

REVISTA



SOLUÇÕES PARA O DESENVOLVIMENTO DO PAÍS

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

ARTIGOS PUBLICADOS

PUBLICAÇÃO MENSAL
Nesta edição

O TRABALHO INTERDISCIPLINAR COM ADOLESCENTES EM CUMPRIMENTO DA MEDIDA SOCIOEDUCATIVA INTERNAÇÃO	
INTERDISCIPLINARITY WORK WITH ADOLESCENTS IN COMPLIANCE WITH SOCIO-EDUCATIONAL MEASURE – Amanda Lorena Leite; Maria Cristina Piana	08
QUALIDADE DE VIDA E ATIVIDADE FÍSICA EM IDOSOS NO TERRITÓRIO DA ESTRATÉGIA SAÚDE DA FAMÍLIA	
QUALITY OF LIFE AND PHYSICAL ACTIVITY IN ELDERLY PEOPLE IN THE TERRITORY OF THE FAMILY HEALTH STRATEGY – Keitiane Amorim de Souza Sampaio; Ednanita Alves Arraes; Adriana Alves da Silva; Antonio Germane Alves Pinto	17
O EMPREGO DO AGREGADO RECICLADO DE RESÍDUO SÓLIDO DA CONSTRUÇÃO CIVIL, EM CAMADAS DE BASE E SUB-BASE: UMA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.	
THE USE OF RECYCLED AGGREGATE OF SOLID CONSTRUCTION WASTE, IN THE BASE AND SUB-BASE LAYER: A LITERATURE REVIEW – Perisvaldo Dos Santos Nascimento Filho; Marcia Azevedo Campos	23
IDENTIFICAÇÃO DE AMORTECIMENTO ESTRUTURAL EM SISTEMAS MECÂNICOS	
IDENTIFICATION OF STRUCTURAL DAMPING IN MECHANICAL SYSTEMS – Bruna Tavares Vieira da Silva; Álvaro Manoel de Souza Soares; João Bosco Gonçalves	29
INFLUÊNCIA DA ESCOLHA DO NÚMERO DE ELEMENTOS FINITOS NA APROXIMAÇÃO DAS FREQUÊNCIAS NATURAIS DE OSCILAÇÃO DE CORPOS CONTÍNUOS DISCRETIZADOS	
INFLUENCE OF THE CHOICE OF FINITE ELEMENTS QUANTITY IN THE APPROXIMATION OF THE NATURAL FREQUENCIES OF DISCRETIZED CONTINUOUS BODY OSCILLATION – Ricardo Luiz de Oliveira da Rosa; Maurício Gruzman	35
A UTILIZAÇÃO DAS FERRAMENTAS DA QUALIDADE PARA IDENTIFICAÇÃO DE FALHAS DO PROCESSO DE MONTAGEM DA ÁRVORE DE TRANSMISSÃO DE UM VEÍCULO 6X4	
THE USE OF QUALITY TOOLS TO IMPROVE THE ASSEMBLY PROCESS OF THE DRIVESHAFT OF A 6X4 VEHICLE – Renato Mendes; José Glênio Medeiros de Barros; Nilo Antonio de Souza Sampaio	43
LEAN HEALTHCARE E SUA APLICAÇÃO NA DISPENSAÇÃO DE MEDICAMENTOS EM UMA FARMÁCIA HOSPITALAR	
LEAN HEALTHCARE AND ITS APPLICATION IN THE DISPENSATION OF MEDICINES IN A HOSPITAL PHARMACY – Vanessa Anésio da Silva Alves; Nilo Antonio de Souza Sampaio; José Glênio Medeiros de Barros	49



Edição 186 de junho de 2021

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

ISSN - 1809-3957

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

CONSELHO EDITORIAL

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

COMITÊ CIENTÍFICO

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

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



Vol. 16 – N° 186 – JUNHO/ 2021

EDITORIAL

A SODEBRAS – Soluções Para o Desenvolvimento do País – publica artigos científicos das mais diferentes áreas do conhecimento. Devido seu caráter interdisciplinar e a qualidade de seu corpo editorial a Revista tem sido utilizada por pesquisadores do Brasil e do mundo, para publicar estudos de alta relevância para o desenvolvimento técnico-científico da sociedade humana. Além disso, a SODEBRAS conta com o apoio da UNALAR, editora que está no mercado há mais de duas décadas; e também do ITANACIONAL, instituto de ensino e pesquisa localizado em Cisneiros - distrito de Palma-MG.

No mês de junho é comemorado o “Dia Mundial do Meio Ambiente”, data que remete aos esforços de preservação ambiental, realizados nas mais diversificadas nações¹. Na mesma esteira, é necessário repensar práticas do cotidiano humano, e assim, adotar hábitos mais saudáveis e sustentáveis. Dessa maneira, a edição 186, de junho de 2021, traz sete artigos com temáticas multidisciplinares e perspectivas acadêmicas de diferenciados pontos das ciências. Para contribuir com uma dinâmica ainda maior, no que diz respeito à circulação e a produção do conhecimento, a SODEBRAS adota uma periodização mensal. Sabe-se que em um mundo de rápidas mudanças e de constantes transformações a ciência precisa estar na vanguarda da propagação de informações. Além disso, as edições possuem formato eletrônico de acesso livre e gratuito, assim como indexação internacional.

Amanda Lorena Leite e Maria Cristina no estudo “O TRABALHO INTERDISCIPLINAR COM ADOLESCENTES EM CUMPRIMENTO DA MEDIDA SOCIOEDUCATIVA INTERNAÇÃO” analisam os desafios para a atuação da equipe interdisciplinar em questões relativas à internação de adolescentes que cumprem medidas socioeducativas.

O artigo intitulado “QUALIDADE DE VIDA E ATIVIDADE FÍSICA EM IDOSOS NO TERRITÓRIO DA ESTRATÉGIA SAÚDE DA FAMÍLIA” de autoria de Keitiane Amorim de Souza Sampaio, Ednanita Alves Arraes, Adriana Alves da Silva e Antonio Germane Alves Pinto, traz um estudo sobre os benefícios da atividade física em idosos.

Na pesquisa “O EMPREGO DO AGREGADO RECICLADO DE RESÍDUO SÓLIDO DA CONSTRUÇÃO CIVIL, EM CAMADAS DE BASE E SUB-BASE: UMA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.”, Perivaldo dos Santos Nascimento Filho e Marcia

¹ Consultar: https://www.wwf.org.br/natureza_brasileira/especiais/dia_do_meio_ambiente/.



Vol. 16 – N° 186 – JUNHO/ 2021

Azevedo Campos apresentam um estudo que pode contribuir com o setor da Engenharia Civil.

No artigo “IDENTIFICAÇÃO DE AMORTECIMENTO ESTRUTURAL EM SISTEMAS MECÂNICOS”, os autores Bruna Tavares Vieira da Silva, Álvaro Manoel de Souza Soares e João Bosco Gonçalves, apresentam técnicas de identificação do amortecimento estrutural de um sistema físico e suas aplicações.

No trabalho “INFLUÊNCIA DA ESCOLHA DO NÚMERO DE ELEMENTOS FINITOS NA APROXIMAÇÃO DAS FREQUÊNCIAS NATURAIS DE OSCILAÇÃO DE CORPOS CONTÍNUOS DISCRETIZADOS” os pesquisadores Ricardo Luiz de Oliveira da Rosa e Maurício Gruzman expõem um estudo que avalia a influência da escolha do número de elementos finitos e sua distribuição nos valores das frequências naturais do corpo contínuo discretizado.

Em “A UTILIZAÇÃO DAS FERRAMENTAS DA QUALIDADE PARA IDENTIFICAÇÃO DE FALHAS DO PROCESSO DE MONTAGEM DA ÁRVORE DE TRANSMISSÃO DE UM VEÍCULO 6X4”, Renato Mendes, José Glênio Medeiros de Barros e Nilo Antonio de Souza Sampaio apresentam um mapeamento de falhas e a aplicação de ferramentas da qualidade (Gráfico de Pareto e Diagrama de Causa e Efeito) para adquirir uma melhor produtividade no processo de montagem da árvore de transmissão de um veículo 6x4.

E por fim, o estudo “*LEAN HEALTHCARE* E SUA APLICAÇÃO NA DISPENSAÇÃO DE MEDICAMENTOS EM UMA FARMÁCIA HOSPITALAR”, dos autores Vanessa Anésio da Silva Alves, Nilo Antonio de Souza Sampaio e José Glênio Medeiros de Barros analisam o funcionamento de uma Farmácia de um Hospital Público.

Boa leitura

Prof. Dr. Paulo Jonas dos Santos Júnior

Editor Adjunto – Revista SODEBRAS

Área: Ciências Humanas e Sociais

6-10	<p>O TRABALHO INTERDISCIPLINAR COM ADOLESCENTES EM CUMPRIMENTO DA MEDIDA SOCIOEDUCATIVA INTERNAÇÃO</p> <p>INTERDISCIPLINARITY WORK WUITH ADOLESCENTS IN COMPLIANCE WITH SOCIO-EDUCATIONAL MEASURE</p> <p>Amanda Lorena Leite; Maria Cristina Piana</p>
------	--

O TRABALHO INTERDISCIPLINAR COM ADOLESCENTES EM CUMPRIMENTO DA MEDIDA SOCIOEDUCATIVA INTERNAÇÃO

INTERDISCIPLINARY WORK WITH TEENAGERS DEPRIVED OF LIBERTY

AMANDA LORENA LEITE¹; MARIA CRISTINA PIANA²

1; 2 – UNESP/FRANCA

leitelo.amanda@gmail.com; cristina.piana@unesp.br

Resumo – O sistema socioeducativo ao adolescente em medida de internação apresenta-se atualmente como desafio para a atuação da equipe interdisciplinar, visto que o Estado, enquanto gestor dos interesses das classes dominantes, não tem priorizado políticas públicas que garantam proteção integral. O estudo visa compreender o trabalho interdisciplinar e seus impactos com adolescentes em cumprimento da medida internação e tem como base teóricos críticos da temática. Partiu de uma pesquisa exploratória bibliográfica e documental na Fundação CASA. Abordou aspectos históricos, sociais, econômicos, políticos e culturais da medida estudada e dos trabalhadores sociais. Verificou-se que o trabalho social da equipe com o adolescente, tem vivenciado a dificuldade do trabalho em rede, o atendimento burocrático, as poucas expectativas de sucesso e um trabalho situado numa sociedade criminalizadora.

Palavras-chave: Trabalho Interdisciplinar. Medida Internação. Adolescentes.

The socio-educational system for teenagers as a measure of deprivation of liberty is currently a challenge for the performance of the interdisciplinary work team, since the State, as a manager of the interests of the dominant classes, has not prioritized public policies that guarantee full protection. The study aims to understand the interdisciplinary work and its impacts in teenagers in compliance with the deprivation of liberty measure and is based on critical theoretical themes of the theme. It started from an exploratory bibliographic and documentary research at the CASA Foundation. It addressed historical, social, economic, political and cultural aspects of the measure studied and of social workers. It was found that the team's social work with the teenager has experienced the difficulty of working in a network, bureaucratic service, low expectations of success and a job situated in a criminalizing society.

Keywords: Interdisciplinary Work. Teenagers. Deprivation of Liberty.

I. INTRODUÇÃO

A internação de adolescentes como uma medida socioeducativa para jovens entre 12 e 18 anos (em alguns casos 21 anos) autores de atos infracionais no Brasil é uma realidade que precisa ser debatida a partir de uma perspectiva de totalidade, isto é, que ultrapasse a aparência do que é imediatamente determinado pela lógica da hegemonia burguesa, especialmente, nos governos conservadores, que envolvem a defesa da ampliação do sistema carcerário e socioeducativo e legítimas políticas opressoras e genocidas da juventude pobre e negra enquanto

aparentes estratégias de segurança pública ao se aproveitarem do medo e da insegurança da população (LEITE, 2021, p. 12).

Segundo a Agenda Nacional de Encarceramento (2021), o Brasil é o terceiro país do mundo com o maior número de pessoas encarceradas, com 316 presos a cada 100 mil habitantes, sendo a maioria da população carcerária composta por jovens, negros, pobres e periféricos. Na referida agenda, registrou-nos anos de 1990 a 2014, um aumento de 580% de população carcerária certificando uma política de encarceramento em massa e um Estado Penal em oposição a um Estado Social, decorrente das políticas neoliberais do aumento da concentração de renda e do desemprego agravando as desigualdades sociais, acirrando o crescimento das populações pobres, bem como a intensidade das expressões da questão social no Brasil (PARREIRA; PIANA, 2020, p. 42).

As medidas socioeducativas, especificamente, as de privação de liberdade, fazem parte dessa realidade imperando a lógica punitivista e criminalizadora da juventude pobre e negra, ainda que travestidas de meios de acesso a direitos e da proteção integral preconizada no Estatuto da Criança e do Adolescente (ECA).

Essa realidade é elucidada com dados da Fundação CASA obtidos pelo Sistema Integrado de Informações ao Cidadão em abril de 2020, os quais apontam que do total de adolescentes atendidos pela instituição naquele período, 70% eram classificados como pretos e pardos (apud LEITE, 2021, p. 51).

Assim posto, intenta-se disponibilizar um conjunto de achados decorrentes do trabalho de campo com os trabalhadores de um centro socioeducativo de internação masculino da Fundação CASA, com o intuito de conhecer e compreender o trabalho da equipe multiprofissional junto aos adolescentes privados de liberdade e suas famílias, tendo como apoio teórico-conceitual a perspectiva interdisciplinar (conforme preconizado no Estatuto da Criança e do Adolescente – ECA e no Sistema Nacional de Atendimento Socioeducativo – Sinase), e seus impactos no processo socioeducativo e de saída dos adolescentes dos muros institucionais.

II. METODOLOGIA

A pesquisa, de abordagem qualitativa, foi realizada segundo o método crítico dialético de veio marxiano

buscando analisar o objeto de estudo em sua totalidade complexa.

É um método que parte do real, dos indivíduos concretos e condições materiais existentes e busca desvendar as contradições que movimentam as relações sociais (PRATES, 2016; BOURGUIGNON, 2006). Trata-se de um método “[...] no curso do qual sob o mundo da aparência se desvenda o mundo real; por trás da aparência externa [...] a lei do fenômeno, por trás do movimento visível, o movimento real, interno; por trás do fenômeno a essência” (KOSIK, 1995, p. 16 *apud* PRATES, 2016, p.134).

Para isso, partimos de fatos empíricos e investigamos a origem histórica e o desenvolvimento interno do objeto, levando em consideração o contexto social, político, cultural e econômico em que está inserido (questões que não serão aprofundadas aqui, haja vista a limitação de espaço e objetivo de síntese dos resultados da pesquisa).

Essa é uma pesquisa qualitativa, que “[...] trabalha com o universo dos significados, dos motivos, das aspirações, das crenças, dos valores e das atitudes”, isto é, “[...] com um nível de realidade que não pode e não deveria ser quantificado” (MINAYO, 2016, p. 21). Por isso, o estudo buscou fazer uma análise da realidade a partir da perspectiva dos sujeitos que fazem parte dela: os trabalhadores da Fundação CASA que compõem a equipe multidisciplinar e cargo de direção em uma unidade de internação.

Para alcançar os objetivos na perspectiva almejada, foram utilizadas como tipos de pesquisa a bibliográfica e a de campo. Na primeira, através de autores críticos, investigou-se a realidade política, econômica, social e cultural brasileira, por meio da análise do seu desenvolvimento histórico aliado às políticas públicas voltadas para a infância e adolescência ao longo da história e desenvolvimento do país, assim como procurou-se compreender o surgimento histórico da instituição investigada, seus objetivos e formas de trabalho, além da análise de legislações que regulamentam o atendimento socioeducativo, como o ECA e Sinase.

Em se tratando da pesquisa exploratória com uso entrevista semiestruturada foram entrevistados treze funcionários da instituição, em que se buscou o envolvimento de todos os representantes das áreas que compõem a equipe de referência (psicologia, serviço social, arte e cultura, esportes, educação e segurança), além da direção e coordenação pedagógica, a fim de uma leitura ampla da realidade do trabalho na unidade de internação.

Os dados apreendidos foram analisados com base no estudo de algumas categorias analíticas fundamentadas no referencial teórico pesquisado, são elas: medida internação, ato infracional, adolescências, trabalho profissional, famílias, Estado e políticas públicas. Além das categorias fundamentais da perspectiva crítica marxiana: historicidade, totalidade, contradição e mediação. Todas trabalhadas de forma articulada (DUARTE *et.al.*, 2020).

III. RESULTADOS

Para compreender o trabalho interdisciplinar com jovens internados na atualidade é necessário fazer um resgate histórico das políticas públicas voltadas para a infância e a adolescência ao longo do desenvolvimento do país, tendo o Estado capitalista brasileiro como palco, com destaque para a política econômica neoliberal que paira sobre o mundo e afeta diretamente o tratamento do Estado e

da sociedade destinado a esse público e, conseqüentemente, o trabalho socioeducativo.

A partir disso, fizemos uma análise do trabalho socioeducativo apoiados na concepção de trabalho marxista e seus processos de alienação, para só então, analisar o trabalho em equipe multiprofissional e responder às questões: é possível afirmar que existe um trabalho na perspectiva interdisciplinar? De que forma essa equipe contribui para o processo socioeducativo de adolescentes em uma perspectiva de garantia de direitos e de Proteção Integral? A pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética em pesquisa – CEP.

3.1 – Políticas Públicas para infância e adolescência no Brasil

Como mencionado anteriormente, evidenciar o sistema capitalista é essencial para a compreensão do desenvolvimento e reprodução das relações sociais no contexto brasileiro, sobretudo o papel do Estado na elaboração e execução de políticas públicas voltadas à infância e adolescência.

O capitalismo é um sistema baseado na propriedade privada dos meios de produção, o qual tem como objetivo a acumulação de capital em detrimento da exploração do trabalho de quem não detém esses meios, gerando uma tensão/contradição entre capital e trabalho, entendida como “questão social”, a qual se expressa de diversas formas: pela pobreza, desemprego estrutural, diversas formas de opressão de classe, gênero e raça/etnia etc. (SANTOS, 2012). Apesar das particularidades no desenvolvimento tardio do capitalismo no Brasil¹, a contradição entre capital e trabalho e a constante luta de classes é uma realidade do país.

Como apontado por Duriguetto e Montañó (2011, p. 106-109), essa luta reflete na constante disputa entre a ideologia da classe trabalhadora e a ideologia burguesa, em que esta última se apresenta enquanto hegemônica, isto é, o que é particular dessa classe – visão de mundo, valores, interesses e modo de vida – é colocado e aceito como universal. Ainda segundo os autores, isso ocorre por meio de alguns artifícios, tais como: a naturalização e ocultamento da realidade social; a fetichização (atribuição de propriedades naturais às coisas, como se não fossem produtos históricos); e a reificação - “coisificação” - dos sujeitos e das relações sociais como parte do processo de alienação.

Trata-se, assim, de uma “falta de consciência” (MARX; ENGELS, 1993 *apud* DURIGUETTO; MONTAÑO, 2011, p. 108), isto é, uma compreensão de mundo a partir dos interesses burgueses, que cria um conhecimento naturalizado e não historicizado, que não possibilita a captação dos fundamentos e da essência da realidade, daquilo que está para além da aparência colocando, dessa forma, empecilhos na transformação dela.

Essa hegemonia da ideologia burguesa impõe diariamente uma visão deturpada e estigmatizante da infância e juventude periférica e negra enquanto pessoas potencialmente - ou até mesmo naturalmente - perigosas via mídia (jornais, filmes, séries, novelas e outros), questão que impacta na elaboração de políticas públicas voltadas para o tratamento desta população (geralmente violentas) e também reflete na perspectiva de atuação de muitos dos

¹ Ver mais em “Questão Social: particularidades no Brasil” (SANTOS, 2012)

trabalhadores socioeducativos com adolescentes autores de ato infracional.

Diante desse cenário, tem-se uma sociedade capitalista que contribuiu para uma perpetuação da violência, da força e poder sobre o outro, de exploração do humano, por meio do processo de produção, onde a única escolha é a venda da força de trabalho ao dono do capital (AGUIAR; BEZERRA, 2020).

É neste panorama que se encontra o tratamento do Estado para com os filhos da classe trabalhadora, haja vista também o histórico escravocrata do país, o qual instituiu um racismo estrutural que afeta de forma direta e violenta crianças e jovens negros, resultando em um jovem negro assassinado a cada 23 minutos no Brasil, segundo dados da Anistia Internacional (*apud* RIBEIRO, 2019, p. 94-95).

Nessa perspectiva, a ação estatal (e da sociedade) em relação à crianças e adolescentes pobres ao longo da história do país é definida pela negação desse público enquanto sujeitos de direitos, pela invisibilidade, pela segregação via institucionalização, por políticas repressivas e criminalizadoras da pobreza e por trabalho infantil forçado travestido de recuperação/transformação social em busca da “grandeza” do país. Questões muito bem trabalhadas nas obras de Rizzini (2018), Rizzini e Pilotti (2018) e Bernal (2004).

Já no período republicano e em contexto desenvolvimentista, surge uma visão ambivalente da criança, a em perigo e a perigosa, em que esta última dá origem a categoria do “menor”: criança pobre que passa a ser mantida sob tutela vigilante do Estado, portanto se torna objeto de leis, medidas repressivas (apresentadas como educativas) e alvo da ação civilizatória (RIZZINI, 2018, p. 26), em que deveriam ser moldadas de acordo com o que se queria para o país:

[...] um povo educado, mas não ao ponto de ameaçar os detentores do poder, um povo trabalhador, porém sob controle, sem consciência do valor de sua força de trabalho; um povo que acalentasse amor a sua pátria, mas que não almejassem governá-la (RIZZINI, 2018, p. 86).

O argumento de investir na infância para civilizar o país justificou, portanto, a imposição da tutela aos pobres, os controlando e mantendo à margem da sociedade (RIZZINI, 2018, p. 29-30), fardo histórico carregado até hoje.

Políticas higienistas e campanhas de saneamento em busca de uma cidade utópica progressista, limpa e sem miséria também marcam a história do país nesse contexto. Com isso, os espaços públicos deixaram de ser locais de socialização, uma vez que se estabeleceu uma política de repressão à chamada vadiagem em conjunto com intervenções policiais no controle social, sem levar em consideração o fato de as ruas serem também o “palco de sobrevivência da infância pobre”, que trabalhava para contribuir para a sobrevivência de suas famílias (BERNAL, 2004, p. 24).

Para essa limpeza foram criadas instituições de depósito da população que não vivia de acordo com os moldes impostos pela hegemonia, as quais se aproveitavam da mão de obra barata de mulheres, crianças e adolescentes. À vista disso, destacam-se duas instituições: as Colônias Correccionais – criadas em 1896 – e os Patronatos Agrícolas na década de 1920, em que ambos apresentavam problemas

de superlotação e funcionavam como depósito de pessoas indesejadas.

Ressalta-se também a instituição de dois Códigos de Menores, em 1927 e 1979, legislações específicas para o “menor em situação irregular”, isto é, crianças pobres, consideradas abandonadas e infratoras, as quais deveriam ser recuperadas através da internação em instituições correccionais. Esse código, entretanto, consolidava as leis de proteção e assistência aos “menores”, cuja visão jurídica era moralista e repressiva, ou seja, continuava a doutrina de situação irregular (BEZERRA; PIANA; ANDRADE, 2018).

Em 1964, contexto da ditadura militar, foi criada a Fundação Nacional do Bem-Estar do Menor - FUNABEM, um órgão central de caráter normativo que tinha como objetivo formular e implantar a Política Nacional do Bem-Estar do Menor – PNBEM através do repasse de recursos e capacitação para as Fundações Estaduais do Bem-Estar do Menor (FEBEM), instituições criadas para ter um caráter preventivo, de recuperação de “menores” para transformação destes em cidadãos considerados úteis (RIZZINI; PILOTTI, 2018, p. 299), o que não se efetivou na realidade. O contexto político ditatorial onde foram criadas, as FEBEMs que tinham a violência como forma de atuação, resultando em diversas denúncias de maus tratos e rebeliões sangüinárias, são expressas no documentário: “Os esquecidos: FEBEM e a violação dos direitos humanos”, de 2012, organizado pela ONG *International Bar Association* com apoio do Ministério Público do Estado de São Paulo.

Como resultado da indignação da população, da luta de movimentos sociais e mobilização internacional frente às inúmeras violências e tratamentos destinados à infância e à adolescência pobres, em 1990 foi promulgado o Estatuto da Criança e do Adolescente – ECA, o qual substituiu, legalmente, a Doutrina da Situação Irregular do Código de Menores pela Doutrina da Proteção Integral, que considera crianças (todas as pessoas de 0 a 12 anos incompletos) e adolescentes (todas as pessoas de 12 anos completos a 18 anos) sujeitos de direitos e pessoas em condição de desenvolvimento e, por este motivo, carecidas de proteção pela família, sociedade e Estado (BRASIL, 1990).

