [S. l.: s. n.], 2009.

SILVEIRA, L. M. **Drenagem em Minas de Bauxita na Região de Poços de Caldas**. Trabalho de Graduação, Universidade Federal de Alfenas, Alfenas, Brasil, p.32, 2014.

SOUSA, L. M. L. S. **Estudos de Dimensionamento Estrutural de Estradas de Mina a Céu Aberto**. 2011. 157 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia de Minas, Departamento de Engenharia de Minas, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2011. Disponível em:

https://www.repositorio.ufop.br/bitstream/123456789/3283/1/DISSERTA%c3%87%c3%83O_EstudosDimensionamentoEstrutural.pdf. Acesso em 10 de março de 2021.

SOUSA, L. M. L.; OLIVEIRA FILHO, W. L.; LIMA, H. M. **Dimensionamento Estrutural de Estradas de Mina a Céu Aberto**. Revista Escola de Minas, Ouro Preto, 2012. p 279-284.

TANNANT, D.D.; REGENSBURG, B. *Guidelines for Mine Haul Roads Design*. 2001. Disponível em:

https://www.researchgate.net/publication/277759950_Guidelines_for_Mine_Haul_Road_Design. Acesso em 20 de março de 2020.

THOMPSON, R. J.; VISSER, A. T. (2008). *Mine haul design, construction and maintenance management*. In: short course offered on 13 and 14 November 2008, Belo Horizonte.

THOMPSON, R. J. *Mining Roads –Mine Haul Roads Design, Construction and Maintenance Management. MIE Aust PrEng. [2014]*. Disponível em: <http://aspasa.co.za/wp-content/uploads/2017/07/road-design-and-maintenance-Molefe.compressed.pdf>. Acessado em 07 dezembro de 2021