A legislação apresentou também nova forma de lidar com crianças e adolescentes autores de atos infracionais, em que aos primeiros são destinadas medidas protetivas e aos últimos as medidas socioeducativas, que são: advertência, obrigação de reparar o dano, prestação de serviços à comunidade, liberdade assistida, inserção em regime de semiliberdade, internação em estabelecimento educacional. Medidas que deveriam ser aplicadas, conforme o ECA, de acordo com a capacidade do adolescente de cumpri-la, as circunstâncias e a gravidade da infração, sendo a internação a última medida e apenas em casos de: grave ameaça ou violência a pessoa, por reiteração no cometimento de atos infracionais graves, ou por descumprimento reiterado e injustificável da medida posta anteriormente (BRASIL, 1990). Realidade que não se efetiva, uma vez que o julgamento dos atos infracionais é feito por juízes (muitas vezes juízes penais, na falta de juízes especializados para infância e adolescência) de acordo com suas concepções de mundo, as quais muitas vezes reproduzem estereótipos postos pela ideologia hegemônica e o racismo estrutural, resultando em 70% dos adolescentes internados na Fundação CASA classificados como negros ou pardos e quase metade por tráfico de drogas (LEITE, 2021, p. 42,75).

À vista disso, Ribeiro (2019) aponta para um sistema penal (incluimos também o socioeducativo) foi historicamente construído e utilizado para a promoção de um controle social ao marginalizar grupos indesejados por quem define o que é crime e quem é o criminoso. A guerra as drogas, na atualidade, são tidas para a autora como pretexto de guerra contra a população negra, uma vez que a Lei nº 11.343 de 2016 estabelece diferenciação subjetiva entre traficante e usuário, o que é decidido pelo juiz e contribui para a explosão do sistema carcerário e socioeducativo.

Assim como no final dos anos 1980 e início dos anos 1990 tem-se um avanço no campo dos direitos sociais - com destaque para a promulgação da Constituição Federal de 1988, que inova nos direitos sociais da população e apresenta a instituição da proteção social através da Seguridade Social, ainda que com ressalvas, por se tratar de uma proteção social reduzida ao abordar apenas três políticas (Assistência Social, Saúde e Previdência) -, contraditoriamente tem-se a entrada da política neoliberal no Brasil, sobretudo na segunda metade da década de 1990 no governo de Fernando Henrique Cardoso, realidade que tem dificultado a efetivação da proteção social da classe trabalhadora prevista legalmente, que inclui a proteção integral de crianças e adolescentes.

O neoliberalismo - alternativa econômica para última crise estrutural do capital, iniciada no final dos anos 1960 e início dos anos 1970 que perdura até hoje - atribui, falaciosamente, a culpa da crise nos gastos sociais por parte do Estado e na conseqüente redução do lucro do empregador. A partir disso, medidas neoliberais passam a ser implementadas em diversos países, medidas essas que cortam tudo que contenha um pouco de social, tornando as políticas sociais mínimas e retoma a proteção social enquanto condicionada ao trabalho e à elevada qualificação profissional. Essas medidas, deixaram efeitos destrutivos na vida da classe trabalhadora, resultando em baixos salários, desempregos e sobretudo ausência de investimentos nas políticas sociais (BEHRING; BOSCHETTI, 2011, p. 127).

Dentro disso, as políticas sociais tendem à focalização na extrema pobreza, à descentralização; ao aumento ou introdução de contrapartidas para acessar serviços, programas e benefícios; o desenvolvimento de serviços e seguros privados e a dependência da caridade e da filantropia, enquanto a parte do fundo público que deveria ser destinado ao financiamento da seguridade social passa a ser utilizado para o pagamento de juros da dívida pública através da vigência da Desvinculação de Receitas da União (DRU), que permite 30% da desvinculação desses recursos (SALVADOR, 2017, p. 442).

Em contrapartida aos cortes sociais e perda de qualidade da vida da população (absurdamente agravada no contexto da pandemia do Covid-19), tem-se o aumento constante da punição da pobreza e de gastos com o sistema penal e socioeducativo, além da defesa da redução da maioria penal e da ampliação de unidades socioeducativas em todo o país.

As políticas neoliberais, dessa forma, são empecilhos diretos na efetivação da proteção integral posta no ECA e, conseqüentemente, no processo socioeducativo de adolescentes privados de liberdade e suas famílias, assim como afetam diretamente os trabalhadores do sistema socioeducativo ao alterar as relações de trabalho via (contra) reformas trabalhistas e previdenciárias, por exemplo.

3.2 – Fundação CASA e internação

A Fundação CASA, instituição que aplica as medidas socioeducativas em meio fechado e semiaberto - internação e semiliberdade, respectivamente – para adolescentes em conflito com a lei no estado de São Paulo, surge da reforma da antiga FEBEM, impulsionada pela luta de movimentos sociais e internacionais de proteção à infância e adolescência frente à barbárie oferecida ao público institucionalizado nas antigas fundações.

Em 2006, portanto, a FEBEM passa por um processo de reestruturação, alterando o nome para Fundação Centro de Atendimento Socioeducativo ao Adolescente – CASA. Mudança marcada pela descentralização da política de atendimento e construção de novos Centros Socioeducativos pelo interior do Estado, buscando a proximidade dos adolescentes das famílias, sem o rompimento brusco de vínculos e um atendimento individualizado (FUNDAÇÃO CASA, 2010).

Foram criadas três superintendências que guiam o atendimento na instituição: Pedagógica, de Saúde e de Segurança.

A primeira determina o roteiro do atendimento pedagógico na internação provisória, internação e semiliberdade, de acordo com as determinações do ECA, do SINASE e da Lei de Diretrizes e Bases da Educação (LDB), buscando garantir o acesso a educação escolar, cultura, lazer e esportes. A superintendência Pedagógica é composta, portanto, por quatro áreas – Ensino Escolar, Educação Física e Esportes, Arte e Cultura, Educação Profissional – as quais possuem autonomia de se organizarem de acordo com a realidade de cada centro. (FUNDAÇÃO CASA, 2014).

A superintendência de Saúde é a responsável pelos atendimentos médicos, dentários, de enfermagem e psicossocial direcionado aos adolescentes (FUNDAÇÃO CASA, 2012).

Por fim, a Superintendência de Segurança, a qual surgiu da necessidade de mudanças na área de segurança dos grandes centros da FEBEM – marcados pela tortura e maus tratos – tem como um dos objetivos reduzir a distância existente entre a equipe técnica (equipes pedagógicas e psicossociais) e os agentes de apoio socioeducativo. A segurança deve deixar, portanto, de atuar na perspectiva única de contenção para atuar enquanto parte da equipe de referência dos jovens e sob o panorama de prevenção e proteção (FUNDAÇÃO CASA, 2014).

Posto isso, o centro pesquisado é uma unidade masculina com capacidade para 64 adolescentes cuja gestão é compartilhada com uma organização da sociedade civil católica.

Em relação às áreas que compõem a superintendência pedagógica, os adolescentes possuem aulas do ensino regular dentro da própria instituição no período da manhã, no período da tarde possuem aulas de dança ou violão obrigatórias e cursos de profissionalização básica - preparo de pizza, informática e elétrica básica -, uma vez que a carga horária é reduzida – 50 horas - e não possibilita a profissionalização efetiva dos jovens. Além disso, os meninos possuem aulas de educação física e atividades recreativas.

3.3 – Trabalho e alienação

Apesar de Marx fazer uma análise da categoria trabalho dentro do sistema produtivo capitalista e da

exploração para extração da mais valia, ele apresenta algumas reflexões a respeito do processo de trabalho que podem ser apropriadas e pensadas no cotidiano do trabalho socioeducativo com adolescentes privados de liberdade (LEITE, 2021, p. 81).

No entendimento de Marx, o trabalho é uma atividade orientada a um fim ou do trabalho propriamente dito; o do objeto de trabalho; e os meios de trabalho. Para a realidade estudada o primeiro diz respeito à execução das medidas socioeducativas em si; o objeto se refere aos adolescentes que cometeram atos infracionais; e os meios estão relacionados às condições objetivas necessárias à realização do processo socioeducativo, as quais envolvem atividades pedagógicas; o acompanhamento psicossocial e da área da saúde; as relações com o sistema de garantia de direitos etc. A atividade dos trabalhadores, com o auxílio dos meios aqui colocados, opera em um processo de transformação do objeto segundo uma finalidade concebida desde o início, que seria a reconstrução de projetos de vida, a preparação para a cidadania e ressocialização dos adolescentes privados de liberdade (MARX, 2013, p. 189, *apud* LEITE, 2021, p. 81).

É importante refletir, entretanto, sob quais condições esse processo de trabalho ocorre: se envolvimento de castigos psicológicos e físicos; se em uma perspectiva de garantia de direitos, sobretudo no que diz respeito à doutrina da Proteção Integral; se em uma perspectiva estigmatizadora ou de compreensão da realidade a partir de uma visão de totalidade a respeito da realidade social, cultural, econômica, política etc.

O trabalho com adolescentes cumprindo a medida internação faz parte da lógica capitalista e neoliberal, assim como qualquer outro, uma vez que se encontra esquivado do que Marx (2013) chama de forma instintiva e está subjugado à lógica que atua no controle e retirada de corpos indesejados do convívio social e de propagação do ideário hegemônico burguês, que condiciona os valores, as visões de mundo e o modo de vida dos trabalhadores, legitimando dessa forma a violação de direitos de populações privadas de liberdade.

O trabalho socioeducativo é, portanto, um trabalho alienado-estranhado, visto que deixa de ser uma realização humana e se torna algo subjugado ao capital e separa o homem/mulher dos meios de trabalho e de seu produto, coisificando, dessa maneira, as relações humanas e causando um estranhamento entre o/a trabalhador/a e o produto do seu trabalho, o qual perde significativamente suas potencialidades emancipatórias. Isto é, é um trabalho permeado pelos interesses hegemônicos de afastamento e adequação aos moldes de vida impostos socialmente a fim de contribuir para a expansão do capital, principalmente quando há a preparação dos jovens para o mercado de trabalho com atividades consideradas subalternas. Além disso, é também um trabalho em que não há reflexão a respeito de questões econômicas, políticas, culturais e sociais e, com isso, reproduz estereótipos de culpabilização das famílias (principalmente as monoparentais femininas) e de criminalização da pobreza, concepções que aparecem constantemente nas entrevistas, como exemplificado em alguns trechos abaixo²:

Há meninos, por exemplo, que chegam aqui e é tão complicado isso porque às vezes ele vem do

orfanato, ele não tem uma referência específica, há menino que só tem mãe, outros são criados com avó. Então o aspecto de família aqui dentro é muito ruim, entende? É por causa disso também. Eu acho que 70, 80, 70 por cento de um dos motivos de estar aqui é o aspecto familiar. Então estudar o aspecto da família é sempre muito complicado, porque a família dos meninos que vêm aqui, o aspecto familiar deles é muito confuso, você entendeu? (ANTÔNIO).

Porque muitos que não tem o pai, né? 80% dos adolescentes aqui o pai abandonou a família, a mãe teve que ir morar com a vó, a vó também talvez é viúva. Sempre foi uma situação difícil que vive o adolescente. O pai: a maioria aqui é pai separado. Dos que tem aqui, o pai morreu ou o pai está na cadeia porque é mal exemplo para eles (EMANUEL).

O segundo (motivo para a reincidência), que eu vejo que tem muita dificuldade também é o ambiente, né? O ambiente que o adolescente vive: na casa dele, a cultura que os pais tiveram [...] Muitas das vezes não ultrapassam nem 15 anos. O adolescente está aqui com 14, 15, a mãe tem 30, 31, 32. Então assim, são pessoas que tiveram filhos precoce, e por quê? Isso é reflexo do que? E aí uma criança educando uma outra criança? Uma criança muitas das vezes precisa abandonar o estudo porque engravidou, né? É o segundo problema. E aí cresce num lar que muitas vezes não tem uma estrutura. Então assim, o ambiente em que a família educa, instrui, também influencia muito (JOAQUIM).

Além disso, alguns dos participantes entrevistados possuem uma concepção errônea da medida, enquanto um processo de “cura”, considerando a infração ou a pobreza enquanto uma patologia e, com isso, retomam o antigo aparato médico-jurídico-assistencial do Código de Menores – buscava recuperar/reabilitar o chamado “menor vicioso” (RIZZINI, 2018, p. 20,26):

E existe a família, que não tem uma estrutura específica, já existe o tempo quando você tenta curar uma pessoa, quando você tenta, mas um menino, uma pessoa de 16, 17 anos já é muito mais difícil. (ANTÔNIO).

A concepção não estereotipada das condições de vida das famílias periféricas brasileiras não é levada em consideração nas falas de muitos dos participantes, nem a realidade das políticas sociais no país, atribuindo aos sujeitos a responsabilidade única e exclusiva de melhoria das suas condições de vida.

Dentro disso, Mioto (2015, p. 707-708) faz uma análise do impacto do neoliberalismo para as políticas sociais, as quais ganham um caráter familista refletindo nos serviços sociais, que tendem a ser focalizados, seletivos, precários e normalizantes. Tendências que acentuam as desigualdades sociais já existentes e sobrecarregam ainda mais as famílias, sobretudo as chefiadas por mulheres. É relevante considerar ainda os empecilhos colocados à população no acesso a direitos, os quais são considerados pelos participantes da pesquisa como “falta de interesse” das famílias. Visto que muitos usuários sofrem discriminação e preconceitos e suas necessidades nem sempre são atendidas ou parcialmente. Nesse sentido, o trabalho profissional

² Nomes utilizados são fictícios.

muitas vezes ocorre precariamente e de modo burocrático (ABRAMIDES, 2019).

Postas essas questões, é essencial que os trabalhadores da área socioeducativa acompanhem as mudanças econômicas, política e sociais, assim como é essencial que contribuam para a investigação da realidade social do público atendido enquanto um componente indissociável do trabalho. A busca pela superação da alienação do trabalho é fundamental e urgente para um atendimento na perspectiva de garantia de direitos e para a desmistificação da ideia de que o sistema socioeducativo é falho enquanto justificativa para ideias falhas e rasas, como a redução da maioria penal, por exemplo.

3.4 – Trabalho socioeducativo e interdisciplinaridade

O SINASE - instituído a partir da Lei 12.594 de 2012, a qual regulamenta a execução das medidas socioeducativas para adolescentes envolvidos com atos infracionais -, prevê uma atuação interdisciplinar das equipes técnicas das unidades executoras, que devem compreender, pelo menos, profissionais das áreas de saúde, educação e assistência social.

Entende-se por interdisciplinaridade como um trabalho articulado com os diversos olhares de diferentes disciplinas (SEVERINO, 2019), remete uma relação dialética, ou seja, não são partes que se unem, mas partes constituintes se ligam organicamente e não possuem sentido nem consistência quando isoladas. E para isso as práticas cotidianas exigem uma formação crítica de totalidade frente as contradições e transformações do mundo contemporâneo.

No entendimento de Sá (2019), o desafio posto é que os profissionais enfrentam as rupturas, fragmentações, desarticulação e contradições no trabalho profissional. “As relações sociais acabam por reproduzir as relações de produção da sociedade capitalista, reforçadas pelo projeto de sociedade neoliberal” (SÁ, 2019, p. 12).

Em se tratando do trabalho em equipe multiprofissional da Fundação CASA, cada adolescente é acompanhado por uma equipe de referência durante todo o período que passa na instituição, a qual é composta por um(a) assistente social, um(a) psicólogo(a), um(a) enfermeiro(a), um(a) agente educacional e três ou quatro agentes de apoio socioeducativo.

À vista disso, a elaboração e acompanhamento do Plano Individual de Atendimento (PIA), os estudos de caso e a elaboração de relatórios se destacam enquanto atividades que devem ser feitas na perspectiva interdisciplinar e, dessa forma, contribuir para a superação da condição de exclusão do adolescente e para a construção de novos projetos de vida a fim de evitar a reincidência, realidade muito frequente na instituição, cuja taxa de reiteração aumentou em quase 100% em 2020 quando comparado com os números de 2010 (LEITE, 2021, p. 13).

Apesar do reconhecimento dos entrevistados da realização dessas atividades em equipe, ficou explícito nas análises que elas não acontecem sem dificuldades e conflitos, os quais foram apontados pelos participantes da pesquisa. Em relação a isso, as análises apontam para cinco motivos principais:

O primeiro diz respeito à dificuldade de comunicação entre as diferentes áreas que compõem o serviço, as quais possuem perspectivas diferentes sobre os adolescentes e as medidas socioeducativas, com destaque para o afastamento

ainda existente entre os agentes de apoio socioeducativo (principais atores da segurança) e o restante da equipe, uma vez que estes apresentaram mais concepções conservadoras a respeito dos adolescentes, em que alguns até mesmo se manifestaram em defesa da redução da maioria penal, além de apresentarem concepções preocupantes em relação ao tratamento dirigido aos jovens ao colocarem que os meninos atendidos são até bem tratados, se comparado o atendimento com outros centros, dando a entender a existência de um desejo de um processo punitivo mais rígido e menos pedagógico, contrário do que é previsto no ECA.

Outro ponto, relacionado ao primeiro, se trata da falta de conhecimento e de reconhecimento da atribuição e atuação profissional de cada área do conhecimento enquanto parte de um todo que precisa trabalhar de forma articulada para atingir os objetivos legais³ da medida, a socioeducação e o acesso a direitos (SGARBI; PIANA, 2018).

O terceiro ponto levantado é a falta de comunicação entre os membros das equipes de referência, a qual geralmente só acontece quando existe alguma falta disciplinar de algum adolescente, em que é organizado um estudo de caso. Fator que nos leva a um quarto motivo, que está relacionado à grande/horário de trabalho de membros da mesma equipe de referência, que dificulta o contato de todos os trabalhadores, principalmente quando se trata de agentes de apoio socioeducativo do período noturno, que se consideram “isolados” do restante da equipe. Também merece destaque a carga de trabalho e a agenda sobrecarregada dos adolescentes e dos profissionais.

Na verdade, existe a reunião. Assim, muitas vezes acontece ou não acontece, por ‘N’ fatores: número de efetivos, rotina do centro, que é sobrecarregado e às vezes não dá para fazer. Na grade mesmo tem o dia da semana para isso, mas acontece em prol dos meninos, mas entre a equipe mesmo teria que ter uma vez por mês, mas também nem sempre acontece. E nós, entre os agentes, como somos em quatro turnos, as 24 horas, então nem sempre todos estão perto, mas se encontram. Por exemplo, quando você vem do noturno do rodízio passado, você chega e volta no dia totalmente isolado da rotina do centro, do pessoal, por quê? Porque acaba não convivendo – com os meninos sim -, mas com a equipe multiprofissional aqui você acaba ficando meio isolado, porque a sua rotina muda e aqui tem muito disso. Então tem essa diferenciação eu acredito, da nossa parte da equipe mesmo é a que menos convive com as outras equipes, até pelo ambiente que a gente fica, que é interno, e essa questão de plantão, de não se cruzar mesmo no dia a dia, de não se ver. Tem agente que trabalha aqui e é responsável pelo mesmo menino que eu e eu não vejo faz um ano, às vezes. Então é esquisito isso, né? E nós temos essa peculiaridade que acontece muito, mas acredito que seja até boa, assim, para os agentes e as demais equipes, mas acontece muito disso. Vive rodando, vive trocando, principalmente os agentes, no caso, com a equipe. Por exemplo: o educador é fixo, sempre ele naquele mesmo horário. Os agentes não, um dia é esse, outro dia é outro e às vezes a noite... acaba se isolando. Não é que se isola, né? A grade não bate (PEDRO).

³ Não estamos falando dos objetivos de controle e ajuste social das classes trabalhadoras subalternas.

As análises evidenciam o afastamento ainda existente dos membros da equipe, com destaque para os agentes de apoio socioeducativo. Os trabalhadores que mais passam tempo com os adolescentes são os que estão mais afastados do restante da equipe e os que apresentam as concepções de mundo mais preocupantes no que diz respeito ao trato ao jovem que cometeu algum ato infracional.

Baseados nas análises de Yamamoto (2018, p. 97) sobre o trabalho do/a assistente social – reflexões que consideramos que também valem para outras áreas do âmbito social - consideramos que o trabalho em questão está inserido em um campo político ideológico e é atravessado por tensões e interesses de classe. Com isso pode, contraditoriamente, exercer tanto funções de controle social dos segmentos subalternos quanto contribuir para o reconhecimento dos adolescentes enquanto sujeitos de direitos e mediar seu acesso a esses direitos, objetivando a emancipação desses jovens.

Diante disso, é urgente e necessária a busca de estratégias de enfrentamento dos desafios aqui postos a fim de realizar efetivamente um trabalho interdisciplinar, que busque trabalhar esses jovens em sua integralidade, respeitando a sua condição de pessoa em desenvolvimento e garantido a proteção integral devida.

IV. CONCLUSÃO

Conclui-se que o trabalho na perspectiva interdisciplinar se apresenta como um meio para efetivos resultados na aplicação das medidas socioeducativas especialmente a internação, visando a garantia da proteção integral ao adolescente. Entretanto, é essencial que esse trabalho seja fundamentado em políticas públicas eficientes para a infância, adolescência e famílias em condição de vulnerabilidade dentro e, principalmente, fora dos muros institucionais. O que só é possível com a mobilização da população e com o enfrentamento ao avanço das políticas neoliberais no país e às contrarreformas que afetam diariamente milhares de famílias que não conseguem garantir a sua sobrevivência apenas no trabalho explorado.

A relevância do trabalho interdisciplinar como possibilidade de viabilização de direitos só é possível por meio do compromisso dos membros das equipes multiprofissionais, em conhecer a atribuição de cada área e a sua competência/função para o processo socioeducativo, buscando construir intensos espaços de diálogo, apesar de todas as adversidades e dificuldades presentes no cotidiano do trabalho. Isso também destaca o papel das instituições em disponibilizarem horários e espaços que possibilitem o trabalho nessa perspectiva, proporcionando uma educação permanente para os seus trabalhadores a fim de romper com os estigmas socialmente postos e adequado atendimento aos jovens e suas famílias, promovendo protagonismo na sociedade.

V. REFERÊNCIAS

A Fundação Casa. **Fundação CASA**, 2014. Disponível em: <http://www.fundacaocasa.sp.gov.br/View.aspx?title=a-funda%C3%A7%C3%A3o&d=10>. Acesso em: 11 dez. 2018.

A Fundação – História. **Fundação CASA**, 2010. Disponível em: <http://www.fundacaocasa.sp.gov.br/View.aspx?title=a-fundacao-historia&d=83>. Acesso em: 14 de mai. 2020.

ABRÃO, Kênia Cristina Lopes; MIOTO, Regina Célia Tamaso. Políticas familiares: uma introdução ao debate contemporâneo. **Katálysis**, Florianópolis, v. 20, n. 3, p. 420-429, set./dez., 2017. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1414-49802017000300420&lang=pt. Acesso em 10 set. 2020.

AGENDA Nacional pelo Desencarceramento. Disponível em: <https://desencarceramento.org.br>. Acesso em: 07 abr. 2021.

AGUIAR, Daniella Amaral; BEZERRA, Mayara Simon. Diálogos sobre a violência contra crianças e adolescentes e a teoria social crítica. In: SILVA, Anabella P. da; MARTINS, Eliana B. Canteiro; PIANA, Maria Cristina (orgs.). **30 anos do estatuto da criança e do adolescente: uma reflexão crítica dos direitos da infância e adolescência**. Cultura Acadêmica: São Paulo: 2020.

ABRAMIDES, M. Beatriz Costa. **O projeto ético-político do serviço social brasileiro: ruptura com o conservadorismo**. São Paulo: Cortez, 2019.

BEHRING, Elaine Rossetti; BOSCHETTI, Ivanete. **Política social: fundamentos e história**. 9 ed. São Paulo: Cortez, 2011. (Biblioteca básica de serviço social; v.2).

BERNAL, Elaine Marina Bueno. **Arquivos do abandono: experiências de crianças e adolescentes internados em instituições do Serviço Social de Menores de São Paulo (1938-1960)**. São Paulo: Cortez, 2004.

BEZERRA, Mayara Simon; PIANA, Maria Cristina; ANDRADE, Suzana B. de. Ser criança: um percurso pela história. In: PIANA, M. Cristina; OLIVEIRA, Nayara H. Dutra. **Voz e vez: reflexões sobre a infância e a adolescência no Brasil**. Bauru: Projeto Editorial Práxis, 2018.

BOURGUIGNON, Jussara Ayres. O processo de pesquisa e suas implicações teórico-metodológicas e sociais. **Emancipação**, v. 6, n. 1, 2006, p. 41-52.

BRASIL. Lei nº 12.594, de 18 de janeiro de 2012. Institui o Sistema Nacional de Atendimento Socioeducativo (SINASE). **Diário Oficial da União**, Poder Legislativo, Brasília, DF, 19 jan. 2012. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2012/Lei/L12594.htm. Acesso em: 24 mai. 2020.

BRASIL. Lei nº 8069, de 13 de julho de 1990. Dispõe sobre o Estatuto da criança e do adolescente (ECA). **Diário Oficial da União**, Poder Legislativo, Brasília, DF, 13 jul. 1990. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L8069.htm. Acesso em: 24 mai. 2020.

DUARTE, Aline, Cristina *et al.* A produção teórica em socioeducação e o método em Marx: uma análise documental de artigos publicados em revistas eletrônicas do serviço social. In: SILVA, Anabella P. da; MARTINS, Eliana B. Canteiro; PIANA, Maria Cristina (orgs.). **30 anos do estatuto da criança e do adolescente: uma reflexão crítica dos direitos da infância e adolescência**. Cultura Acadêmica: São Paulo: 2020.

DURIGUETTO, Maria Lúcia; MONTAÑO, Carlos. **Estado, classe e movimento social**. 3 ed. São Paulo: Cortez, 2011. (Biblioteca básica de serviço social; v. 5).

IAMAMOTO, Marilda Vilela. **O serviço social na contemporaneidade: trabalho e formação profissional**. 27 ed. São Paulo: Cortez, 2018.

LEITE, Amanda Lorena. **O trabalho da equipe interdisciplinar com adolescentes privados de liberdade**. 124 p. Trabalho de Conclusão de Curso – Faculdade de Ciências Humanas e Sociais da Universidade Estadual Paulista Julio de Mesquita Filho, Franca, 2021.

MARX, Karl. **O processo de trabalho e o processo de valorização**. In: O capital: crítica da economia política. São Paulo: Boitempo, 2013. Disponível em: https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/2547757/mod_resource/content/1/MARX%2C%20Karl.%20O%20Capital.%20vol%20I.%20Boitempo...pdf. Acesso em: 30 nov. 2020.

MINAYO, Maria Cecília de Souza (org.). **Pesquisa social: teoria, método e criatividade**. Petrópolis – RJ: Vozes, 2016 (Manuais acadêmicos).

MIOTO, Regina Célia Tamasso. Política social e trabalho familiar: questões emergentes no debate contemporâneo. **Serviço Social & Sociedade**, São Paulo, n. 124, p. 699-720, out./dez., 2015. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-66282015000400699&lang=pt. Acesso em 10 set. 2020.

PARREIRA, Lúcia Aparecida Parreira; PIANA, Maria Cristina. Direitos humanos da criança e do adolescente no Brasil. In: SILVA, Anabella P. da; MARTINS, Eliana B. Canteiro; PIANA, Maria Cristina (orgs.). **30 anos do estatuto da criança e do adolescente: uma reflexão crítica dos direitos da infância e adolescência**. Cultura Acadêmica: São Paulo: 2020.

PRATES, Jane Cruz. **A pesquisa social a partir do paradigma dialético-crítico: do projeto à análise do dado**. In: FERNANDES, Idília; PRATES, Jane Cruz (orgs.). **Diversidade e estética em Marx e Engels**. Campinas: Papel Social, 2016, p. 105-138.

RIBEIRO, Djamila. **Pequeno manual antirracista**. São Paulo: Companhia das Letras, 2019.

RIZZINI, Irene. **O século perdido: raízes históricas das políticas públicas para a infância no Brasil**. 3. ed. São Paulo: Cortez, 2018.

RIZZINI, Irene; PILOTTI, Franciso (Orgs.). **A arte de governar crianças: a história das políticas sociais, da legislação e da assistência à infância do Brasil**. 3 ed. São Paulo: Cortez, 2018.

SÁ, Jeanete L. Martins de. (org.). **Serviço social e interdisciplinaridade**. São Paulo: Cortez, 2019.

SALVADOR, Evilásio da Silva. O desmonte do financiamento da seguridade social em contexto de ajuste fiscal. **Serviço Social e Sociedade**, n. 130, set./dez. 2017, p. 426-446.

SANTOS, Josiane Soares. **“Questão social”**: particularidades no Brasil. São Paulo: Cortez, 2012. (Coleção biblioteca básica de serviço social; v. 6).

SEVERINO, Antônio Joaquim. A exigência da interdisciplinaridade na construção do conhecimento e na

prática social. In: SÁ, Jeanete L, Martins (org.). **Serviço social e interdisciplinaridade**. São Paulo: Cortez, 2019.

SGARBI, Gabrielle S. Nascimento; PIANA. M. Cristina. Supervisão de estágio em serviço social frente às condições precarizadas de trabalho. **Revista Sodebras [on-line]**, v. 13, n.146, p.59-64, Fev./2018. ISSN 1809-3957. Mensal. Disponível em: <www.sodebras.com.br/edicoes/N146.pdf>. Acesso em: 12/04/2021.

SUPERINTENDÊNCIA Pedagógica CASA. **Fundação CASA**, 2014. Disponível em: <http://www.fundacaocasa.sp.gov.br/View.aspx?title=superintend%C3%Aancia-pedag%C3%B3gica&d=17>. Acesso em: 14 de mai. 2020.

SUPERINTENDÊNCIA de Saúde. **Fundação CASA**, 2012. Disponível em: <<http://www.fundacaocasa.sp.gov.br/View.aspx?title=superintend%C3%Aancia-de-sa%C3%BAde&d=1168>>. Acesso em: 14 de mai. 2020.

SUPERINTENDÊNCIA de Segurança. **Fundação CASA**, 2014. Disponível em: <<http://www.fundacaocasa.sp.gov.br/View.aspx?title=superintend%C3%Aancia-de-seguran%C3%A7a&d=19>>. Acesso em: 14 de mai. 2020.

VI. AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica – PIBIC e à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo – FAPESP⁴ pelas bolsas concedidas à pesquisadora na graduação, que possibilitaram a dedicação ao processo investigativo.

Agradecemos também à Fundação CASA e a todos os participantes entrevistados.

VII. COPYRIGHT

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

⁴ Ex bolsista do processo nº 2019/14276-4 da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP). As opiniões, hipóteses e conclusões ou recomendações expressas neste material são de responsabilidade das autoras e não necessariamente refletem a visão da FAPESP.

Área: Ciências Agrárias e Biológicas

4-9	<p>QUALIDADE DE VIDA E ATIVIDADE FÍSICA EM IDOSOS NO TERRITÓRIO DA ESTRATÉGIA SAÚDE DA FAMÍLIA</p> <p>QUALITY OF LIFE AND PHYSICAL ACTIVITY IN ELDERLY PEOPLE IN THE TERRITORY OF THE FAMILY HEALTH STRATEGY</p> <p>Keitiane Amorim de Souza Sampaio; Ednanita Alves Arraes; Adriana Alves da Silva; Antonio Germane Alves Pinto</p>
-----	--

QUALIDADE DE VIDA E ATIVIDADE FÍSICA EM IDOSOS NO TERRITÓRIO DA ESTRATÉGIA SAÚDE DA FAMÍLIA

QUALITY OF LIFE AND PHYSICAL ACTIVITY IN ELDERLY PEOPLE IN THE TERRITORY OF THE FAMILY HEALTH STRATEGY

KEITIANE AMORIM DE SOUZA SAMPAIO¹; EDNANITA ALVES ARRAES¹; ADRIANA ALVES DA SILVA²; ANTONIO GERMANE ALVES PINTO³

1 – UNIVERSIDADE REGIONAL DO CARIRI – URCA; 2 – INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO CEARÁ - IFCE; 3 – UNIVERSIDADE ESTADUAL DO CEARÁ - UECE

keit_ane@hotmail.com; arraesednanita@gmail.com; adrianaalves@ifce.edu.br; germane.pinto@urca.br

Resumo – Objetivou-se descrever os níveis de qualidade de vida e atividade física entre participantes de grupo de idosos no território da estratégia saúde da família em um município da Região Centro-Sul do Ceará, Brasil. Estudo quantitativo, transversal, descritivo, analítico. População composta por idosos participantes de um grupo comunitário de práticas de saúde. Amostra de 40 participantes. Coleta de dados realizada no período de janeiro a abril de 2019, por três instrumentos: Vigilância de Doenças Crônicas por Inquérito Telefônico; Questionário Internacional de Atividade Física e Instrumento sobre Qualidade de Vida. Analisados pelo programa Statistical Package for the Social Sciences (versão 23.0 for Windows). Os resultados evidenciaram predominância do sexo feminino (65%), média de 71,53 anos, viúvos (50%) e aposentados (92,5%). Condições de saúde autoavaliada como regular (60%) e com excelente qualidade de vida e prática de exercício ou esporte.

Palavras-chave: Qualidade de Vida. Promoção da Saúde. Estratégia Saúde da Família.

Abstract – The objective was to describe the levels of quality of life and physical activity among elderly group participants in the territory of the family health strategy in a city in the Center-South Region of Ceará, Brazil. Quantitative, cross-sectional, descriptive, analytical study. Population composed of elderly people participating in a community group of health practices. Sample of 40 participants. Data collection carried out from January to April 2019, using three instruments: Chronic Disease Surveillance by Telephone Survey; International Physical Activity Questionnaire and Quality of Life Instrument. Analyzed by the Statistical Package for the Social Sciences program (version 23.0 for Windows). The results showed a predominance of females (65%), mean of 71.53 years, widowed (50%) and retired (92.5%). Health conditions self-rated as regular (60%) and with excellent quality of life and practice of exercise or sport.

Keywords: Quality of Life. Health Promotion. Family Health Strategy

I. INTRODUÇÃO

A modificação da estrutura e faixa etária da população brasileira, no que se refere ao processo de envelhecimento, decorre de modificações ocorridas nos últimos anos, tendo como fator determinante a queda das taxas de natalidade e mortalidade advindas da segunda metade do século XX. Essa transição demográfica expressa um declínio da taxa de fertilidade que reflete em um consequente

superenvelhecimento da população (ALCÂNTARA; CAMARANO; GIACOMIN, 2016).

No Brasil, segundo dados apontados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2018) houve um aumento significativo da população que envelhece. No ano de 2012, a população com 60 anos ou mais era de 25,4 milhões, sendo assim, entre os anos de 2012 a 2018 o IBGE revelou que houve um crescimento de 4,8 milhões de novos idosos (18%) nesse grupo etário. No que se refere à diferenciação por gênero, as mulheres aparecem em maior expressividade nesse grupo, com 16,9 milhões (56%) enquanto que homens expressavam um índice de 13,3 milhões (44% do grupo).

As mudanças ocorridas nos últimos anos no processo de envelhecimento populacional, no tocante ao aumento da expectativa de vida e a melhoria do estado de saúde, devem-se ao aumento da escolaridade, ingresso em emprego, ampliação do acesso a serviços de saúde, entre outros (BRASIL, 2014).

Devido essas mudanças no processo de envelhecimento, bem como o aumento gradual desse público, as diversas organizações têm se manifestado em âmbito mundial na tentativa de otimizar e melhorar o padrão e a qualidade de vida desse público. Em consonância com esta afirmativa, a Organização Mundial da Saúde – OMS, se posiciona evocando o conceito de “Envelhecimento Ativo”, que tem por objetivo melhorar a qualidade de vida à medida que as pessoas envelhecem através de oportunidades de saúde, participação e segurança (OMS, 2005). Os autores Mateus *et al.* (2016) e Vieira; Saúde; Silva (2020) afirmam em seus trabalhos que a qualidade de vida tem sido um objeto de estudo e reflexão na sociedade moderna e, que o ser humano, mais do que a sobrevivência ou o aumento da expectativa de vida, busca a melhoria da qualidade de vida durante todas as fases da sua existência.

Compreende-se que há uma preocupação voltada para o processo de envelhecimento associado com a autonomia física desse grupo, destacando-se as práticas de vida saudáveis como facilitadoras desse processo. Nesse sentido destaca-se a atuação da Estratégia Saúde da Família - ESF, que faz parte da Atenção Primária em Saúde - APS e, que trabalha com práticas de cuidado humanizado e integral em

um território adscrito. Essas práticas são desenvolvidas de forma individual e coletiva, por meio de uma equipe multiprofissional e envolvem diagnóstico de patologias; promoção (orientar e educar a população), proteção (ato de prevenir uma doença); recuperação (tratamento), reabilitação (realizada quando não se estabelece a cura, porém, visa a redução de danos); cuidados paliativos e vigilância em saúde (notificação de casos à Vigilância em Saúde e Epidemiológica) (BRASIL, 2017).

No que se refere a qualidade de vida, este conceito foi definido pela OMS em 1995 como a percepção do indivíduo sobre sua inserção na vida, no contexto cultural e no sistema de valores em que vive e em relação aos seus objetivos, expectativas, padrões e preocupações. Em busca de um instrumento que avaliasse a qualidade de vida, a OMS criou o **Instrumento sobre Qualidade de Vida da OMS – WHOQOL/Bref**, aplicável e validado em diversas culturas (WHO, 1995).

Outro fator comumente encontrado em pessoas lidando com o processo de envelhecimento, diz respeito ao acometimento por Doenças Crônicas Não Transmissíveis (Hipertensão Arterial, Diabetes Mellitus, entre outras). Por conseguinte, no Brasil, o instrumento desenvolvido e operacionalizado pelo Ministério da Saúde para avaliar tais condições foi adaptado da **Vigilância de Doenças Crônicas por Inquérito Telefônico – VIGITEL/2013**, (BRASIL, 2013). A realização e frequência das atividades físicas será avaliado por meio do **Questionário Internacional de Atividade Física - (IPAQ)**, nesse estudo, utilizou-se a versão curta (HAGSTROMW *et al.*, 2006).

Partindo da relevância acadêmica, social e da saúde, por dispor de uma série de instrumentos de coleta de dados que facilitam a aquisição e produção de saberes científicos da temática em questão, objetivou-se descrever os níveis de qualidade de vida e atividade física entre participantes de grupo de idosos no território da estratégia saúde da família em um município da Região Centro-Sul do Ceará, Brasil.

II. METODOLOGIA

O presente estudo configura-se como quantitativo e exploratório, com abordagem descritiva e analítica. Para Polit; Becker; Hungler (2004) a pesquisa quantitativa, tem suas raízes no pensamento positivista lógico e para tanto, os atributos mensuráveis demonstram a experiência humana.

O autor Reis (2008) afirma sobre a pesquisa descritiva que:

“As pesquisas descritivas têm por finalidade descrever o objeto de estudo, estas proporcionam o estabelecimento da inter-relação entre os fenômenos e a população (grupo social) estudada usando as específicas variáveis (REIS, p. 08, 2008)”.

Na dimensão analítica, é possível testar hipóteses e evidenciar conclusões em função de variáveis correlacionadas (ARANGO, 2012).

O estudo foi realizado em um município da Região Centro-Sul, Ceará, Brasil. A população do estudo foi constituída por idosos que participavam de ações de promoção da saúde em um grupo comunitário de práticas de saúde realizadas pelo Corpo de Bombeiros e Centro de Referência Assistencial (CRAS), integrados com o Núcleo Ampliado de Saúde da Família e Atenção Básica (Nasf-AB) que fornece suporte a Estratégia de Saúde da Família e amplia o escopo de atuação desses grupos por meio de ações

de saúde especializada de profissionais de distintas categorias.

Constituindo uma amostra de 40 idosos, os quais foram entrevistados mediante a adequação aos critérios de inclusão: faixa etária (idosos acima de 60 anos) e que aceitassem participar da pesquisa. Como critério de exclusão definiu-se apresentar alguma limitação de comunicação (auditiva e/ou verbal) e não estar em condições clínicas e/ou emocionais para participar da pesquisa.

Foram utilizados três instrumentos para coleta de informações, o primeiro deles foi adaptado da entrevista telefônica **Vigilância de Doenças Crônicas por Inquérito Telefônico – VIGITEL/2013**, operacionalizada pelo Ministério da Saúde do Brasil. Este componente divide-se em cinco partes: 1- características sociodemográficas, 2- dados antropométricos, 3- alimentação, 4- atividade física e, 5- condições de saúde (BRASIL, 2013). O segundo instrumento foi o **Questionário Internacional de Atividade Física - (IPAQ - versão curta)**. O IPAQ é utilizado em estudos epidemiológicos para investigar a realização de atividade física em qualquer faixa etária, tendo como pilares fundamentais a duração da atividade física, a frequência, a intensidade e o tipo de atividades (leves, moderadas ou vigorosas) (HAGSTROMW *et al.*, 2006). E por fim, utilizou-se o **Instrumento sobre a Qualidade de Vida no Idoso – WHOQOL / Bref** desenvolvido pela OMS para mensurar a qualidade de vida (WHO, 1995).

A coleta de dados foi realizada nos meses de janeiro a abril de 2019. Inicialmente foi realizado uma abordagem individualizada, apresentando-se ao idoso(a), explicando os objetivos e a relevância do estudo, convite à participação, mediante a garantia de privacidade e confiabilidade da identidade dos participantes.

Os dados quantitativos foram analisados pela construção de banco de dados no programa “*Statistical Package for the Social Sciences*” (SPSS® 23.0 for Windows).

O estudo obedeceu à determinação da Resolução 466/12 do Conselho Nacional de Saúde, que aborda as pesquisas envolvendo seres humanos, sob a visão do indivíduo e da coletividade (BRASIL, 2012). Desse modo foi garantido o anonimato, a privacidade e o sigilo das informações pessoais dos participantes do estudo, mediante a assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido - TCLE. É pertinente destacar que o estudo foi submetido à análise do Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Regional do Cariri (URCA), obtendo aprovação através do Parecer nº 1.404.047.

III. RESULTADOS

Os dados coletados acerca das características sociodemográficas, antropométricas, alimentares e condições de saúde foram obtidas por meio do Instrumento Vigilância de Doenças Crônicas por Inquérito Telefônico – VIGITEL/2013.

3.1 – Características Sócio-demográficas – VIGITEL / 2013

Havia um total de 76 idosos participando das ações de promoção da saúde no grupo comunitário de práticas de saúde, entretanto, apenas 40 se dispuseram a participar do estudo mediante autorização prévia por TCLE. O grupo de idosos participantes da pesquisa eram mesclados por 26 mulheres e 14 homens.

No que se refere a caracterização sociodemográfica predominou o sexo feminino (65%). Para o quesito idade, a média é 71,53 anos, com valor mínimo de 60 anos e máximo de 87 anos e, quando indagados sobre etnia (52,5%) dos pesquisados se autodeclararam pardos.

Na variável estado civil a maior parte encontra-se viúvo (50%) e a minoria permanece casado (32,5%). Quanto a ocupação foi revelada que grande parte dos entrevistados estão aposentados (92,5%). No quesito escolaridade dos participantes constatou-se que boa parte se encontra em nível fundamental e incompleto (65%). Quando concernente à renda familiar mensal em salários-mínimos, observou-se que (55%) dos entrevistados afirmaram receber entre um salário-mínimo ou inferior a este valor. Em relação a religião predominou o catolicismo (95%).

As variáveis do estudo são apresentadas na tabela 1:

Tabela 1 – Dados Obtidos pelo Instrumento VIGITEL / 2013

VARIÁVEL	CATEGORIA	F	%
Sexo	Masculino	14	35,0
	Feminino	26	65,0
Idade	60 a 70 anos	21	52,5
	71 a 87 anos	19	47,5
Etnia	Branca	11	27,5
	Preta	08	20,0
	Parda	21	52,5
Estado Civil	Solteiro (a)	04	10,0
	Casado (a)	13	32,5
	Viúvo (a)	20	50,0
	Divorciado (a)	03	7,5
Escolaridade	Ensino Fundamental Incompleto	12	30,0
	Ensino Fundamental Comp.	26	65,0
	Ensino Superior	01	2,50
	Analfabeto	01	2,50
Ocupação	Aposentado (a)	37	92,5
	Do lar	02	5,00
	Agricultor (a)	01	2,50
Renda Familiar	0 a 1 salário	22	55,0
	1 a 3 salários	15	37,5
	3 a 5 salários	03	7,50
Religião	Católico (a)	38	95,0
	Evangélico (a)	01	2,50
	Testemunha de Jeová	01	2,50

Fonte: Os autores, 2021.

3.2 – Dados Antropométricos – VIGITEL / 2013

Pertinente aos dados antropométricos, o peso autorreferido pelos participantes resultou em uma média de 60,29 kg, com um mínimo de 40kg e máximo de 82kg. Para altura em metros, a média foi de 1,60 metros, com mínimo de 1 metro e máximo de 2 metros.

3.3 – Alimentação – VIGITEL / 2013

No que se refere ao padrão alimentar, destacou-se maior consumo de leguminosas, sendo o feijão o mais expressivo 17 (42,5 %) em uso diário; em relação as verduras o consumo foi elevado entre os entrevistados, sendo 11 (27,5%) dos pesquisados no período entre 3 a 4 dias por semana; quanto a ingestão de carnes, destacou-se o consumo de carnes vermelhas 24 (60%) com uso entre 1 a 2 dias por semana e, em contrapartida o frango/galinha 16 (40%) entre 3 a 4 dias na semana. Quanto as frutas 16 (40%) deles faziam consumo todos os dias e 34 (85%) referiram não fazerem uso de bebida alcoólica.

3.4 – Condições de Saúde – VIGITEL / 2013

Em relação as condições de saúde dos idosos, 24 (60%) classificaram sua condição de saúde como regular, e apenas 14 (35%) avaliaram em bom. Além disso, os entrevistados referiram possuírem comorbidades, sendo que metade dos idosos da amostra apresentavam hipertensão arterial 20 (50%); e somente 2 (5%) eram diabéticos.

Outros quesitos são investigados no item condições de saúde, como o exame ginecológico de Papanicolau, 23 (57,5%) das mulheres entrevistadas já realizaram o exame, sendo que 9 (22,5%) delas fizeram o exame pelo menos uma vez ao ano. Atinente ao exame de mamografia e/ou raio-x das mamas 17 (22,5%) já o realizaram, e 8 (20%) delas fizeram o exame entre 1 a 2 anos atrás. Nesta pesquisa evidenciou-se um percentual significativo de idosos com hipertensão arterial sistêmica (HAS) sendo, portanto, 50%. Em relação ao diabetes mellitus, foram encontrados em apenas 5% dos entrevistados, revelando a predominância da hipertensão arterial nesse grupo.

3.5 – Realização de Atividade Física - IPAQ

Na avaliação acerca da atividade física em idosos, os dados foram coletados por meio do instrumento Questionário Internacional de Atividade Física - (IPAQ).

Observou-se que 40 (100%) dos entrevistados praticaram algum exercício ou esporte nos últimos três meses anteriores à coleta desta pesquisa. Sendo que as principais atividades realizadas foram a dança com 19 (47,5%) e a caminhada com 16 (40%), em um período entre 1 a 2 dias por semana e com duração entre 20 a 29 minutos.

No que concerne ao nível de atividade física, de acordo com a amostra, os resultados demonstraram que 5 (12,5%) são ativos, 23 (57,5%) são irregularmente ativos e, apenas 12 (30,0%) são muito ativos. Esses dados demonstraram que o grupo realiza algum exercício ou esporte, entretanto, boa parte ocorre de forma irregular.

3.6 – Qualidade de Vida - WHOQOL

Os dados exibidos na tabela posterior foram obtidos por meio do instrumento/formulário Qualidade de Vida no Idoso – WHOQOL/Bref. Nesse instrumento a qualidade de vida do idoso é verificada por meio dos domínios que investigam a sua autonomia física e sensorial.

Conforme tabela a seguir, no domínio de habilidades sensoriais evidenciou uma média de (71,0) que diz respeito a manutenção da cognição do idoso; a autonomia (64,8) que se refere a realização de atividades diárias básicas; atividades-passadas-presente-futuras (70,7) que consiste também na realização de atividades; participação social (71,5) se refere a interação social; morte e morrer (66,5) diz

respeito ao receio pelo assunto; e intimidade (60,6) na sua literalidade é o contato físico com demais pessoas. Os resultados acima evidenciam que os idosos apresentaram baixa autonomia, o que pode ser relacionado com o fato de dependerem da aposentadoria e/ou do auxílio da família para custear as suas despesas diárias, consequentemente gerando uma redução da independência, sobretudo financeira, e o comprometimento na capacidade de decidir sobre os diversos aspectos relacionados ao seu cotidiano.

Tabela 2 – Dados Obtidos pelo Instrumento WHOQOL

Domínios (0-100)	Mínimo	Máximo	Média	Desvio Padrão
Habilidades Sensoriais	31,25	100,00	71,0937	19,28653
Autonomia	12,50	87,50	64,8438	14,20203
Atividades-passadas-presentes-futuras	31,25	87,50	70,7812	9,63969
Participação Social	37,50	81,25	71,5625	7,61530
Morte/morrer	25,00	100,00	66,5625	25,34023
Intimidade QV Total	25,00	75,00	60,6250	16,02532
	37,50	85,42	67,5781	9,00779

Fonte: Os autores, 2021.

O presente estudo ratificou uma excelente participação social, que por sua vez avalia a satisfação pessoal com o uso do tempo, o nível de atividade, e as oportunidades de participar das atividades com a comunidade. Para Souza *et al.* (2009) a participação social do idoso parece estar contribuindo como um fator de proteção de suas condições cognitivas.

Entretanto, Santos (2016) alerta que a transição do trabalho para a aposentadoria, em alguns casos, não é relativamente fácil. Essa inatividade no idoso pode ocasionar problemas, como: ansiedade, depressão, isolamento ou dependência. Desta forma, deve-se intervir para que a pessoa continue a participar na sociedade, realizando diversas atividades, e retirando daí prazer e reconhecimento.

Atinente ao domínio morte e morrer, percebeu-se que há uma preocupação dos idosos no que se refere a este quesito, que por sua vez avalia a preocupação do idoso em relação à maneira pela qual irá morrer, o quanto tem medo de não poder controlar a sua morte, o temer sofrer antes de morrer e, principalmente, o medo de perder sua autonomia.

Percebeu-se no estudo que houve uma fragilidade no que se refere ao domínio intimidade, corroborando com o resultado encontrado em estudo conduzido com idosos que vivem no estado de Minas Gerais, em que se associou o menor escore na faceta intimidade com a ausência de companheiro(a) (PAIVA *et al.*, 2016).

IV. CONCLUSÃO

A população brasileira vem passando por um acelerado processo de envelhecimento, o que ocasiona um aumento do número de idosos. Esse processo exige ações e serviços de

saúde cada vez mais eficientes que apontem para a manutenção da capacidade funcional e melhora na qualidade de vida desses indivíduos.

Percebeu-se em relação ao aspecto nutricional que os cuidados com a alimentação se fazem cada vez mais presentes entre os idosos, sobre as condições de saúde grande parte dos idosos a classificaram como regular. O estudo concluiu que há uma preocupação voltada para as práticas de vida saudáveis, uma vez que todos os entrevistados praticavam algum tipo de atividade física, mesmo que de forma irregularmente ativa.

O estudo demonstrou que os idosos apresentaram baixa autonomia, seja por dependerem somente da aposentadoria ou do auxílio da família para custear as suas despesas. Porém, evidenciou-se uma excelente participação social no quesito nível de atividade física, entretanto, existe uma redução de autonomia na vida desse idoso.

O estudo apresentou limitações quanto ao número de participantes, sendo trabalhado com uma amostra reduzida em comparação com outros estudos acerca dessa temática. De modo geral espera-se contribuir com a expansão do conhecimento acerca do objeto de estudo para as demais categorias profissionais que direta ou indiretamente contribuem com o processo de envelhecimento ativo, subsidiar novas pesquisas e formulação de políticas de saúde voltadas para esse público.

Portanto, se faz necessário contribuir na construção de ações que respondam às necessidades não somente físicas ou sociais, mas estimulando a promoção da saúde, promovendo maior autonomia do sujeito e fortalecendo os processos políticos e sociais, reconhecendo uma busca pela melhoria da qualidade de vida e a redução dos riscos à saúde neste seguimento populacional.

Ademais, que haja investimentos em programas de conscientização e promoção à atividade física para idosos e políticas de apoio, uma vez que é um benefício indispensável tanto a saúde física como mental.

V. REFERÊNCIAS

ALCÂNTARA, A. O.; CAMARANO, A. A.; GIACOMIN, K. C. **Política nacional do idoso: velhas e novas questões.** Rio de Janeiro: IPEA, 2016.

ARANGO, H. G.; **Bioestatística: teórica e computacional.** 3. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2012.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. **Vigitel Brasil 2013: vigilância de fatores de risco e proteção para doenças crônicas por inquérito telefônico.** Brasília: Ministério da Saúde; 2013. (Série G. Estatística e informação em saúde).

_____. Ministério da Saúde. Conselho Nacional de Saúde. **Resolução nº 466, de 12 de dezembro de 2012.** Diretrizes e normas regulamentadoras de pesquisa envolvendo seres humanos. Brasília, 2012.

_____. Ministério da Saúde. **Portaria n. 2.436, de 21 de set. de 2017.** Aprova a Política Nacional de Atenção Básica, estabelecendo a revisão de diretrizes para a organização da Atenção Básica, no âmbito do Sistema Único de Saúde (SUS). Brasília, DF, 2017.

_____. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. Departamento de Atenção Especializada e Temática – DAET. **Coordenação Saúde da Pessoa Idosa. Diretrizes**

para o cuidado das pessoas idosas no SUS: proposta de modelo de atenção integral. XXX Congresso Nacional de Secretarias Municipais de Saúde. Maio, 2014.

HAGSTROMW, M. *et al.* The International Physical Activity Questionnaire (IPAQ-versão curta). **Public Health Nutrition**, 2006: v. 9. n. 6. p. 755-7622.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. PNAD Contínua. Número de idosos cresce 18% em 5 anos e ultrapassa 30 milhões em 2017. Editoria: Estatísticas Sociais. 2018. Disponível em: <<https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-noticias/2012-agencia-de-noticias/noticias/20980-numero-de-idosos-cresce-18-em-5-anos-e-ultrapassa-30-milhoes-em-2017>>. Acesso em: 04 de out. de 2018.

MATEUS, D. A. *et al.* Caracterização nutricional e qualidade de vida de amputados praticantes e não praticantes de atividades físicas. **Revista Sodebras [on line]**. V.11, N° 127, p.26-29, Jul./ 2016. ISSN 1809-3957.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE - OMS. **Envelhecimento ativo:** uma política de saúde. Tradução: Suzana Gontijo. Brasília: Organização Pan-Americana da Saúde, 60p. 2005.

PAIVA, M. H. P. *et al.* Fatores associados à qualidade de vida de idosos comunitários da macrorregião do Triângulo do Sul, Minas Gerais, Brasil. **Ciência & Saúde Coletiva**, 21(11):3347-3356, 2016.

POLIT, D. F.; BECK, C. T.; HUNGLER, B. P. **Fundamentos de pesquisa em enfermagem:** métodos, avaliação e utilização. Trad. de Ana Thorell. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2004.

REIS, L. G. Produção de Monografia: da teoria à prática. **O método educar pela pesquisa.** 2ª ed. Brasília: SENAC, 2008.

SANTOS, J. **Concepções de cidadania na idade dos cabelos grisalhos:** Envelhecimento ativo e participação social das pessoas idosas. 2016. Dissertação (Mestrado em Educação e Formação de Adultos e Intervenção Comunitária) - Faculdade de Psicologia e de Ciências da Educação, Universidade de Coimbra. 2016.

SOUZA, V. L., *et al.* Perfil das habilidades cognitivas no envelhecimento normal. **Rev. CEFAC**, São Paulo. 2009.

VIEIRA, Y. A. C. A.; SAÚDE, L. S.; SILVA, S. S. O pentágono do bem-estar em tempos de pandemia: percepções de professores teixeirenses-BA, em home office, sobre qualidade de vida. **Revista Sodebras [on line]**. V. 15, N° 177 – p. 17-21, Set./2020. ISSN 1809-3957. DOI: <https://doi.org/10.29367/issn.1809-3957.15.2020.177.17>

WORLD HEALTH ORGANIZATION - WHO. The World Health Organization Quality of Life Assessment (WHOQOL): position paper from the World Health Organization. **Social science and medicine.** v.41, n.10, 1995, p.403-409.

VI. COPYRIGHT

Os autores são os únicos responsáveis pelo material incluído neste artigo.

Área: Ciências Exatas e Engenharias

3-1	<p>O EMPREGO DO AGREGADO RECICLADO DE RESÍDUO SÓLIDO DA CONSTRUÇÃO CIVIL, EM CAMADAS DE BASE E SUB-BASE: UMA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.</p> <p>THE USE OF RECYCLED AGGREGATE OF SOLID CONSTRUCTION WASTE, IN THE BASE AND SUB-BASE LAYER: A LITERATURE REVIEW.</p> <p>Perisvaldo Dos Santos Nascimento Filho; Marcia Azevedo Campos</p>
3-5	<p>IDENTIFICAÇÃO DE AMORTECIMENTO ESTRUTURAL EM SISTEMAS MECÂNICOS</p> <p>IDENTIFICATION OF STRUCTURAL DAMPING IN MECHANICAL SYSTEMS</p> <p>Bruna Tavares Vieira Da Silva; Álvaro Manoel De Souza Soares; João Bosco Gonçalves</p>
3-5	<p>INFLUÊNCIA DA ESCOLHA DO NÚMERO DE ELEMENTOS FINITOS NA APROXIMAÇÃO DAS FREQUÊNCIAS NATURAIS DE OSCILAÇÃO DE CORPOS CONTÍNUOS DISCRETIZADOS</p> <p>INFLUENCE OF THE CHOICE OF FINITE ELEMENTS QUANTITY IN THE APPROXIMATION OF THE NATURAL FREQUENCIES OF DISCRETIZED CONTINUOUS BODY OSCILLATION</p> <p>Ricardo Luiz De Oliveira Da Rosa; Maurício Gruzman</p>
3-8	<p>A UTILIZAÇÃO DAS FERRAMENTAS DA QUALIDADE PARA IDENTIFICAÇÃO DE FALHAS DO PROCESSO DE MONTAGEM DA ÁRVORE DE TRANSMISSÃO DE UM VEÍCULO 6X4</p> <p>THE USE OF QUALITY TOOLS TO IMPROVE THE ASSEMBLY PROCESS OF THE DRIVESHAFT OF A 6X4 VEHICLE</p> <p>Renato Mendes; José Glênio Medeiros De Barros; Nilo Antonio De Souza Sampaio</p>
3-8	<p>LEAN HEALTHCARE E SUA APLICAÇÃO NA DISPENSAÇÃO DE MEDICAMENTOS EM UMA FARMÁCIA HOSPITALAR</p> <p>LEAN HEALTHCARE AND ITS APPLICATION IN THE DISPENSATION OF MEDICINES IN A HOSPITAL PHARMACY</p> <p>Vanessa Anésio Da Silva Alves; Nilo Antonio De Souza Sampaio; José Glênio Medeiros De Barros</p>

O EMPREGO DO AGREGADO RECICLADO DE RESÍDUO SÓLIDO DA CONSTRUÇÃO CIVIL, EM CAMADAS DE BASE E SUB-BASE: UMA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

THE USE OF RECYCLED AGGREGATE OF SOLID CONSTRUCTION WASTE, IN THE BASE AND SUB-BASE LAYER: A LITERATURE REVIEW

PERISVALDO DOS SANTOS NASCIMENTO FILHO¹; MARCIA AZEVEDO CAMPOS²

1 - NIPEDICMT/UFBA; 2 - UESB

psnfilho@gmail.com; azevedoxu@gmail.com

Resumo – O crescente desenvolvimento da construção civil tem gerado grande volume de resíduo sólido para sociedade. Diante desse cenário, o objetivo deste artigo foi realizar uma revisão da literatura sobre pesquisas científicas anteriores a fim de fundamentar a divulgação da utilização do agregado reciclado da construção civil (RCC) como fonte alternativa nas camadas de base e sub-base dos pavimentos flexíveis. O presente artigo além de abordar a viabilidade do uso do RCC, abordou pesquisas comparativas de custos entre os agregados convencionais (pétreo) e o RCC quando utilizados em pavimentos. Por conseguinte, este estudo corrobora o uso do RCC em camadas nobres dos pavimentos, todavia as pesquisas recomendam o uso do RCC para pavimentos com baixo volume de tráfego devido à presença de materiais pozolânicos que, quando submetidos ao tráfego elevado, poderão deformar o pavimento.

Palavras-chave: Agregado Reciclado da Construção Civil (RCC). Base e Sub-base. Pavimentação. Sustentabilidade.

Abstract - The growing development of civil construction has generated a large volume of solid waste for society. In view of this scenario, the objective of this article was to conduct a literature review on previous scientific research in order to support the dissemination of the use of recycled aggregate from civil construction (RCC) as an alternative source in the base and sub-base layers of flexible pavements. This article, in addition to addressing the feasibility of using the RCC, addressed comparative cost research between conventional aggregates (stone) and the RCC when used on pavements. Therefore, this study corroborates the use of RCC in noble layers of pavements, however research recommends the use of RCC for pavements with low traffic volume due to the presence of pozzolanic materials that when under high traffic can deform the pavement.

Keywords: Recycled Aggregate of Civil Construction (RCC). Base and Sub-base. Paving. Sustainability.

I. INTRODUÇÃO

Desde o surgimento da roda (ferramenta que simplificou o transporte), encontrada entre os Sumérios em 3500 a.C, a construção civil faz-se presente na sociedade produzindo desenvolvimento econômico e social, mas também gerando como subproduto grande quantidade de resíduo sólido e consumo excessivo de recursos naturais.

Com o fim do século XVIII, após a revolução industrial, ocorreram melhorias nas condições de vida da sociedade contribuindo para o desenvolvimento das cidades

e das indústrias da construção civil, em contrapartida agravou-se a situação ambiental do planeta, que passou a deparar-se com um problema: a geração de resíduos sólidos oriundo de obras novas e de demolições (MOTTA, 2005).

A indústria da construção civil é uma das grandes responsáveis pela extração de recursos naturais e pela geração de resíduos sólidos. Estima-se que 50% dos recursos materiais extraídos da natureza estão relacionados às atividades de construção, essas demandam uma notável quantidade de extração de materiais inertes, tais como: areias, cascalhos e rochas. A extração desses materiais em áreas acidentadas e montanhosas é uma danosa atividade ao meio ambiente, visto que altera a paisagem e provoca problemas de instabilidade (FERNANDES; AMORIM, 2014).

A preocupação mundial com a preservação do meio ambiente tem impulsionado diversas pesquisas no que tange ao gerenciamento de resíduo da construção civil, desde o descarte a sua reutilização. A Comunidade Europeia, por exemplo, regulamenta o gerenciamento de seus resíduos por meio da Diretiva 2008/98/ CE (EUROPEAN UNION, 2008), que estabelece que cada um dos países membros tenha um plano de gerenciamento de seus resíduos, sendo uma importante recomendação à necessidade de se agregar valor ao resíduo, seja pelo reaproveitamento ou pela reciclagem.

1.1 – Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil

No final da década de 1980, alguns países da Europa passaram a enfrentar o problema no gerenciamento desses resíduos. O Brasil passou a se preocupar com políticas de gerenciamento do RCC só no início do século XXI com a Resolução nº 307 do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA), que entrou em vigor em 05 de julho de 2002, ela estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para gestão dos resíduos da construção civil, além disso, a resolução nº 307 do CONAMA define que o RCC é todo e qualquer material proveniente da desconstrução, construção, reformas, reparos e demolições de projetos estruturais, infraestruturas, entre outras e classificá-los em classes:

- Classe A: são os resíduos reutilizáveis ou recicláveis como agregados, provenientes de construções, demolições,

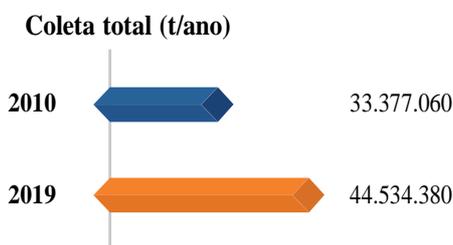
reformas e reparos de pavimentação, edificações e peças pré-moldadas em concreto;

- Classe B: são os resíduos recicláveis para outras destinações, tais como: plásticos, papel/papelão, metais, vidros, madeiras e outros;
- Classe C: são os resíduos para os quais não foram desenvolvidas tecnologias ou aplicações economicamente viáveis que permitam a sua reciclagem/recuperação;
- Classe D: são os resíduos perigosos oriundos do processo de construção, tais como: tintas, solventes, óleos e outros, ou aqueles contaminados oriundos de demolição, reformas e reparos de clínicas radiológicas, instalações industriais e outros.

Além da resolução do CONAMA, o Brasil aprovou a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) por meio da Lei nº 12.305 de 2 de agosto de 2010, a qual define como o Brasil deve dispor seus resíduos incentivando a reciclagem, a lei também prevê em seu art. 54º o fim dos “lixões” no período de até 4 anos após a sua data de publicação.

A Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE) demonstra, no seu panorama de resíduos sólidos em 2020, um comparativo dos RCCs coletados pelos municípios. Os dados apresentados (ver Figura 1) demonstram que houve um aumento dos resíduos coletados cerca de 33 milhões de toneladas de RCC no ano de 2010 e em 2019, aproximadamente, 45 milhões de toneladas.

Figura 1 – Coleta de RCC pelos Municípios no Brasil



Fonte: Panorama do RCC, 2020 (ABRELPE).

Consoante, Hewerton Bartoli, Presidente da Associação Brasileira para Reciclagem de Resíduos Sólidos da Construção Civil (ABRECON), “os municípios brasileiros poderiam economizar muito dinheiro, caso intensificassem as políticas de reciclagem desses materiais” (SANTOS, 2018).

Diante deste cenário a construção civil tem adotado medidas técnicas com intuito de utilizar o RCC nos diversos ramos da engenharia civil: fundação, aterros, estruturas e pavimentos, contribuindo para sustentabilidade e redução de impactos ambientais, quando esses materiais inertes são descartados de forma irregular na natureza nos chamados “lixões”. Do ponto de vista econômico a disposição do RCC em aterros resulta em elevados custos para administração pública. Consequentemente, a possibilidade de reciclá-lo torna-se uma opção viável.

1.2 – Impactos Ambientais Causados pelo RCC

A construção civil é o setor que mais explora os recursos naturais, causando severos impactos no meio ambiente. Além da exploração, a geração de resíduos também é um fator preocupante, uma vez que o descarte

inadequado desses resíduos é cada vez mais frequente (MOREIRA, 2011).

O setor da construção civil é responsável pelo gasto de 40% de toda a energia produzida no mundo e pela geração e 40% de todos os resíduos produzidos e que estão poluindo o meio ambiente (JOHN, *et al.*, 2001).

No Brasil, grande parte dos municípios não possuem um sistema de captação e local para destinação adequada desses resíduos, elevando o índice de descarte ilegal dos RCC para a faixa dos 10 a 47%. Os locais mais afetados são terrenos baldios, beira de estradas e margens de cursos d’água (MOREIRA, 2011).

Diante da preocupação pela busca por materiais alternativos capazes de substituir parcial ou total os agregados e ligantes comumente utilizados nas camadas de pavimento e pela preocupação com a degradação do meio ambiente quer seja com o descarte irregular quer seja com a extração e exploração dos recursos naturais- agregado pétreo e solo, este artigo versa sobre a utilização do agregado reciclado em camadas de base e sub-base de pavimentos.

1.3 – Pavimentação

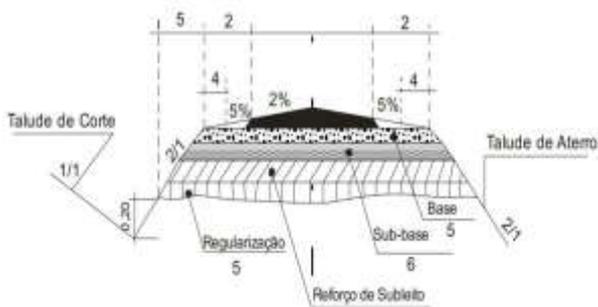
Segundo o Departamento Nacional de Infraestrutura e Transporte (DNIT) o pavimento é uma estrutura construída por meio de camadas, após a terraplanagem, de vários materiais de diferentes propriedades de resistência e deformabilidade. O desempenho estrutural do pavimento depende da espessura de cada camada, da rigidez destas e do subleito, assim como da interação entre as diferentes camadas do pavimento. O pavimento deve suportar aos esforços solicitados pelo tráfego e resistir às variações climáticas sem deixar de proporcionar conforto e segurança aos usuários, permitindo boas condições de rolamento (BERNUCCI *et al.*, 2008).

Os pavimentos são classificados em flexíveis, semirrígidos e rígidos:

- Flexível: aquele em que todas as camadas sofrem deformação elástica significativa sob o carregamento aplicado e, portanto, a carga se distribui em parcelas aproximadamente equivalentes entre as camadas, por exemplo, pavimento constituído por uma base de brita (brita graduada simples-BGS) revestida por uma camada asfáltica.
- Semirrígido: caracteriza-se por uma base cimentada por algum aglutinante com propriedades cimentícias, por exemplo, solo cimento, RCC com adição de cimento revestida por uma camada asfáltica.
- Rígido: aquele em que o revestimento tem uma elevada rigidez em relação às camadas inferiores e, portanto, absorve praticamente todas as tensões provenientes do carregamento aplicado, por exemplo, pavimento constituído por lajes de concreto de cimento Portland.

No Brasil, o tipo de pavimento mais utilizado é o flexível, como pode ser visto na Figura 2, devido ao menor custo inicial em relação aos demais tipos de pavimento por causa da rapidez da execução.

Figura 2 – Seção Transversal do Pavimento Flexível



Fonte: Manual de Pavimentação, Departamento Nacional de Infraestrutura (DNIT 2006).

1.4 – Dimensionamento do Pavimento Flexível

Dimensionar um pavimento significa determinar espessuras de camadas e os tipos de materiais a serem utilizados em sua construção, de modo a conceber uma estrutura capaz de suportar um volume de tráfego preestabelecido, nas condições climáticas locais, oferecendo o desempenho desejável para suas funções (BALBO, 2007).

De acordo com Greco (2012), o grande número de pistas de pouso implantadas durante a Segunda Guerra Mundial e nos anos que se seguiram contribuiu para a divulgação do método de dimensionamento utilizado pelo Corpo de Engenheiros Militares Americanos (USCE), que adotava o California Bearing Ratio (CBR) do subleito como parâmetro de dimensionamento.

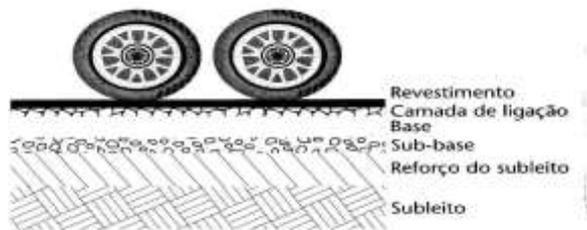
Conforme Balbo (2007), esse método consiste em um valor percentual da resistência a penetração de dado material, tido como valor de referência. O resultado de penetração obtido em inúmeros materiais britados e bem graduados, que foi tratado como “valor padrão” (o CBR de britas ou pedregulhos graduados é tomado genericamente como 100%). O resultado é válido quando a maior fração de penetração do pistão é resultante de deformações cisalhantes.

No Brasil, o método do CBR foi proposto pelo engenheiro Murilo Lopes de Souza, em 1966, o qual adota o CBR do subleito como parâmetro de dimensionamento de pavimentos flexíveis, embora esse método tenha sido proposto na década de 1960, ele é um dos principais métodos de dimensionamento no Brasil, principalmente, em pavimentos com baixo volume de tráfego.

Segundo o DNIT (2006), pavimento é a Estrutura construída após a terraplenagem, destinada a resistir e distribuir ao subleito os esforços verticais oriundos dos veículos, a melhorar as condições de rolamento quanto ao conforto e segurança e a resistir aos esforços horizontais tornando mais durável a superfície e rolamento. Ainda de acordo com o DNIT (2006) a camada de base é considerada a mais importante camada ao nível estrutural, pois recebe as tensões advindas da camada de rolamento (revestimento) e transmite para a sub-base. As camadas de base e sub-base são constituídas por solos, britas de rochas, de escória de alto forno, ou ainda pela mistura desses materiais. Estas camadas, puramente granulares, são sempre flexíveis e são estabilizadas granulometricamente pela compactação.

Consoante Balbo (2007), os pavimentos possuem as seguintes camadas, que podem ser visualizadas na Figura 3:

Figura 3 – Camadas do Pavimento e carga do tráfego



Fonte: Pavimentação Asfáltica (BALBO, 2007).

- **Revestimento:** é a camada, tanto quanto possível impermeável, que recebe diretamente a ação do rolamento dos veículos e destinada a melhorá-la, quanto à comodidade e segurança e resistir ao desgaste.
- **Subleito:** é camada considerada a fundação do pavimento, onde os esforços impostos sobre a sua superfície serão aliviados em sua profundidade (normalmente se dispersam no primeiro metro). O subleito será constituído de material natural consolidado e compactado.
- **Reforço do Subleito:** é uma camada de espessura constante, posta por circunstâncias técnico-econômicas, acima da regularização, com características geotécnicas inferiores ao material usado na camada que lhe for superior, porém melhores que o material do subleito.
- **Sub-base:** é a camada complementar à base, quando por circunstâncias técnico-econômicas não for aconselhável construir a base diretamente sobre a regularização.
- **Base:** é a camada destinada a resistir e distribuir os esforços oriundos do tráfego e sobre a qual se constrói o revestimento.

1.5 – Pavimentos com RCC

Os RCCs têm um elevado potencial para reciclagem e reutilização no ramo da pavimentação. A utilização de agregados reciclados desperta interesse devido ao volume empregado e pelo fato que esse material apresenta características adequadas e similares aos materiais comumente utilizados: brita graduada simples (BGS) e brita corrida nas camadas de base e sub-base dos pavimentos.

Segundo a NBR 15115 (ABNT, 2004), o agregado reciclado aplicável à pavimentação é o “material granular, obtido por meio de britagem ou beneficiamento mecânico, de resíduos de construção civil”, pertencentes à Classe A da Resolução CONAMA (2002). O material deve atender a alguns requisitos como: boa graduação granulométrica; valores mínimos de ISC e de expansão (conforme o tipo de camada do pavimento); e dimensão máxima característica de 63,5mm.

Uma consideração importante é a separação dos materiais pertencentes à classe A, que possibilita selecionar as melhores aplicações para cada tipo de resíduo, pois o agregado reciclado de um resíduo constituído apenas por concretos e argamassas apresentará comportamento mecânico diferente de outro constituído pela mistura dos materiais, chamado de resíduo misto (SILVA, 2014).

Os agregados reciclados da construção civil podem ser empregados em camadas de base, sub-base ou reforço do subleito dos pavimentos de baixo volume de tráfego. No Brasil, a primeira via pavimentada com agregado reciclado foi no logradouro Gervásio da Costa localizada na zona oeste da cidade de São Paulo, como pode ser vista a seção

transversal do pavimento na Figura 4, caracterizada como sendo uma via de baixo volume de tráfego (MOTTA, 2005).

Figura 4 – Seção Transversal do primeiro pavimento construído no Brasil com RCC nas camadas de Reforço do subleito e Sub-base



Fonte: Pavimentação com RCC (MOTTA, 2005).

As características físicas e mecânicas do RCC têm expressiva relevância para as pesquisas na condição de material para estrutura de pavimento, pois características como a distribuição granulométrica, absorção de água, porosidade, atividade pozolânica, resistência ao desgaste, ISC, compactação e módulo de resiliência são capazes de definir se o agregado atende aos requisitos normativos para pavimentação.

Conforme Motta (2005), o agregado reciclado é um material abrasivo e poroso com elevada absorção de água se comparado com agregados pétreos, apesar da NBR 15115 (ABNT, 2004) não mencionar o valor ou faixa de valores limites para abrasão “Los Angeles”. Não obstante, à nível de comparação, as camadas de base e sub-base estabilizadas granulometricamente devem apresentar abrasão de 55% conforme a NBR 11804 (ABNT, 1991); e, já, brita graduada deve ter abrasão menor que 40% de acordo com NBR 11806 (ABNT, 1991).

Almeida *et al.* (2018), aponta ainda que o dimensionamento de pavimentos com a utilização de agregado reciclável segue as mesmas premissas de dimensionamento dos pavimentos tradicionais, que levam em consideração os materiais utilizados e o controle na execução.

Pesquisas realizadas, anteriormente, indicam que o RCC, como insumo das bases e sub-bases dos pavimentos, tem valores de resistência satisfatórios. Com Índices de Suporte Califórnia (ISC) superior ao que preconiza a NBR 15115 (ABNT, 2004), que segundo esta, o ISC para agregados reciclados em camadas de base, sub-base e reforço do subleito deve ser maior que 60%, 20% e 12% respectivamente.

1.6 – Pesquisas Sobre Aplicação do RCC em Pavimentação

Segundo Motta (2005), os ensaios realizados mostraram que grande parte do agregado reciclado era composta de materiais cimentícios – concreto e argamassa – e naturais britados. Encontrou-se também certa quantidade de componentes contaminantes no material coletado que, no entanto, era inferior aos limites máximos de aceitação estabelecido pela NBR 15115 (2004), por fim conclui-se que o RCC é de uso promissor como insumo na construção de base, sub-base e reforço do subleito de vias de baixo volume de tráfego em substituição aos materiais convencionais.

Grubba *et al.* (2010) avaliaram a influência do tempo de cura sobre o comportamento mecânico do agregado reciclado de concreto (ARC), inserido nas camadas de base e sub-base de pavimentos. Ensaio de compressão simples e triaxiais cíclicos foram realizados em corpos de prova compactados nas energias intermediária e modificada. Os resultados mostraram que existe uma melhoria do comportamento mecânico do ARC ao longo do tempo de cura para ambas as energias pesquisadas, no qual é atribuída a própria cimentação do material. Não obstante, a energia de compactação modificada apresenta melhores propriedades mecânicas apenas no concreto ensaiado sem cura. Os autores concluem que o ARC é uma alternativa para ser utilizada em camadas de base e sub-base de pavimentos.

Proença *et al.* (2012) analisaram em laboratório as características físicas e mecânicas de agregados reciclados de resíduo da construção civil em Recife-PE, objetivando seu uso em camadas de base e sub-base em vias de baixo volume de tráfego. Através dos ensaios de composição gravimétrica, massa específica das partículas, absorção, granulometria, formas dos grãos, compactação e Índice de Suporte Califórnia, os autores obtiveram como resultado que o resíduo apresentou maior quantidade de material pozolânico (34%), implicando em maior taxa de absorção e maior quantidade de grãos cúbicos após a implementação da energia modificada na compactação. Enfim, recomenda-se para uso em camadas de base e sub-base de pavimentos com baixo volume de tráfego.

Tavira *et al.* (2018) avaliaram as propriedades mecânicas em laboratório e in situ de agregados reciclados mistos não selecionados a partir de resíduos de construção e demolição utilizados como materiais de base e sub-base em pavimento na Espanha. Solo obtido de escavações foi misturado ao agregado reciclado e uma pista de teste rodoviária foi executada e analisada durante 7 anos. O desempenho mecânico e os valores de rugosidade da superfície foram obtidos a partir da estrada experimental e segundo os autores mostraram um comportamento aceitável.

Leite *et al.* (2011) estudaram o uso do agregado reciclado em pavimentos como material para base e sub-base em estradas de baixo volume. O material reciclado foi caracterizado e analisado por testes triaxiais de cargas repetidas. Além disso, o efeito do esforço de compactação sobre suas propriedades físicas e mecânicas foi analisado. Os seguintes testes foram executados: absorção de água, distribuição de tamanho de grão, forma de grão, Índice de Suporte Califórnia (ISC), módulo resiliente e deformação permanente. Os resultados mostraram que a composição e o esforço de compactação são fatores importantes no comportamento físico e mecânico dos agregados reciclados e seu uso é recomendado para a construção de estradas.

II. METODOLOGIA

Este artigo trata de uma revisão bibliográfica com objetivo de ampliar a fundamentação teórica sobre o tema proposto. Para a realização deste estudo foram consultados artigos técnicos relacionados ao tema proposto, dissertações de mestrado, tese de doutorado, livros, normas técnicas, revistas técnicas científicas e as plataformas eletrônicas: Scientific Electronic Library (SCIELO), Google Acadêmico e o Sistema de Universitário de Bibliotecas (SIBI) da Universidade Federal da Bahia (UFBA). Para atingir o objetivo deste artigo, foi realizada uma triagem detalhada

nos artigos, teses, dissertações e livros, sendo utilizados com referência àqueles que possuíam conceitos, quantitativos relevantes com intuito de demonstrar a importância da utilização do RCC nas camadas de pavimento (sub-base e base).

III. RESULTADOS

A execução de vias urbanas demanda de considerável quantidade de material para a sua execução (ALMEIDA *et al.*, 2018), portanto, devido a essa demanda a utilização do agregado reciclado da construção civil em camadas de base e sub-base dos pavimentos reduziria o volume das extrações de agregados naturais (agregados oriundos de rochas e solos) e a disposição do RCC em lugares inapropriados “lixões”.

Consoante o DNIT (2006) e a NBR 15115 (ABNT, 2004), o agregado utilizado como camada de sub-base e base deverá apresentar $ISC \geq 20\%$ e $ISC \geq 80\%$ respectivamente, quanto à expansão na sub-base $\leq 1,0\%$ e na base $\leq 0,5\%$. As pesquisas analisadas apresentaram valores satisfatórios no que tange aos itens de ISC e expansão do material o que ratifica que o RCC pode ser uma fonte alternativa para implantação ou restauração de pavimentos, todavia as pesquisas demonstraram que o uso do RCC do tipo misto apresentou índice elevado de material pozolânico o que, segundo Motta (2005), pode ocorrer à quebra dos agregados quando utilizados em base e sub-base de pavimento com elevado tráfego, gerando deformações permanentes na rodovia. Dessa maneira, as pesquisas recomendam que o RCC seja utilizado em pavimentos de baixo volume de tráfego e para que seja utilizado em vias de elevado tráfego é necessário que o RCC esteja misturado a outros materiais como: cimento, cal, geopolímero a fim de que essa mistura possa aumentar a resistência do agregado reciclado evitando possíveis deformações no pavimento.

3.1 – Análises de Custos

Esta pesquisa também teve o objetivo de exemplificar vantagens econômicas na utilização do RCC quando comparado com materiais britados oriundo de formações rochosas.

A aplicação do RCC nas camadas de base e sub-base do pavimento apresenta um custo menor, na cidade do Rio de Janeiro, quando comparado aos materiais convencionais (CORREIA, 2014). Conforme as tabelas (1 e 2) comparativas de custos entre RCC x materiais convencionais.

A Tabela 1 apresenta o custo dos materiais convencionais em cada camada do pavimento. Já a Tabela 2 apresenta o custo do RCC nas camadas de base e sub-base, sendo possível fazer um comparativo de custo entre o RCC e os agregados convencionais.

Tabela 1 – Custos das estruturas do pavimento com material convencional

Camada	Material	Esp. cm	Custo
Capa	CBUQ	5,0	22,02 R\$/m ²
Base	Brita corrida	15,0	54,74 R\$/m ³
Sub-base	Pó de pedra	15,0	52,05 R\$/m ³
R do subleito	CBR>10	60,0	3,04 R\$/m ³
Subleito	Solo	-	

Fonte: Viabilidade Econômica do RCC (CORREIA, 2014).

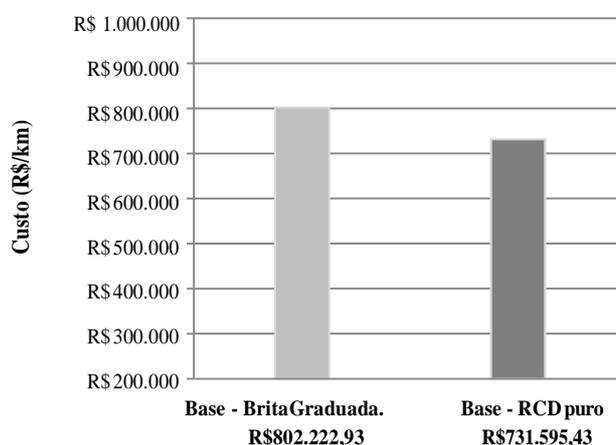
Tabela 2 – Custos das estruturas do pavimento com RCC.

Camada	Material	Esp. cm	Custo
Capa	CBUQ	5,0	22,02 R\$/m ²
Base	RCC	20,0	25,00 R\$/m ³
Sub-base	RCC	20,0	25,00 R\$/m ³
R do subleito	CBR>10	60,0	3,04 R\$/m ³
Subleito	Solo	-	

Fonte: Viabilidade Econômica do RCC (CORREIA, 2014).

Para Teixeira *et al.* (2015), o custo em 1km de via pavimentada, em Joinville – SC, usando a brita graduada (BG) como camada de base e o macadame seco como camada de sub-base teve um custo de R\$ 802.222,93, porém quando houve a permuta da BG pelo RCC, bem como a substituição do macadame seco pela mistura de solo-agregado reciclado, gerou uma redução de custo de 8,8%, já que o custo de construção calculado para essa estrutura foi de R\$ 731.595,43. A Figura 5 demonstra a comparação dos custos entre os materiais (brita graduada e o RCC).

Figura 5 – Comparação dos custos de construção dos pavimentos analisados



Fonte: Revista Eletrônica de Engenharia Civil (REEC, 2015).

Diante dos resultados obtidos em pesquisas anteriores e dos resultados exemplificados sobre o tema proposto, o RCC se apresenta como uma alternativa economicamente viável para ser aplicado nas camadas nobres dos pavimentos.

IV. CONCLUSÃO

A partir dos aspectos apresentados neste artigo a utilização do agregado reciclado da construção civil como insumo nas camadas de base e sub-base é uma solução técnica, econômica e ambientalmente viável, ademais obras de pavimentação consomem grande volume de agregados pétreos e a extração desse mineral tem apresentado elevado impacto ambiental, pois esses minerais são recursos finitos. Por isso, torna-se cada vez mais importante o apoio e as publicações da utilização desse material como fonte alternativa adequada.

Do ponto de vista do saneamento a indústria da construção civil é uma das grandes responsáveis pela geração de resíduo sólido, entretanto existe uma preocupação mundial que tem impulsionado pesquisas técnicas no que tange ao gerenciamento do RCC, a fim de que esse material seja descartado de forma irregular e criando soluções adequadas para a sua reutilização.

Portanto, foi possível verificar nesta pesquisa e baseado em estudos anteriores que há uma redução de custos nos

projetos de pavimentação devido à utilização do RCC, por ser mais acessível economicamente quando comparado com os agregados oriundos de formações rochosas. Torna-se importante salientar que, apesar do RCC ser tecnicamente viável conforme visto neste artigo, o RCC sem adição (puro) é recomendável para via de baixo volume de tráfego, por causa do material pozolânico que o constitui e esse quando submetido ao tráfego intenso pode quebrar e gerar deformações permanentes no pavimento.

V. REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS

NBR 11804: Materiais para sub-base ou base de pavimentos estabilizados granulometricamente. Rio de Janeiro, 1991.

NBR 11806: Materiais para sub-base ou base de brita graduada. Rio de Janeiro, 1991.

NBR 15115: Agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil – Execução de camadas de pavimentação – Procedimentos. Rio de Janeiro, 2004.

ABRELPE- Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil – 2020**. São Paulo, 2020. Disponível em: <<http://abrelpe.org.br/download-panorama-2017>>. Acesso em: 02 abr. 2021.

ALMEIDA, J.; ROSA, F.D.; PANDOLFO, A.; BERTICELLI, R.; BRUM, E.M.; MARTINS, M.S. **Estudo de Viabilidade Econômica do Uso de Agregado de RCD em Pavimentação de Vias Urbanas**. Revista de Engenharia Civil. 2018.

BALBO, J.T. **Pavimentação Asfáltica: Materiais, Projeto e Restauração**. SP: Oficina de Texto, 2007.

BERNUCCI, L. B.; MOTTA, L. M. G.; CERATI, J. A. P.; SOARES, J. B. **Pavimentação Asfáltica**. Rio de Janeiro, 2008.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. **Resolução CONAMA nº 07, de 5 de julho de 2002**. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res02/res30702.html>>. Acesso em: 29 de mar de 2021.

CORREIA, R. S. **Estudo de Viabilidade Econômica para o Uso de Resíduos de Construção e Demolição em Camadas de Base e Sub-base de Pavimentos**. 34-39p. Monografia – Escola Politécnica da Universidade Federal do Rio de Janeiro. RJ, 2014.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRA-ESTRUTURA DE TRANSPORTES (DNIT). **Manual de Pavimentação**. 3ª ed. Rio de Janeiro. 2006.

EUROPEAN UNION. EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL. Estabelece Diretrizes, Critérios e Procedimentos para Gestão dos Resíduos da Construção Civil. Directive 2008/98/EC. **Official Journal of the European Union**. L312/3, 22 november 2008. 28p

FERNANDES, A.V.B; AMORIM, J. R. R. **Cadernos de Graduação - Ciências Exatas e Tecnológicas Unit 2**, 1- 2014.

GRECO, J. A. S. **Cargas Rodoviárias e Tráfego**. Notas de Aula – Universidade Federal de Minas Gerais, 2012. Disponível em: <<http://etg.ufmg.br/~jisela/>>. Acesso em: 03 abr 2021.

GRUBBA, D. C. R. P.; PARREIRA, A. B. **Análise da Influência do Tempo de Cura sobre o Comportamento**

Mecânico de um Agregado Reciclado de Concreto Compactado nas Energias Intermediária e Modificada. XV Congresso Brasileiro de Mecânica dos Solos e Engenharia Geotécnica (Cobramseg) – Gramado/RS, pp. 1-7 - 2010.

JOHN, V. M. **Reciclagem de Resíduos na Construção Civil**: contribuição para metodologia de pesquisa e desenvolvimento. 2001. 113 f. Tese (Livre Docência) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2001.

LEITE, F. C.; MOTTA, R. S.; VASCONCESLOS, K. L.; BERNUCCI L. (2011). Laboratory Evaluation of Zecycled Construction and Demolition Waste for Pavements. **Construction and building materials**, vol 25, p. 2972 – 2979.

MOREIRA, K. M.V. **Manual sobre os Resíduos Sólidos da Construção Civil**. Sindicato da Indústria da Construção Civil do Ceará. Programa Qualidade de Vida na Construção. Fortaleza- CE, 2011. Disponível em: <<http://www.ibere.org.br/anexos/325/2664/manual-de-gestao-deresiduos-solidos-ce-pdf>>. Acesso em: 30 mar. 2021.

MOTTA, R. S. **Estudo Laboratorial de Agregado Reciclado de Resíduo Sólido da Construção Civil para Aplicação em Pavimento de Baixo Volume de Tráfego**. 135p. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. SP, 2005.

PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA. **Lei nº 12305, de 02 de Agosto de 2010**. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-010/2010/lei/112305.htm>. Acesso em: 25de mar de 2021.

PROENÇA, F. T. T. C.; SILVA, R. C. F.; FUCALE, S. P.; RABBANI, E. K. **Análise das Características Físicas de Bica Corrida Reciclada de Resíduos da Construção Civil (RCC) para Uso em Pavimentação**. XVI Congresso Brasileiro de Mecânica dos Solos e Engenharia Geotécnica (Cobramseg) – Porto de Galinhas/PE, pp. 1-7-2012.

SANTOS, G. J. Salvador produz 2.200 toneladas de entulho por dia. **A TARDE**, Salvador, p.2, 26 mai. 2018. Disponível em: <http://atarde.uol.com.br/imoveis/materias/1963722-salvador-produz-2200-toneladas-de-entulho-por-dia>. Acesso em: 25 mar. 2021.

SILVA, R. V.; BRITO, J.; DHIR, R. K. Properties and Composition of Recycled Aggregates from Construction and Demolition Waste Suitable for Concrete Production. **Construction and building materials**, vol 65, p. 201 – 217 - 2014.

TAVIRA, J; JIMENÉZ, J. R.; AYUSO, J.; SIERRA, M. J.; LEDESMA, E. F. Functional and Structural Parameters of a Paved Road Section Constructed with Mixed Recycled Aggregates from non-selected Construction and Demolition Waste with Excavation Soil. **Construction and building materials**, vol 164, p. 57 – 69 - 2018.

TEIXEIRA, W. R.; MELLO, E. A.; TEIXEIRA, J; SANTOS, A. G. Avaliação do Custo de Construção de uma Estrutura de Pavimento Empregando Agregado Reciclado de RCD. **Revista Eletrônica de Engenharia Civil**, 2015.

VI. COPYRIGHT

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

IDENTIFICAÇÃO DE AMORTECIMENTO ESTRUTURAL EM SISTEMAS MECÂNICOS

IDENTIFICATION OF STRUCTURAL DAMPING IN MECHANICAL SYSTEMS

BRUNA TAVARES VIEIRA DA SILVA², ÁLVARO MANOEL DE SOUZA SOARES^{1,2},
JOÃO BOSCO GONÇALVES²

1 - UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA (UNESP), FACULDADE DE ENGENHARIA,
GUARATINGUETÁ; 2 - UNIVERSIDADE DE TAUBATÉ, RUA DANIEL DANELLI, S/N – JARDIM
MORUMBI – TAUBATÉ – SÃO PAULO - 12060440

bruna_tvs@yahoo.com.br, alvaro.soares@unesp.br, jbgoncal@unitau.br

Resumo - Muitas pesquisas têm sido realizadas no desenvolvimento de técnicas para a identificação do amortecimento estrutural de sistemas físicos. Tais técnicas sempre são acompanhadas do desenvolvimento de um modelo analítico ideal do sistema e de sua comparação com dados experimentais obtidos em laboratório. Neste trabalho são mostradas técnicas de identificação do amortecimento estrutural de um sistema físico e suas aplicações em dois sistemas físicos. Inicialmente identifica-se o amortecimento estrutural de um sistema composto de um pêndulo simples e posteriormente montou-se um sistema um pouco mais complexo e identificou-se o coeficiente de amortecimento de um sistema físico flexível composto de uma viga engastada, assemelhando-a a um sistema massa-mola-amortecedor. A excitação, de ambos os sistemas foi feita utilizando-se um martelo de impacto de forma a se utilizar esses dados na entrada dos modelos analíticos obtidos para esses sistemas. Para o pêndulo simples, utilizou o método do decremento logarítmico para identificação do fator de amortecimento e para o sistema flexível, implementou-se a metodologia do Filtro de Kalman recursivo. Os resultados mostram que as técnicas foram aplicadas com sucesso uma vez que o erro obtido na comparação entre dados analíticos e experimentais foi pequeno.

Palavras-chave: Identificação. Modelagem. Amortecimento Estrutural. Filtro de Kalman.

Abstract - Much research has been carried out in the development of techniques for the identification of structural damping of physical systems. Such techniques are always accompanied by the development of an ideal analytical model of the system and its comparison with experimental data obtained in the laboratory. In this work, techniques for identifying the structural damping of a physical system and its applications in two physical systems are shown. Initially, the structural damping of a system made up of a simple pendulum is identified and then a slightly more complex system was set up and the damping coefficient of a flexible physical system made up of a crimped beam was identified, resembling it to a mass-spring deadening system. The excitation of both systems was done using an impact hammer in order to use this data when entering the analytical models obtained for these systems. For the simple pendulum, the method of logarithmic decrement was used to identify the damping factor and for the flexible system, the recursive Kalman Filter methodology was implemented. The results show that the techniques were successfully applied since the error obtained when comparing analytical and experimental data was small.

Keywords: Identification. Modeling. Structural Damping. Kalman Filter.

I. INTRODUÇÃO

A área de identificação do amortecimento de sistemas físicos ainda possui várias questões a serem respondidas pela comunidade científica. Os efeitos do amortecimento são muito conhecidos, mas a sua caracterização precisa ainda é um problema não resolvido. Pilkey, Roe e Iman (1997) propõem dois métodos de identificação de amortecimento, um iterativo e outro que usa o método dos mínimos quadrados. Adhikari (2002) propõe um método, com base nos pólos e resíduos das funções de transferência medidas, associado com o método de Lancaster. A correta identificação de parâmetros, pode melhorar as investigações sobre modelagem dinâmica e controle. Em, Horibe e Takahashi, (2007), os autores propõem um método para identificação de trinca em uma viga utilizando algoritmo genético (AG), baseado em mudanças nas frequências naturais da viga. Para minimizar o custo de processamento, um método de superfície de resposta (RSM) também é adotado no processo de minimização. Afirmam os autores que a combinação dos métodos tornou a identificação mais eficaz e robusta. Em Gonçalves e Soares, (2010), os autores descrevem a modelagem analítica para a determinação experimental do amortecimento de uma viga em balanço. O trabalho descreve a identificação experimental dos parâmetros da matriz de amortecimento do modelo da viga. Segundo os autores, os resultados mostram uma boa concordância entre os modelos analítico e experimental do sistema em estudo. No trabalho de Pilkey e Inman, (1998), os autores investigam, em detalhes, métodos disponíveis para identificar a matriz de amortecimento de uma estrutura ou de um sistema mecânico. Alguns dos métodos são descritos em detalhes, possibilitando sua direta implementação pelo leitor. São mostrados, também métodos mais aprofundados que levam em consideração o tratamento de ruídos nas medidas. Em Soares, Góes e Souza (1997), os autores descrevem o projeto e a implementação de um experimento para estudar a dinâmica e o controle ativo de uma estrutura flexível multi-link giratória. O experimento foi projetado para ser representativo de uma estrutura flexível, atuando no espaço como, por exemplo, um satélite com apêndices flexíveis. No trabalho, são descritos os procedimentos de projeto, a instrumentação utilizada e a modelagem analítica do sistema, em estudo. Resultados preliminares de um controle

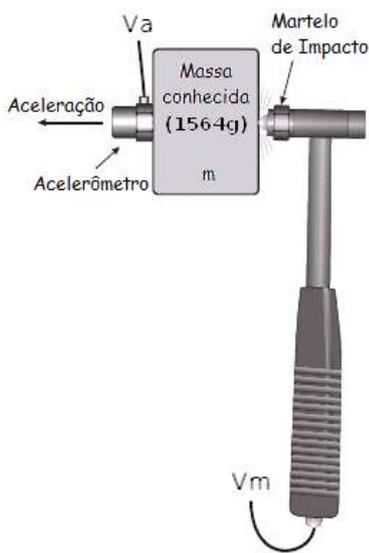
posicional simples, onde o sensor e o atuador são posicionados fisicamente no mesmo ponto, também são descritos, sugerindo que um controlador robusto, do tipo LQG/LTR, seria mais adequado ao sistema.

Para abordar este assunto, neste trabalho, montou-se dois experimentos simples. Ambos os experimentos utilizam como entrada um impulso, proveniente de um martelo de impacto, cuja calibração foi realizada em laboratório. O primeiro experimento consiste em um pêndulo simples instrumentado com um potenciômetro, que mede a posição angular do pêndulo e que é excitado pelo martelo de impacto. O segundo experimento consiste em uma viga flexível instrumentada com um acelerômetro e excitada pelo martelo de impacto. Neste trabalho apresenta-se a modelagem analítica dos sistemas físicos, juntamente com estudos para a validação desses modelos através de testes experimentais e estudos de identificação paramétrica dos parâmetros dos sistemas no domínio do tempo. Um impulso (aplicado pelo martelo de impacto) excita tanto o pêndulo quanto a viga e os sinais fornecidos pelo pêndulo (potenciômetro) e pela viga (acelerômetro) são adquiridos para posterior análise. Resultados preliminares mostram uma boa concordância entre modelos experimentais e analíticos.

II. CALIBRAÇÃO DO MARTELO DE IMPACTO

Com o objetivo de aumentar a confiabilidade dos dados experimentais, optou-se por fazer a calibração do martelo de impacto em laboratório, montando-se um experimento composto por uma massa conhecida e um acelerômetro (modelo 353B18 da PCB Piezotronics) previamente calibrado (usou-se a calibração fornecida pelo fabricante), como ilustrado na Fig. 1.

Figura 1 - Esquema para a calibração do martelo de impacto



Fonte: Autores, 2019.

Este experimento é sugerido pelo fabricante do equipamento (PCB Piezotronics) e consiste na aplicação da 2ª Lei de Newton ao resultado da aplicação de um impulso à uma massa conhecida, ou seja:

$$F = m \cdot a \quad (1)$$

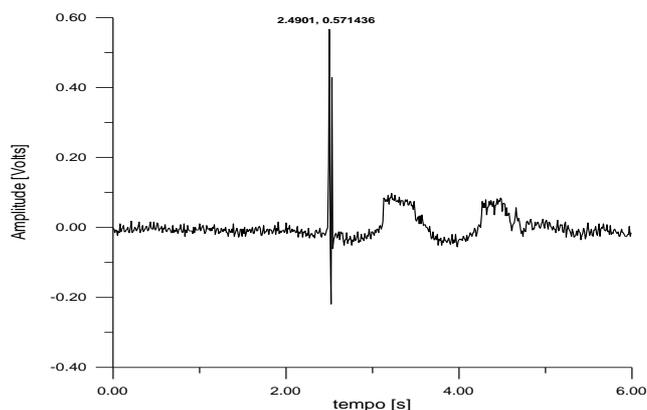
Escrevendo esta equação em termos das sensibilidades do acelerômetro e do martelo de impacto, temos:

$$\frac{V_m(t)}{S_m} = m \cdot \frac{V_a(t)}{S_a} \Rightarrow S_m = \frac{S_a}{m} \cdot \frac{V_m(t)}{V_a(t)} \quad (2)$$

Nas equações (1) e (2), **a** é a aceleração da gravidade em **m/s²**, **F** é força, em **Newtons**, aplicada a massa, **m** é a massa, em **kg**, utilizada no experimento (**m=1.564kg**), **V_m** é o valor do pico de tensão, em **Volts**, registrado pelo martelo de impacto, **S_m** é a sensibilidade, em **mV/N**, do martelo de impacto, **V_a** é o pico de tensão, em **Volts**, registrado pelo acelerômetro e **S_a** é a sensibilidade, em **mV/g**, do acelerômetro, fornecida pelo fabricante (**S_a=9.31mV/g**).

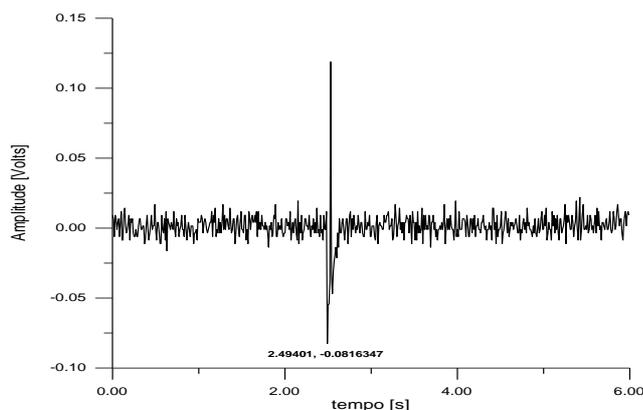
As Figuras (2) e (3) ilustram a resposta temporal do martelo de impacto e do acelerômetro, após a aplicação de um impulso à massa.

Figura 2 - Saída do acelerômetro após aplicação de um impulso à massa



Fonte: Autores, 2019.

Figura 3 - Saída do martelo de Impacto após aplicação de um impulso à massa



Fonte: Autores, 2019.

Substituindo os valores numéricos na Eq (2), tem-se que:

$$S_m = \frac{9.31}{1564 \times 10^{-3}} \cdot \frac{(-0.0816347)}{0.571436} = -4.2859 \left[\frac{mV}{N} \right]$$

Uma vez obtida a sensibilidade do martelo de impacto, foram montados os experimentos descritos nas seções a seguir.

III. IDENTIFICAÇÃO DO AMORTECIMENTO ESTRUTURAL DE UM PÊNDULO SIMPLES

3.1 - Modelo matemático de um pêndulo simples

O modelo do sistema do pêndulo simples pode ser obtido definindo-se as Energias Cinética (T), Potencial (V) e Dissipada (R) do sistema como:

$$T = \frac{1}{2} ml^2 \dot{\theta}^2 \quad (3)$$

$$V = -mgl \cos \theta \quad (4)$$

$$R = \frac{1}{2} b \dot{\theta}^2 \quad (5)$$

Nas equações (3), (4) e (5), m e l representam a massa e o comprimento do pêndulo, respectivamente. A aceleração da gravidade é representada por g ($g=9.81\text{m/s}^2$), b é o amortecimento do sistema e $\theta, \dot{\theta}$ e $\ddot{\theta}$ representam o deslocamento angular do pêndulo e suas respectivas, primeira e segunda, derivadas. O Lagrangeano do sistema pode ser escrito como:

$$L = T - V \quad (6)$$

Utilizando-se as equações de Lagrange, obtém-se o modelo, linearizado, do sistema descrito pela Eq. (7).

$$ml^2 \ddot{\theta} + b \dot{\theta} + mgl \theta = \Gamma(t) \quad (7)$$

Onde $\Gamma(t)$ é um torque externo aplicado ao sistema para excitá-lo. Aplicando a Transformada de Laplace à Eq. (7) e supondo que o sistema esteja em repouso, obtém-se a Função de Transferência do sistema, como:

$$(ml^2 s^2 + bs + mgl) \theta(s) = \Gamma(s) \quad (8)$$

$$\frac{\theta(s)}{\Gamma(s)} = \frac{1}{ml^2} \left[\frac{1}{\left(s^2 + \frac{b}{ml^2} s + \frac{g}{l} \right)} \right] \quad (9)$$

Supondo que um impulso unitário foi aplicado à entrada do sistema, ou seja, $\Gamma(t)=\delta(t)$, tem-se que:

$$\theta(s) = \frac{1}{ml^2 \omega_n^2} \left[\frac{\omega_n^2}{(s^2 + 2\zeta \omega_n s + \omega_n^2)} \right] \quad (10)$$

$$\text{Onde, } \omega_n = \sqrt{g/l} \quad \text{e} \quad \zeta = \frac{b}{2ml\sqrt{gl}}$$

Aplicando a transformada inversa de Laplace à Eq. (10), obtém-se a solução analítica da Eq. (7), como:

$$\theta(t) = \frac{1}{ml^2 \omega_n \sqrt{1-\zeta^2}} e^{-\zeta \omega_n t} \sin(\omega_n \sqrt{1-\zeta^2} t) \quad (11)$$

No Laboratório de Vibrações Mecânicas, foi montado um experimento, com as características descritas na tabela 1.

Tabela 1 - Parâmetros físicos do pêndulo simples

Massa do pêndulo	m	199.6E-3	Kg
Comprimento da haste do pêndulo	l	315E-3	M
Aceleração da gravidade	g	9.81	m/s ²

O pêndulo foi então instrumentado, com um potenciômetro ligado à sua haste e excitado com um pulso, aplicado com o martelo de impacto (Fig. 4).

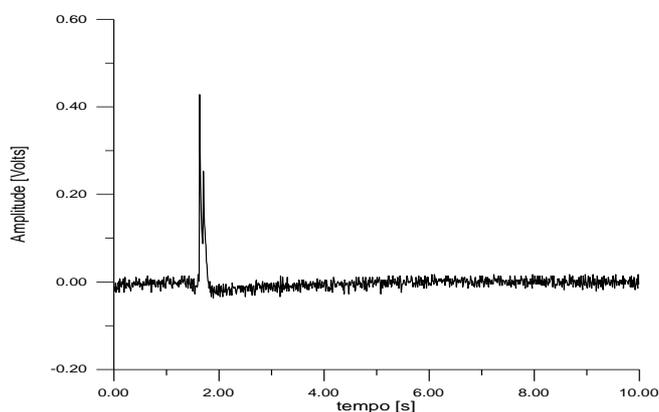
Figura 4 - Experimento de um pêndulo simples montado em laboratório



Fonte: Autores, 2019.

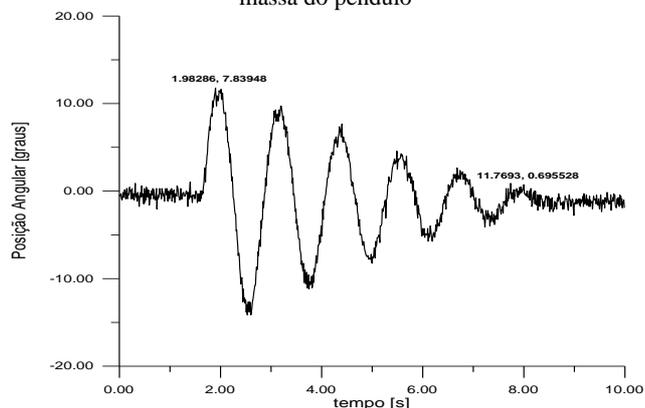
As Figuras (5) e (6), a seguir, ilustram esses dados experimentais.

Figura 5 - Saída do martelo de Impacto após aplicação de um impulso à massa do pêndulo



Fonte: Autores, 2019.

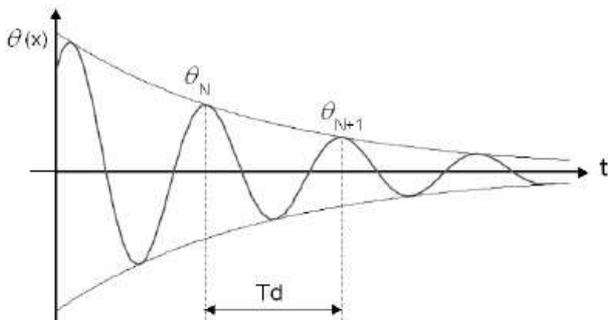
Figura 6 - Saída do potenciômetro após aplicação de um impulso à massa do pêndulo



Fonte: Autores, 2019.

Para a identificação do parâmetro de amortecimento do sistema pendular, utilizou-se a técnica do decremento logarítmico (Rao, S. S., 2017), que é a medida da taxa de decréscimo da amplitude das oscilações livres, ou seja, o amortecimento explícito ou não. Este método já demonstrou ser um meio adequado para se determinar a quantidade de amortecimento de um sistema mecânico. Quanto maior o amortecimento, maior a taxa de decréscimo. Considerando-se a Eq. (8), uma senoide amortecida, um gráfico desta equação teria a forma ilustrada na Fig. (7).

Figura 7 - Senoide amortecida



Fonte: Autores, 2019.

Nota-se, pela Fig. (7), que a exponencial delimita, para cada instante de tempo, a amplitude de vibração, por seu valor ser predominante no cálculo desta amplitude. Ainda, na Fig. (7), Td representa o período amortecido de um sistema livre. Escrevendo-se a razão entre dois valores de pico sucessivos da função no tempo, e entendendo que para dois picos consecutivos, $t_2 = t_1 + T_d$, obtém-se:

$$\frac{\theta(t_1)}{\theta(t_2)} = e^{\zeta \omega_n T_d} \quad (12)$$

O decremento logarítmico (δ) pode ser calculado experimentalmente como:

$$\delta = \ln\left(\frac{\theta(t_1)}{\theta(t_2)}\right) \quad (13)$$

Com os dados experimentais, obteve-se o decremento logarítmico do sistema de segunda ordem e calculou-se o seu

amortecimento. Os cálculos estão ilustrados a seguir. Por inspeção a Fig. 6, tem-se que:

$$\delta = \frac{1}{n} \ln\left(\frac{\theta(t_0)}{\theta(t_n)}\right) = \frac{1}{5} \ln\left(\frac{11.7693}{1.98286}\right) = 0.56572$$

$$T_D = \frac{(11.7693 - 1.98286)}{4} = 1.9573s$$

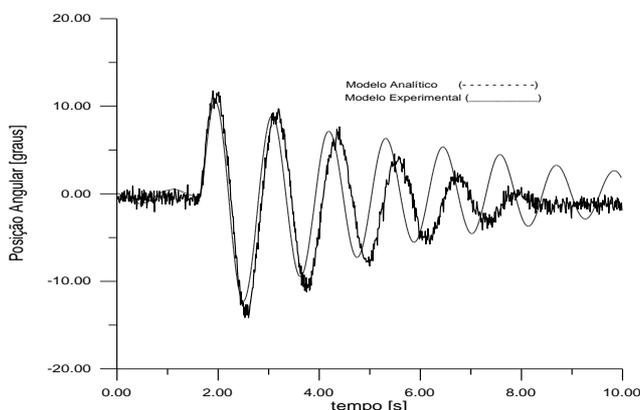
$$\omega_n = \sqrt{g/l} = \sqrt{9.81/315E-3} = 5.5806 \text{ rad/s}$$

$$\zeta = \frac{\delta}{\omega_n \times T_D} = 0.051792$$

$$b = \zeta \times 2m\sqrt{gl} = 0.011449 \text{ Ns/m}$$

Com esses valores, foi obtida a saída do sistema analítico utilizando-se como excitação a entrada dada pelo martelo de impacto. A Fig. 8 ilustra a comparação entre as respostas dos sistemas analítico e experimental.

Figura 8 - Comparação entre os modelos analítico e experimental (pendulo simples)

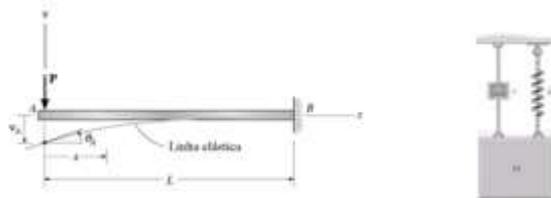


Fonte: Autores, 2019.

IV. IDENTIFICAÇÃO DO AMORTECIMENTO ESTRUTURAL DE UMA VIGA ENGASTADA

4.1 - Modelo matemático aproximado de uma viga engastada

Figura 9 - Esquema da viga engastada e de um sistema massa-mola-amortecedor



Fonte: Autores, 2019.

O modelo simplificado de uma viga simplesmente engastada, ilustrada na Fig. 9, pode ser obtido assemelhando-se a viga a um sistema massa-mola-amortecedor, também ilustrado na Fig. 9. A constante de amortecimento b é devido ao amortecimento estrutural da viga e sua flexibilidade é dada por k . Escrevendo as energias cinética, potencial e dissipada do sistema, tem-se:

$$T = \frac{1}{2} m \dot{x}^2 \quad (14)$$

$$V = \frac{1}{2} k x^2 \quad (15)$$

$$R = \frac{1}{2} b \dot{x}^2 \quad (16)$$

Utilizando-se as equações de Lagrange, novamente, obtém-se o modelo, descrito pela Eq. (17).

$$m\ddot{x} + b\dot{x} + kx = f(t) \quad (17)$$

Onde $f(t)$ é uma força externa aplicada ao sistema para excitá-lo.

No Laboratório de Vibrações Mecânicas, foi montado um experimento, com uma viga simplesmente engastada, com as características descritas na tabela 2.

Tabela 2 - Parâmetros físicos da viga simplesmente engastada

Densidade do alumínio	ρ	2710	Kg/m ³
Módulo de Young do alumínio	E	7.1E10	N/m ²
Largura da viga	E _b	31.7 E-3	m
Altura da viga	H _b	3.3E-3	m
Comprimento da viga	L _b	0.7	m
Área de seção transversal da viga	A	10.46E-5	m ²
Momento de inércia da viga	I	9.493E-11	m ⁴

A viga foi instrumentada, com um acelerômetro capacitivo (Micromachined Accelerometer modelo MMA1220D da Motorola) colado sobre a sua extremidade livre e excitado com um impulso, aplicado com o martelo de impacto (Fig. 9).

Figura 9 - Experimento montado com uma viga simplesmente engastada



Fonte: Autores, 2019.

Para a realização da identificação de parâmetros, inicialmente, foi realizada a obtenção da velocidade e do deslocamento da viga na posição onde estava situado o acelerômetro. Para isso, fez-se uma dupla filtragem e uma dupla integração nos dados de aceleração, como indica a Fig. 10.

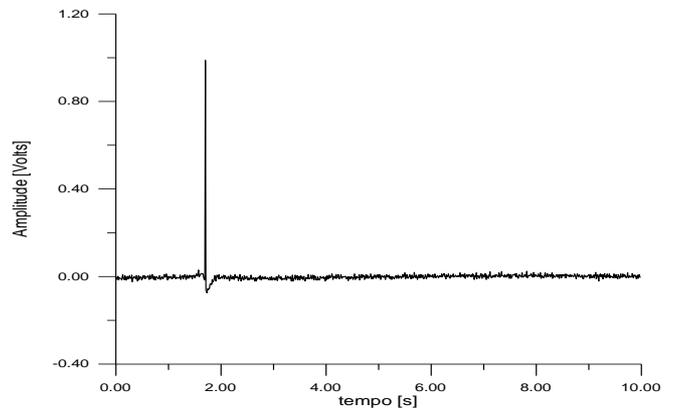
Figura 10 - Esquema para a obtenção da velocidade e do deslocamento da extremidade livre da viga



Fonte: Autores, 2019.

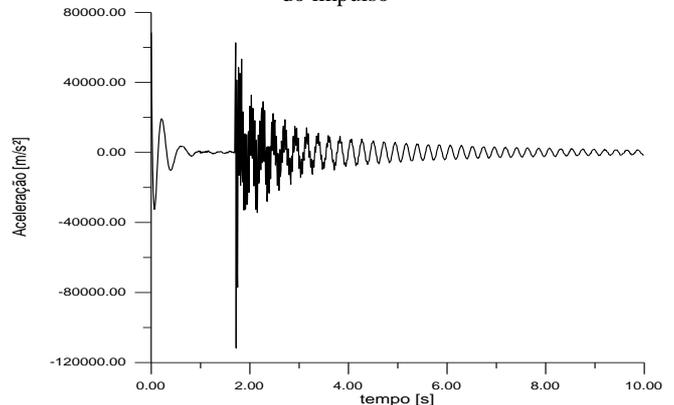
As Figuras (11) e (12) ilustram os resultados obtidos.

Figura 11- Saída do martelo de Impacto após aplicação de um impulso à viga engastada



Fonte: Autores, 2019.

Figura 12 - Aceleração da extremidade livre da viga após aplicação do impulso



Fonte: Autores, 2019.

Para a identificação dos parâmetros de amortecimento (b) e flexibilidade (k) da viga simplesmente engastada, utilizou-se a técnica do Filtro de Kalman recursivo (Bierman, G. J., 1977). Para a montagem do processo. A Eq. (17) foi reescrita como:

$$\left[\ddot{x} - \frac{f(t)}{m} \right] = -\frac{b}{m} \dot{x} - \frac{k}{m} x \quad (18)$$

Na equação (18), os valores de x e $f(t)$ são as saídas do acelerômetro e martelo de impacto respectivamente e os valores de \dot{x} e x foram obtidos integrando-se duas vezes o sinal do acelerômetro, como citado anteriormente. O sistema foi, portanto, colocado na forma:

$$z = Ax + v \quad (19)$$

Na equação (19):

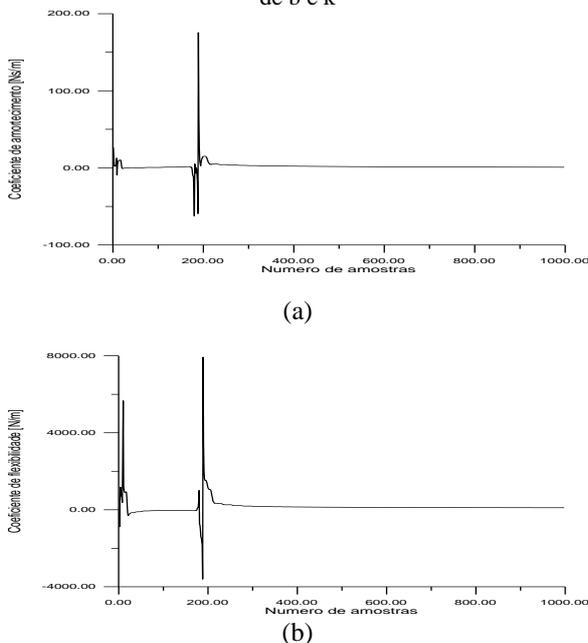
$$z = \ddot{x} - \frac{f(t)}{m}; A = \begin{bmatrix} \dot{x} & x \end{bmatrix}; x = \begin{bmatrix} -\frac{b}{m} & -\frac{k}{m} \end{bmatrix}^T$$

e v é o erro associado as observações realizadas.

Com isso, o algoritmo do Filtro de Kalman recursivo, implementado no software Octave, calculou os seguintes valores para k e b respectivamente: **104.31 N/m** e **0.83345 Ns/m**. O gráfico (Fig. (13)) mostra a robustez do método, que

convergiu pouco após a amostra de número 200, de 1000 amostras consideradas.

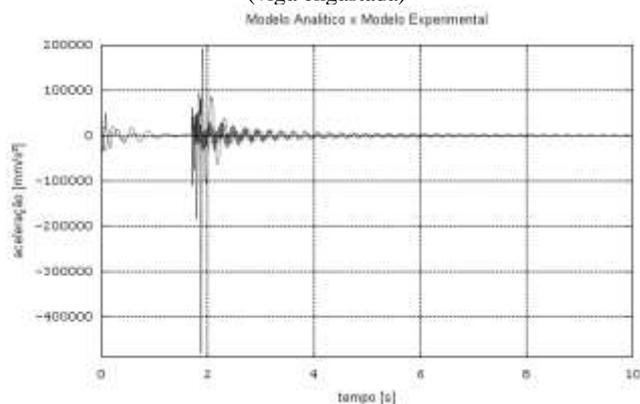
Figura 13 - Resultado do Filtro de Kalman recursivo no cálculo de b e k



Fonte: Autores, 2019.

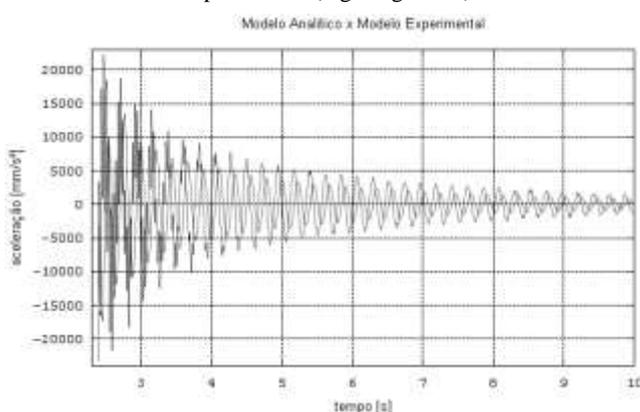
Com os parâmetros identificados, comparou-se os modelos analítico e experimental, ilustrados na Fig. 14.

Figura 14 - Comparação entre os modelos analítico e experimental (viga engastada)



Fonte: Autores, 2019.

Figura 15 - Nova comparação entre os modelos analítico e experimental (viga engastada)



Fonte: Autores, 2019.

V. CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS

Este trabalho apresentou a identificação de parâmetros de dois sistemas físicos: um pêndulo simples e uma viga engastada. Para balizar os resultados dois experimentos representativos dos modelos analíticos foram montados em laboratório. Os experimentos foram monitorados utilizando-se o software LabVIEW © e uma placa de aquisição de dados USB (NI USB-6009 fabricada pela *National Instruments*). Para o pêndulo, utilizou-se a técnica do cálculo do decremento logarítmico do sistema e o posterior cálculo de seu amortecimento (b) baseado neste decremento. Para a viga implementou-se o método do Filtro de Kalman recursivo para a identificação dos parâmetros de amortecimento (b) e flexibilidade (k) do sistema. Os resultados obtidos mostram (Figura 8 e Figura 15) uma boa concordância entre os modelos analíticos e experimentais, sugerindo sucesso nas identificações. O trabalho está em andamento e as propostas para sua continuidade são: (a) trabalhar com um sistema ainda simples, com parâmetros concentrados, mas com mais graus de liberdade e (b) utilizar o modelo completo (parâmetros distribuídos) da viga engastada considerando em sua flexibilidade seus graus de liberdade e realizar a identificação da matriz de amortecimento estrutural.

VI. REFERÊNCIAS

- BIERMAN, G. J. **Factorization methods for discrete sequential estimation**, Academic Press Inc., New York, 241p., 1977.
- GONÇALVES, J. B., SOARES, A. M. S.; Experimental Damping Identification of a Cantilever Beam, **Revista Ciências Exatas**, Universidade de Taubaté, (UNITAU), Vol. 6, N.1, p. 56-64, 2010.
- HORIBE, T., TAKAHASHI, K.; Crack Identification in Beam Using Genetic Algorithm and Three Dimensional p-FEM, in **Journal of Solid Mechanics and Materials Engineering**, Vol. 1, No 7, 2007.
- LANCASTER'S, Adhikari S. Method of Damping Identification Revisited, **Journal of Vibration and Acoustics**, Vol. 24, 2002.
- PILKEY, D. F. AND INMAN, D. J. A survey of damping matrix identification. In: Proceedings of the 16th **International Modal Analysis Conference (IMAC)**, vol.1, pp. 104–110, 1998.
- PILKEY, D. F. ROE, K. P. AND INMAN, D. J., Computational Issues in Damping Identification for Large Scale Problems, **Proceedings ASME Design Technical Conference**, paper No. DETC97/VIB-3835, September, 1997.
- RAO, S. S., **Mechanical Vibrations**, Pearson Education Limited, Sixth Edition, 1152p., 2017.
- SOARES, A. M. S.; GÓES, L. C. S., SOUZA, L.C.G. **Modeling, Experimental identification and control of a multibody system with flexible appendages**, XIV COBEM, Bauru, SP, 1997.

VII. COPYRIGHT

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

INFLUÊNCIA DA ESCOLHA DO NÚMERO DE ELEMENTOS FINITOS NA APROXIMAÇÃO DAS FREQUÊNCIAS NATURAIS DE OSCILAÇÃO DE CORPOS CONTÍNUOS DISCRETIZADOS

INFLUENCE OF THE CHOICE OF FINITE ELEMENTS QUANTITY IN THE APPROXIMATION OF THE NATURAL FREQUENCIES OF DISCRETIZED CONTINUOUS BODY OSCILLATION

RICARDO LUIZ DE OLIVEIRA DA ROSA^{1,2}; MAURÍCIO GRUZMAN¹

1 – INSTITUTO MILITAR DE ENGENHARIA; 2 – CENTRO TECNOLÓGICO DO EXÉRCITO

ricardoliveira.eng@gmail.com; gruzman@ime.eb.br

Resumo – O método dos elementos finitos pode ser usado para se encontrar soluções, com bom grau de precisão, de problemas complexos de vibrações mecânicas. Este artigo tem por objetivo avaliar a influência da escolha do número de elementos finitos, bem como sua distribuição (elementos finitos de mesmo comprimento ou de comprimentos diferentes), nos valores das frequências naturais do corpo contínuo discretizado. A análise foi feita para uma barra, uma viga e um eixo todos flexíveis.

Palavras-chave: *Vibrações Mecânicas. Método dos Elementos Finitos. Elementos Finitos Unidimensionais.*

Abstract - The finite element method can be used to find accurate solutions to complex mechanical vibration problems. This article has the effect of choosing the number of finite elements, as well as their distribution (elements with the same length or different length), in the values of the natural frequencies of the discretized body. The analysis was made for bar, beam and shaft, all of them flexibles.

Keywords: *Mechanical Vibrations. Finite Element Method. Unidimensional Finite Elements.*

I. INTRODUÇÃO

Conforme apresentado em RAO (2011), as pessoas começaram a se interessar pela vibração quando foram descobertos os primeiros instrumentos musicais, acerca do ano de 4000 a.C. Desde então, diversas técnicas experimentais e teóricas foram desenvolvidas para se observar e prever o comportamento do fenômeno das vibrações (RAIA, PEKELMAN e PAPPALARDO Jr., 2011; VARANIS, SILVA e MERELES, 2018).

A vibração está presente na maioria das atividades humanas (PAEZ, 2012), desde os processos biológicos como a respiração (associada à vibração dos pulmões) até o funcionamento de máquinas e equipamentos (THOMAZELA *et al.*, 2018), veículos (SILVA e TRIGUEIRO, 2003) e a segurança de estruturas (CRAIG, 1981; CUSTÓDIO e ARNDT, 2017; DOURADO e MEIRELES, 2016). Sistemas biológicos podem ser influenciados por vibrações em todas as frequências com frequência suficientemente grande (GIERKE e BRAMMER, 2002; CHAVES *et al.*, 2020).

O estudo da vibração é importante, uma vez que sérios problemas podem surgir se a frequência angular natural de

vibração de uma máquina ou estrutura for muito próxima à frequência angular de excitação externa (causando o fenômeno de ressonância e, conseqüentemente, possível falha do sistema).

Embora exista na literatura, como em CRAIG (1981), INMAN (2008) e Rao (2011), soluções analíticas (exatas) para o problema de vibrações livres em sistemas contínuos (que representam a maioria dos sistemas na prática), para sistemas complexos a análise analítica pode se tornar consideravelmente mais trabalhosa.

Nestes casos, uma maneira de se obter as frequências angulares naturais de vibração de sistemas complexos, de maneira aproximada por cálculo numérico (DIEGUEZ, 2005), é por meio do método dos elementos finitos (ALMEIDA, MENDES e MELO, 2019), ferramenta utilizada em diversos tipos de análise, tanto estrutural (SANTOS e ALMEIDA, 2019; RODRIGUES e PEREIRA, 2017; CHAVES, SILVA e MONTEIRO, 2016) como dinâmica (RAIA, PEKELMAN e PAPPALARDO Jr., 2011).

Com o objetivo de avaliar a influência da escolha do número de elementos finitos na precisão dos resultados para as frequências angulares naturais de vibração, neste trabalho foram realizados os cálculos pelo método dos elementos finitos, utilizando elementos finitos unidimensionais, em diferentes condições de apoio. Os resultados foram comparados com a solução analítica para uma barra, uma viga e um eixo, todos homogêneos, flexíveis e de seções retas constantes.

II. METODOLOGIA

Todos os resultados apresentados neste trabalho foram gerados utilizando um script desenvolvido e executado no software MATLAB®. Para a solução analítica das frequências angulares naturais de vibração de uma barra, foram utilizadas as equações da Tabela 1, obtida de RAO (2011), onde l é o comprimento da barra, $c = \sqrt{E/\rho}$ a velocidade de onda, E o módulo de Young, ρ a densidade específica e n um número inteiro não negativo.

Os valores obtidos a partir do modelo discretizado da barra foram obtidos conforme metodologia apresentada em RAO (2011), calculando-se primeiro as matrizes de rigidez

$[K]_E$ e de massa consistente $[M]_E$ para o elemento de barra, conforme equações (1) e (2), onde A_E é a área transversal.

Em seguida, calculou-se as matrizes globais de rigidez $[K]_G$ e de massa $[M]_G$ por meio das equações (3) e (4), onde m é o número de elementos finitos e ${}_{Ei}[T]_G$ é a matriz de correlação ou transformação de deslocamentos globais para locais do elemento Ei . Finalmente, calculou-se as frequências angulares naturais de vibração ω_n por meio da equação (5).

Tabela 1 – Frequências angulares naturais para uma barra em vibração longitudinal

Condições das extremidades da barra	Frequências angulares naturais (ω_n)
Livre-livre	$\omega_n = \frac{n\pi c}{l}, n = 0,1,2, \dots$
Livre-fixa	$\omega_n = \frac{(2n+1)\pi c}{2l}, n = 0,1,2, \dots$
Fixa-fixa	$\omega_n = \frac{n\pi c}{l}, n = 1,2,3, \dots$

$$[K]_E = \frac{E_E \cdot A_E}{l_E} \begin{bmatrix} 1 & -1 \\ -1 & 1 \end{bmatrix} \quad (1)$$

$$[M]_E = \frac{\rho_E \cdot A_E \cdot l_E}{6} \begin{bmatrix} 2 & 1 \\ 1 & 2 \end{bmatrix} \quad (2)$$

$$[K]_G = \sum_{i=1}^m {}_{Ei}[T]_G^T [K]_{Ei} {}_{Ei}[T]_G \quad (3)$$

$$[M]_G = \sum_{i=1}^m {}_{Ei}[T]_G^T [M]_{Ei} {}_{Ei}[T]_G \quad (4)$$

$$\det([K]_G - \omega_n^2 [M]_G) = 0 \quad (5)$$

Para a solução analítica das frequências angulares naturais de vibração de uma viga, foram utilizadas as equações da Tabela 2, obtida de RAO (2011), onde l é o comprimento da viga, $c = \sqrt{EI/(\rho A)}$ a velocidade de onda, E o módulo de Young, ρ a densidade de massa, I o momento de inércia de área e A a área transversal.

Tabela 2 – Frequências angulares naturais para uma viga em vibração transversal

Condições das extremidades da viga	Frequências angulares naturais (ω_n)
Livre-livre	$\omega_n = \left(\left(n + \frac{1}{2} \right) \frac{\pi}{l} \right)^2 c, n = 1, 2, 3, \dots$
Livre-pinada	$\omega_n = \left(\left(n + \frac{1}{4} \right) \frac{\pi}{l} \right)^2 c, n = 1, 2, 3, \dots$
Pinada-pinada	$\omega_n = \left(\frac{n\pi}{l} \right)^2 c, n = 1, 2, 3, \dots$

Os valores obtidos a partir do modelo discretizado da viga foram obtidos conforme metodologia apresentada em RAO (2011), calculando-se primeiro as matrizes de rigidez $[K]_E$ e de massa consistente $[M]_E$ para o elemento de viga, conforme equações (6) e (7). Em seguida, calculou-se as matrizes globais de rigidez $[K]_G$ e de massa $[M]_G$ por meio das equações (3) e (4) e, finalmente, calculou-se as

frequências angulares naturais de vibração ω_n por meio da equação (5).

$$[K]_E = \frac{E_E \cdot J_E}{l_E^3} \begin{bmatrix} 12 & 6l_E & -12 & 6l_E \\ 6l_E & 4l_E^2 & -6l_E & 2l_E^2 \\ -12 & -6l_E & 12 & -6l_E \\ 6l_E & 2l_E^2 & -6l_E & 4l_E^2 \end{bmatrix} \quad (6)$$

$$[M]_E = \frac{\rho_E \cdot A_E \cdot l_E}{420} \begin{bmatrix} 156 & 22l_E & 54 & -13l_E \\ 22l_E & 4l_E^2 & 13l_E & -3l_E^2 \\ 54 & 13l_E & 156 & -22l_E \\ -13l_E & -3l_E^2 & -22l_E & 4l_E^2 \end{bmatrix} \quad (7)$$

Para a solução analítica das frequências angulares naturais de vibração de um eixo, foram utilizadas as equações da Tabela 3, obtidas de RAO (2011), onde l é o comprimento do eixo, $c = \sqrt{G/\rho}$ a velocidade de onda, G o módulo de elasticidade transversal e ρ a densidade específica.

Tabela 3 – Frequências angulares naturais para um eixo em vibração torcional

Condições das extremidades do eixo	Frequências angulares naturais (ω_n)
Livre-livre	$\omega_n = \frac{n\pi c}{l}, n = 0,1,2, \dots$
Livre-fixa	$\omega_n = \frac{(2n+1)\pi c}{2l}, n = 0,1,2, \dots$
Fixa-fixa	$\omega_n = \frac{n\pi c}{l}, n = 1,2,3, \dots$

Os valores obtidos a partir do modelo discretizado do eixo foram obtidos conforme metodologia apresentada em RAO (2011), calculando-se primeiro as matrizes de rigidez $[K]_E$ e de massa consistente $[M]_E$ para o elemento de eixo conforme equações (8) e (9). Em seguida, calculou-se as matrizes globais de rigidez $[K]_G$ e de massa $[M]_G$ por meio das equações (3) e (4) e, finalmente, calculou-se as frequências angulares naturais de vibração ω_n por meio da equação (5).

$$[K]_E = \frac{G_E \cdot J_E}{l_E} \begin{bmatrix} 1 & -1 \\ -1 & 1 \end{bmatrix} \quad (8)$$

$$[M]_E = \frac{\rho_E \cdot J_E \cdot l_E}{6} \begin{bmatrix} 2 & 1 \\ 1 & 2 \end{bmatrix} \quad (9)$$

III. RESULTADOS

Os resultados obtidos para a barra, a viga e o eixo flexíveis discretizados encontram-se apresentados nas subseções seguintes.

3.1 – Barra

Os parâmetros considerados para a barra flexível são mostrados na Tabela 4.

Tabela 4 – Parâmetros para a barra flexível

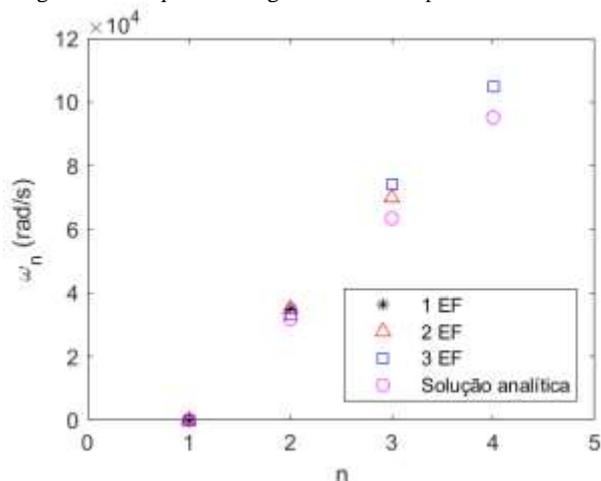
Parâmetro	Valor	Unidade
E_E	2×10^{11}	Pa
A_E	5×10^{-4}	m^2
ρ_E	7850	kg/m^3
l	0,5	m

3.1.1 – Barra com elementos finitos de mesmo comprimento

A Figura 1 apresenta os resultados obtidos de ω_n para uma barra dividida em elementos finitos de mesmo comprimento, com ambas as extremidades livres, utilizando um elemento finito (1 EF), dois elementos finitos (2 EF) e três elementos finitos (3 EF). Os resultados são comparados com as quatro primeiras frequências angulares naturais obtidas analiticamente (Tabela 1).

Embora haja uma tendência aos valores de ω_n serem mais próximos da solução analítica para um número maior de elementos finitos utilizados, percebe-se um afastamento maior de ω_n em $n = 3$ quando utilizados 3 EF em comparação com o resultado de 2 EF.

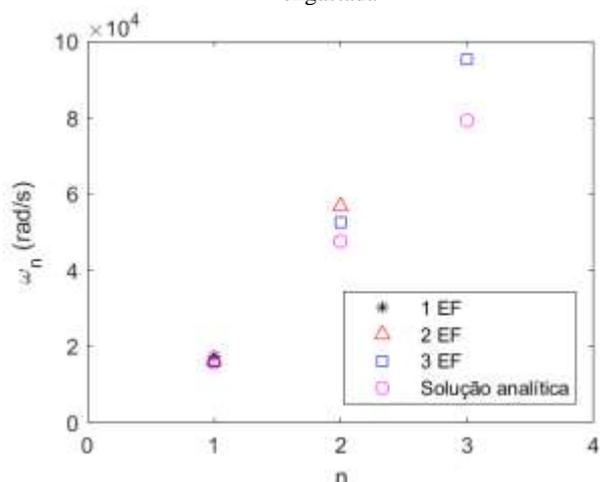
Figura 1 – Frequências angulares naturais para a barra livre-livre



Fonte: Autores, 2021.

A Figura 2 apresenta os resultados obtidos de ω_n para uma barra dividida em elementos finitos de mesmo comprimento, com uma das extremidades livre e a outra engastada, utilizando um elemento finito (1 EF), dois elementos finitos (2 EF) e três elementos finitos (3 EF). Os resultados são comparados com as três primeiras frequências angulares naturais obtidas analiticamente (Tabela 1).

Figura 2 – Frequências angulares naturais para a barra livre-engastada

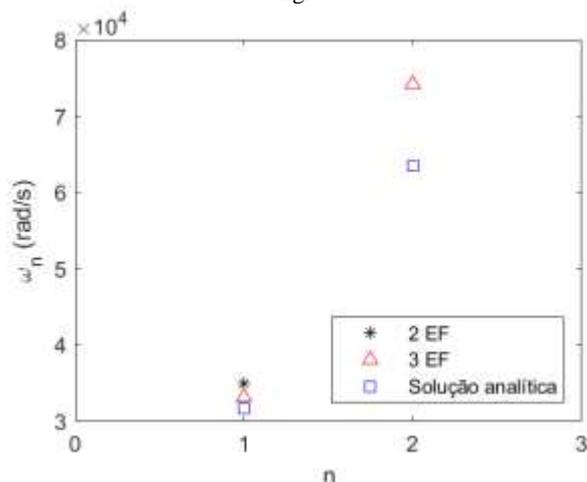


Fonte: Autores, 2021.

A Figura 3 apresenta os resultados obtidos de ω_n para uma barra dividida em elementos finitos de mesmo comprimento, com ambas as extremidades engastadas, utilizando dois elementos finitos (2 EF) e três elementos finitos (3 EF). Os resultados são comparados com as duas primeiras frequências angulares naturais obtidas analiticamente (Tabela 1).

utilizando dois elementos finitos (2 EF) e três elementos finitos (3 EF). Os resultados são comparados com as duas primeiras frequências angulares naturais obtidas analiticamente (Tabela 1).

Figura 3 – Frequências angulares naturais para a barra engastada-engastada

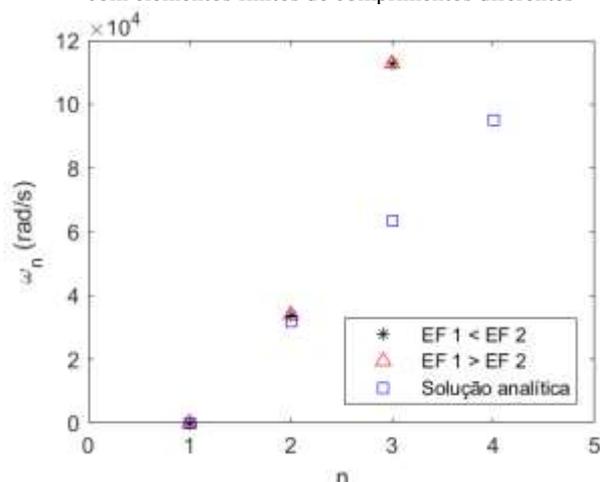


Fonte: Autores, 2021.

3.1.2 – Barra com elementos finitos de comprimentos diferentes

A Figura 4 apresenta os resultados obtidos de ω_n para uma barra dividida em dois elementos finitos de comprimentos diferentes (EF 1 e EF 2), com ambas as extremidades livres, para $EF 1 < EF 2$ ($4EF 1 = EF 2$) e $EF 1 > EF 2$ ($EF 1 = 4EF 2$). Os resultados são comparados com as quatro primeiras frequências angulares naturais obtidas analiticamente (Tabela 1). Na situação analisada pela Figura 4, não se observa diferença perceptível dos resultados encontrados para $EF 1 < EF 2$ e para $EF 1 > EF 2$.

Figura 4 – Frequências angulares naturais para a barra livre-livre com elementos finitos de comprimentos diferentes

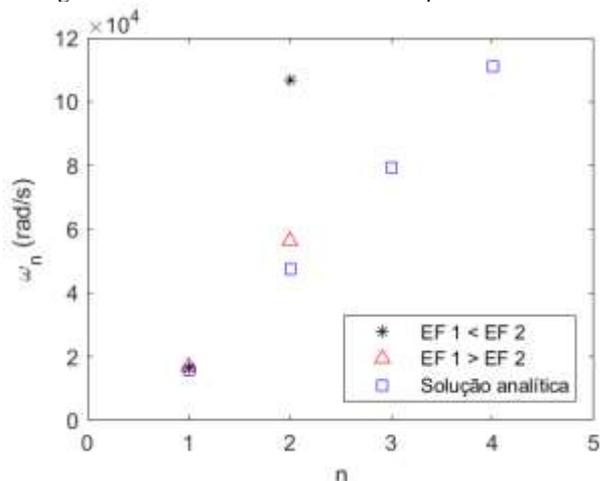


Fonte: Autores, 2021.

A Figura 5 apresenta os resultados obtidos de ω_n para uma barra dividida em dois elementos finitos de comprimentos diferentes (EF 1 e EF 2), com uma das extremidades livre e a outra engastada, para $EF 1 < EF 2$ ($4EF 1 = EF 2$) e $EF 1 > EF 2$ ($EF 1 = 4EF 2$). Os resultados são comparados com as quatro primeiras frequências angulares naturais obtidas analiticamente (Tabela 1).

frequências angulares naturais obtidas analiticamente (Tabela 1).

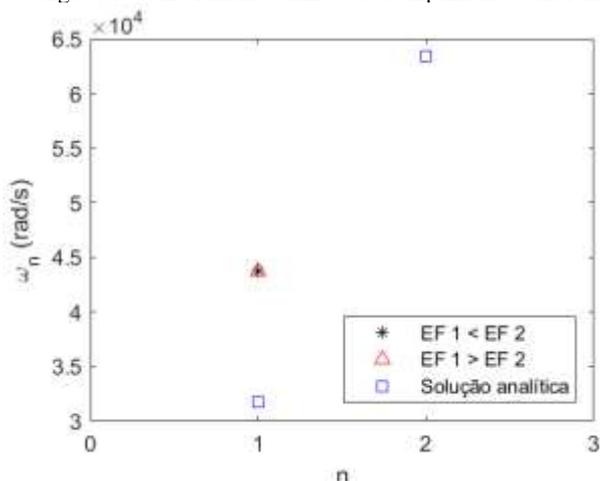
Figura 5 – Frequências angulares naturais para a barra livre-engastada com elementos finitos de comprimentos diferentes



Fonte: Autores, 2021.

A Figura 6 apresenta os resultados obtidos de ω_n para uma barra dividida em dois elementos finitos de comprimentos diferentes (EF 1 e EF 2), com ambas as extremidades engastadas, para $EF 1 < EF 2$ ($4EF 1 = EF 2$) e $EF 1 > EF 2$ ($EF 1 = 4EF 2$). Os resultados são comparados com as duas primeiras frequências angulares naturais obtidas analiticamente (Tabela 1).

Figura 6 – Frequências angulares naturais para a barra engastada-engastada com elementos finitos de comprimentos diferentes



Fonte: Autores, 2021.

Dos resultados obtidos para o caso da barra composta de dois elementos finitos de comprimentos diferentes, observa-se uma tendência de algumas frequências angulares naturais obtidas analiticamente não aparecerem nos valores obtidos a partir do modelo discretizado (considerando estas dispostas com valores crescentes).

Para o caso da barra livre-livre, observa-se da Figura 4 que ω_n para $n = 3$ obtida a partir do modelo discretizado (para os casos $EF 1 > EF 2$ e $EF 1 < EF 2$) se aproxima de ω_n para $n = 4$ da solução analítica. Da Figura 5, observa-se que ω_n para $n = 2$ obtida a partir do modelo discretizado ($EF 1 > EF 2$) se aproxima de ω_n para $n = 4$ da solução analítica.

3.2 – Viga

Os parâmetros considerados para a viga flexível são mostrados na Tabela 5.

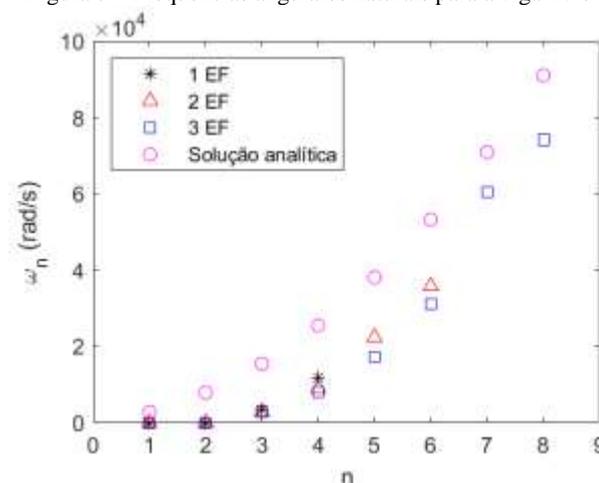
Tabela 5 – Parâmetros para a viga flexível

Parâmetro	Valor	Unidade
E_E	2×10^{11}	Pa
A_E	5×10^{-4}	m^2
I_E	2×10^{-8}	m^4
ρ_E	7850	kg/m^3
l	0,5	m

3.2.1 – Viga com elementos finitos de mesmo comprimento

A Figura 7 apresenta os resultados obtidos de ω_n para uma viga dividida em elementos finitos de mesmo comprimento, com ambas as extremidades livres, utilizando um elemento finito (1 EF), dois elementos finitos (2 EF) e três elementos finitos (3 EF). Os resultados são comparados com as oito primeiras frequências angulares naturais obtidas analiticamente (Tabela 2).

Figura 7 – Frequências angulares naturais para a viga livre-livre

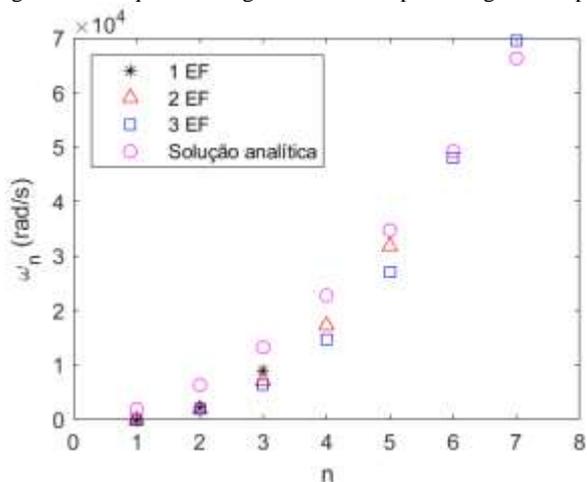


Fonte: Autores, 2021.

A Figura 8 apresenta os resultados obtidos de ω_n para uma viga dividida em elementos finitos de mesmo comprimento, com uma das extremidades livre e a outra apoiada, utilizando um elemento finito (1 EF), dois elementos finitos (2 EF) e três elementos finitos (3 EF). Os resultados são comparados com as sete primeiras frequências angulares naturais obtidas analiticamente (Tabela 2).

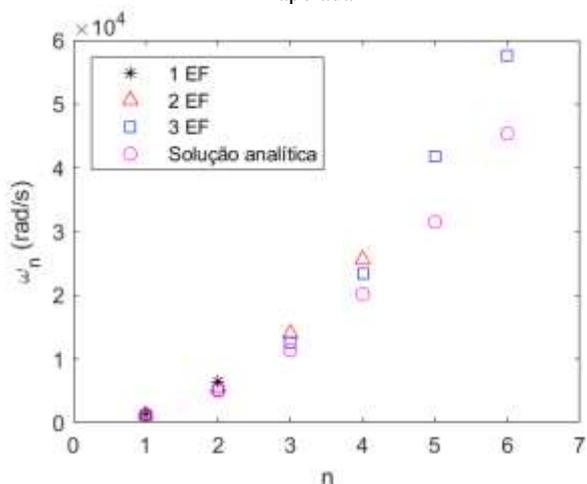
A Figura 9 apresenta os resultados obtidos de ω_n para uma viga dividida em elementos finitos de mesmo comprimento, com ambas as extremidades apoiadas, utilizando um elemento finito (1 EF), dois elementos finitos (2 EF) e três elementos finitos (3 EF). Os resultados são comparados com as seis primeiras frequências angulares naturais obtidas analiticamente (Tabela 2).

Figura 8 – Frequências angulares naturais para a viga livre-apoiada



Fonte: Autores, 2021.

Figura 9 – Frequências angulares naturais para a viga apoiada-apoiada



Fonte: Autores, 2021.

3.2.2 – Viga com elementos finitos de comprimentos diferentes

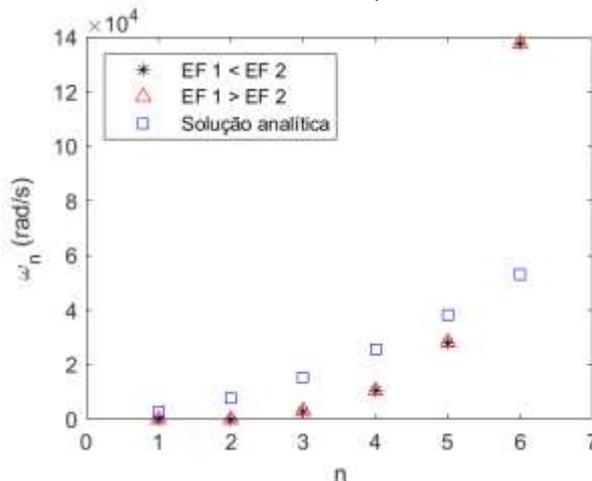
A Figura 10 apresenta os resultados obtidos de ω_n para uma viga dividida em dois elementos finitos de comprimentos diferentes (EF 1 e EF 2), com ambas as extremidades livres, para $EF\ 1 < EF\ 2$ ($4EF\ 1 = EF\ 2$) e $EF\ 1 > EF\ 2$ ($EF\ 1 = 4EF\ 2$). Os resultados são comparados com as seis primeiras frequências angulares naturais obtidas analiticamente (Tabela 2). Na situação analisada pela Figura 10, não se observa diferença perceptível dos resultados encontrados para $EF\ 1 < EF\ 2$ e para $EF\ 1 > EF\ 2$.

A Figura 11 apresenta os resultados obtidos de ω_n para uma viga dividida em dois elementos finitos de comprimentos diferentes (EF 1 e EF 2), com uma das extremidades livre e a outra apoiada, para $EF\ 1 < EF\ 2$ ($4EF\ 1 = EF\ 2$) e $EF\ 1 > EF\ 2$ ($EF\ 1 = 4EF\ 2$). Os resultados são comparados com as cinco primeiras frequências angulares naturais obtidas analiticamente (Tabela 2).

A Figura 12 apresenta os resultados obtidos de ω_n para uma viga dividida em dois elementos finitos de comprimentos diferentes (EF 1 e EF 2), com ambas as extremidades apoiadas, para $EF\ 1 < EF\ 2$ ($4EF\ 1 = EF\ 2$) e $EF\ 1 > EF\ 2$ ($EF\ 1 = 4EF\ 2$). Os resultados são

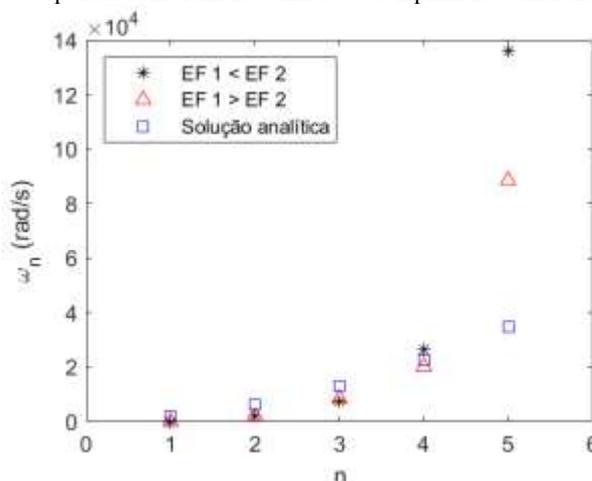
comparados com as quatro primeiras frequências angulares naturais obtidas analiticamente (Tabela 2).

Figura 10 – Frequências angulares naturais para a viga livre-livre com elementos finitos de comprimentos diferentes



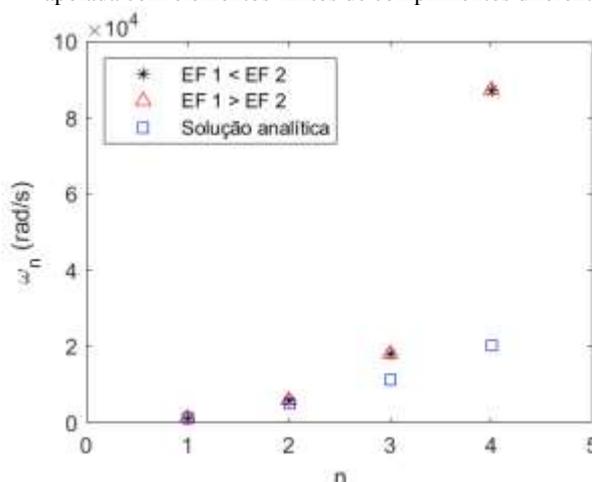
Fonte: Autores, 2021.

Figura 11 – Frequências angulares naturais para a viga livre-apoiada com elementos finitos de comprimentos diferentes



Fonte: Autores, 2021.

Figura 12 – Frequências angulares naturais para a viga apoiada-apoiada com elementos finitos de comprimentos diferentes



Fonte: Autores, 2021.

Dos resultados obtidos para o caso da viga composta de dois elementos finitos de comprimentos diferentes, observa-

se uma tendência de algumas frequências angulares naturais obtidas analiticamente não aparecerem nos valores obtidos a partir do modelo discretizado (considerando estas dispostas com valores crescentes). O afastamento entre os valores obtidos para o caso discretizado e para a solução analítica se acentua consideravelmente para o último (ou maior) resultado obtido para ω_n .

3.3 – Eixo

Os parâmetros considerados para o eixo flexível são mostrados na Tabela 6.

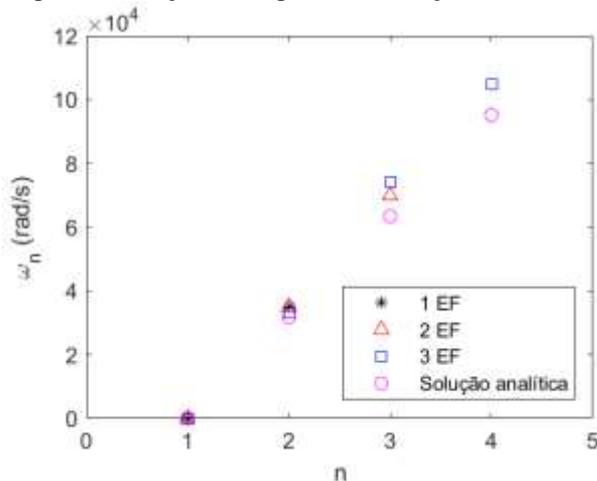
Tabela 6 – Parâmetros para o eixo flexível

Parâmetro	Valor	Unidade
G_E	2×10^{11}	Pa
J_E	5×10^{-8}	m^4
ρ_E	7850	kg/m^3
l	0,5	m

3.3.1 – Eixo com elementos finitos de mesmo comprimento

A Figura 13 apresenta os resultados obtidos de ω_n para um eixo dividido em elementos finitos de mesmo comprimento, com ambas as extremidades livres, utilizando um elemento finito (1 EF), dois elementos finitos (2 EF) e três elementos finitos (3 EF). Os resultados são comparados com as quatro primeiras frequências angulares naturais obtidas analiticamente (Tabela 3).

Figura 13 – Frequências angulares naturais para o eixo livre-livre

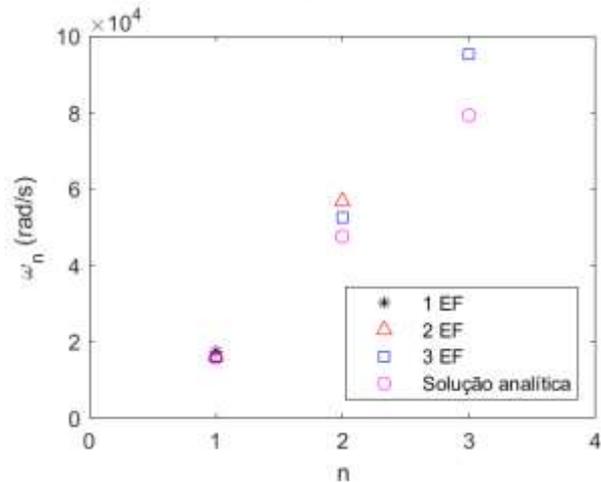


Fonte: Autores, 2021.

A Figura 14 apresenta os resultados obtidos de ω_n para um eixo dividido em elementos finitos de mesmo comprimento, com uma das extremidades livre e a outra engastada, utilizando um elemento finito (1 EF), dois elementos finitos (2 EF) e três elementos finitos (3 EF). Os resultados são comparados com as três primeiras frequências angulares naturais obtidas analiticamente (Tabela 3).

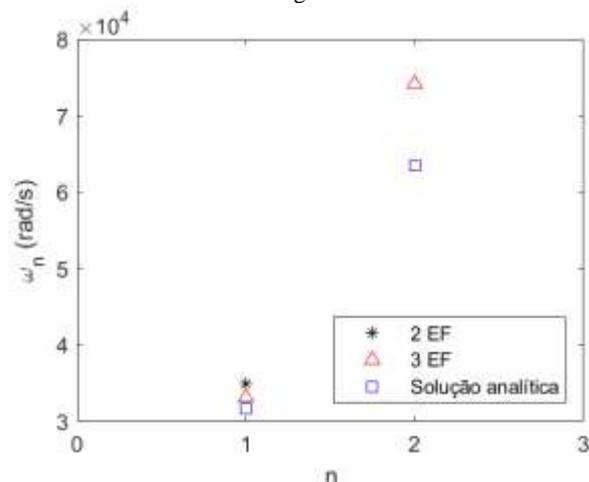
A Figura 15 apresenta os resultados obtidos de ω_n para um eixo dividido em elementos finitos de mesmo comprimento, com ambas as extremidades engastadas, utilizando dois elementos finitos (2 EF) e três elementos finitos (3 EF). Os resultados são comparados com as duas primeiras frequências angulares naturais obtidas analiticamente (Tabela 3).

Figura 14 – Frequências angulares naturais para o eixo livre-engastado



Fonte: Autores, 2021.

Figura 15 – Frequências angulares naturais para o eixo engastado-engastado



Fonte: Autores, 2021.

3.3.2 – Eixo com elementos finitos de comprimentos diferentes

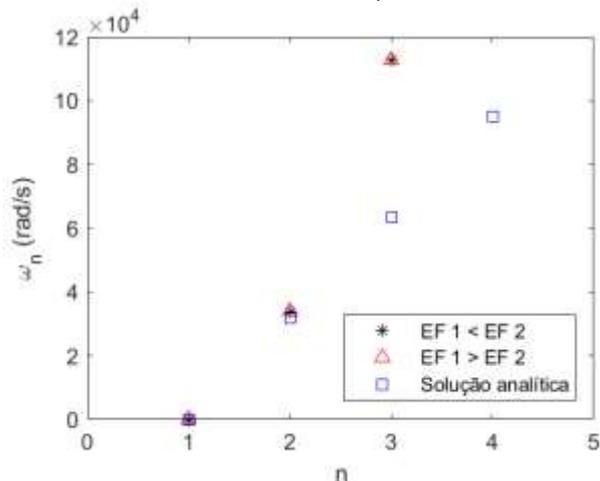
A Figura 16 apresenta os resultados obtidos de ω_n para um eixo dividido em dois elementos finitos de comprimentos diferentes (EF 1 e EF 2), com ambas as extremidades livres, para $EF 1 < EF 2$ ($4EF 1 = EF 2$) e $EF 1 > EF 2$ ($EF 1 = 4EF 2$). Os resultados são comparados com as quatro primeiras frequências angulares naturais obtidas analiticamente (Tabela 3). Na situação analisada pela Figura 16, não se observa diferença perceptível dos resultados encontrados para $EF 1 < EF 2$ e para $EF 1 > EF 2$.

A Figura 17 apresenta os resultados obtidos de ω_n para um eixo dividido em dois elementos finitos de comprimentos diferentes (EF 1 e EF 2), com uma das extremidades livre e a outra engastada, para $EF 1 < EF 2$ ($4EF 1 = EF 2$) e $EF 1 > EF 2$ ($EF 1 = 4EF 2$). Os resultados são comparados com as quatro primeiras frequências angulares naturais obtidas analiticamente (Tabela 3).

A Figura 18 apresenta os resultados obtidos de ω_n para um eixo dividido em dois elementos finitos de comprimentos diferentes (EF 1 e EF 2), com ambas as extremidades engastadas, para $EF 1 < EF 2$ ($4EF 1 = EF 2$) e $EF 1 > EF 2$ ($EF 1 = 4EF 2$). Os resultados são comparados com as

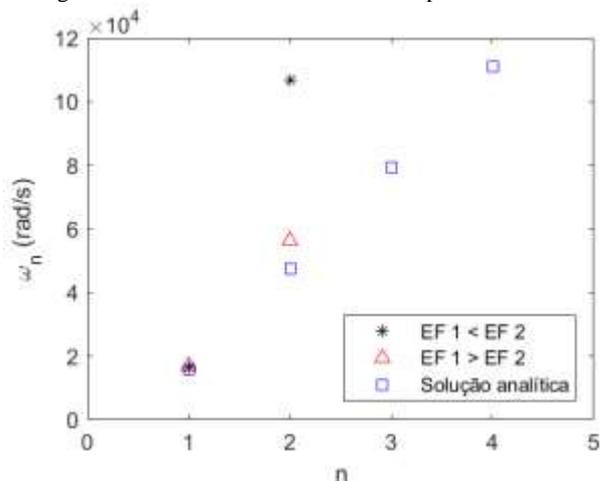
duas primeiras frequências angulares naturais obtidas analiticamente (Tabela 3).

Figura 16 – Frequências angulares naturais para o eixo livre-livre com elementos finitos de comprimentos diferentes



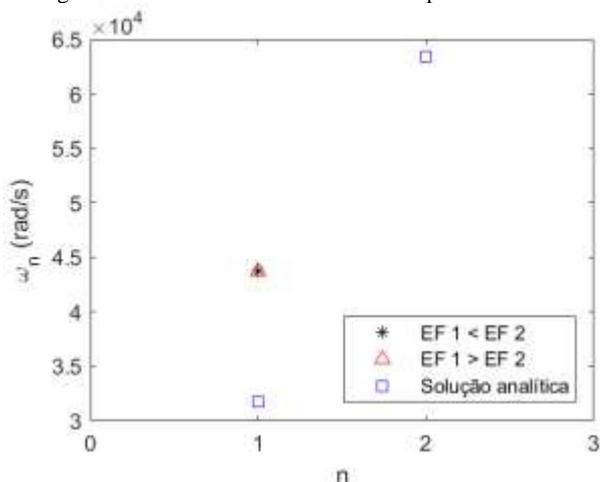
Fonte: Autores, 2021.

Figura 17 – Frequências angulares naturais para o eixo livre-engastado com elementos finitos de comprimentos diferentes



Fonte: Autores, 2021.

Figura 18 – Frequências angulares naturais para o eixo engastado-engastado com elementos finitos de comprimentos diferentes



Fonte: Autores, 2021.

Dos resultados obtidos para o caso do eixo composto de dois elementos finitos de comprimentos diferentes, observa-

se uma tendência de algumas frequências angulares naturais obtidas analiticamente não aparecerem nos valores obtidos a partir do modelo discretizado (considerando estas dispostas com valores crescentes).

Para o caso do eixo livre-livre, observa-se da Figura 16 que ω_n para $n = 3$ obtida a partir do modelo discretizado (para os casos $EF 1 > EF 2$ e $EF 1 < EF 2$) se aproxima de ω_n para $n = 4$ da solução analítica. Da Figura 17, observa-se que ω_n para $n = 2$ obtida a partir do modelo discretizado ($EF 1 > EF 2$) se aproxima de ω_n para $n = 4$ da solução analítica.

IV. CONCLUSÃO

Dos resultados apresentados, verifica-se que os valores obtidos das frequências angulares de vibração pelo método dos elementos finitos possuem boa aproximação quando comparado com os valores obtidos analiticamente, conforme previsto pela literatura.

Verifica-se também que, para os casos avaliados, ao utilizar um número maior de elementos finitos na representação de um corpo contínuo discretizado, obtém-se mais valores de frequências angulares naturais, porém, não necessariamente esses valores possuem maior precisão quando comparados com os obtidos utilizando-se menos elementos finitos na discretização.

Nos casos em que se utilizou elementos finitos de comprimentos diferentes na discretização de corpos livre-engastados/apoiados, observou-se uma tendência a variação de valores encontrados para as frequências angulares naturais de valores mais elevados. Nos casos em que se utilizou elemento finito de maior comprimento próximo à extremidade livre, a frequência angular natural de maior valor encontrada pelo método numérico foi menor que o valor obtido quando se considerou elemento finito de maior comprimento próximo à extremidade engastada/apoiada.

Ressalta-se que o conhecimento dos valores de ω_n para um determinado corpo submetido a excitações externas oscilatórias é importante, uma vez que pode ocorrer ressonância se a frequência de excitação externa for muito próxima de um dos valores de ω_n .

V. REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, Jayann Ismar Lira; MENDES, Ilua Luzia Maltez; MELO, Fabrine de Oliveira. Projeto de um modelo de degrau retrátil para ônibus na cidade de Salvador-BA utilizando o método dos elementos finitos. **Revista Sodebras [on line]**. v. 14, n. 160, Abr/2019, p. 66-71. ISSN 1809-3957. DOI:<https://doi.org/10.29367/issn.1809-3957.14.2019.160.66>
- CHAVES, Carlos Alberto; SILVA, Fernando de Azevedo; MONTEIRO, Fernando Luiz. Análise de tensões estáticas em uma árvore de transmissão de uma laminadora utilizando o método dos elementos finitos. **Revista Sodebras [on line]**. v. 11, n. 126, Jun./2016, p. 135-140. ISSN 1809-3957. www.sodebras.com.br/edicoes/N126.pdf.
- CHAVES, Leandro; FERREIRA, Fabiano; SILVEIRA, Leandro; TORRES, Vidal. Controle de vibrações em lavra de minas próximo a zonas urbanas. XLI International Sodebras Congress, 31 de outubro a 02 de novembro, 2019. Maceió – AL. **Revista Sodebras [on line]**. v 15, n. 169, Jan./2020. ISSN 8809-3957. www.sodebras.com.br/edicoes/N169.pdf

CRAIG, Roy R. **Structural dynamics: an introduction to computer methods**. 1. ed. Toronto: John Wiley & Sons, Inc., 1981.

CUSTÓDIO, Ricardo; ARNDT, Marcos. O método dos elementos finitos aplicado na análise de vibrações livres de problemas submetidos ao estado plano de tensões. Curitiba: **Simpósio de Métodos Numéricos em Engenharia**, outubro, 2017.

DIEGUEZ, José Paulo P. **Métodos de cálculo numérico**. 1. ed. Rio de Janeiro: Instituto Militar de Engenharia, 2005.

DOURADO, M; MEIRELES, J. Obtenção de um modelo de elementos finitos simplificado para representação de juntas rebitas em análise dinâmica de estruturas usando uma ferramenta de updating. **Revista Internacional de Métodos Numéricos para Cálculo y Diseño en Ingeniería**. v. 32, n. 3, 2016, p. 173-180.

GIERKE, Henning E. von; BRAMMER, Anthony J. Effects of shock and vibration on humans. **Research Gate**, Berlim, 2002. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/44056533_Effects_of_shock_and_vibration_on_humans. Acesso em 3 mar. 2021.

INMAN, Daniel J. **Engineering vibration**. 3. ed. Upper Saddle River: Paerson Education, Inc., 2008.

PAEZ, Thomas L. Random vibration: a brief history. **Sound & Vibration Magazine**, janeiro, 2012.

RAIA, Fábio; PEKELMAN, Hélio; PAPPALARDO Jr., Alfonso. Metodologias para o estudo de vibrações mecânicas: de Holzer aos elementos finitos. Blumenau: **XXXIX Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia**, 3 a 6 out. 2011.

RAO, Singiresu S. **Mechanical vibration**. 5. ed. Upper Saddle River: Prentice Hall, 2011.

RODRIGUES, Marcelo Cavalcanti; PEREIRA, Heitor Abdias da Silva. Comparação numérico-experimental das tensões residuais de soldagem autógena em tubos de aço ASTM A106 Gr. B usados na indústria de petróleo e gás. **Revista Sodebras [on line]**. v. 12, n. 139, Jul./2017, p. 142-147. www.sodebras.com.br/edicoes/edicoes/N139.pdf

SANTOS, Fernanda Figueredo; ALMEIDA, Jayann Ismar Lira. Análise numérica da influência da velocidade de solda em vasos de pressão cilíndricos. **Revista Sodebras [on line]**. v. 14, n. 158, Fev./2019, p. 47-52. DOI: <https://doi.org/10.29367/issn.1809-3957.14.2019.158.4>

SILVA, José Guilherme Santos da; TRIGUEIRO, Gustavo Severo. O método dos elementos finitos e suas aplicações na modelagem de veículos. Rio de Janeiro: **XXXI Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia**, 14 a 17 set. 2003.

THOMAZELA, Rogério; LOPES, Wenderson Nascimento; ALEXANDRE, Felipe Aparecido; GÖTZ, Reinaldo; AGUIAR, Paulo Roberto de; BIANCHI, Eduardo Carlos. Técnicas de processamento digital de sinais de aceleração para a detecção de vibração auto-excitada no processo de retificação. XXXVIII International Sodebras Congress 14 a 16 de dezembro de 2017 – Florianópolis – SC. **Revista Sodebras [on line]**. v. 13 – n. 147 Mar./2018, p. 186-189. ISSN 1809-3957. www.sodebras.com.br/edicoes/N147.pdf

VARANIS, Marcus; SILVA, Anderson Langone; MERELES, Arthur Guilherme. On mechanical vibration analysis of a multi

degree of freedom system based on arduino and MEMS accelerometers. **Revista Brasileira de Ensino de Física**. v. 40, n. 1, e1304, 2018.

VI. COPYRIGHT

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



A UTILIZAÇÃO DAS FERRAMENTAS DA QUALIDADE PARA IDENTIFICAÇÃO DE FALHAS DO PROCESSO DE MONTAGEM DA ÁRVORE DE TRANSMISSÃO DE UM VEÍCULO 6X4

THE USE OF QUALITY TOOLS TO IMPROVE THE ASSEMBLY PROCESS OF THE DRIVESHAFT OF A 6X4 VEHICLE

RENATO MENDES¹; JOSÉ GLÊNIO MEDEIROS DE BARROS²; NILO ANTONIO DE SOUZA SAMPAIO²
1 - DISCENTES DA UERJ-FAT; 2 – DOCENTES DA UERJ-FAT
renatormendes@globo.com; glenio.barros@gmail.com, nilo.samp@terra.com.br

Resumo - Este artigo tem o objetivo de mapear as falhas e aplicar as ferramentas da qualidade (Gráfico de Pareto e Diagrama de Causa e Efeito) para adquirir uma melhor produtividade no processo de montagem da árvore de transmissão de um veículo 6x4, na segurança aos operadores e clientes, melhoria na qualidade da montagem evitando retrabalhos e ganho de tempo na operação. Por meio de um estudo das atividades realizadas no posto de montagem da árvore de transmissão e do levantamento dos itens apontados no sistema de indicadores da qualidade da empresa em questão, foi traçada uma estratégia com o objetivo de mapear para eliminar as falhas decorrentes do processo assim como implementar sistemáticas para manter o processo controlado além de medir os resultados e continuar na busca da melhoria contínua. Com os dados levantados e tendo como base o Ciclo PDCA para a utilização das demais ferramentas da qualidade, pretende-se aplicar de forma coerente o uso dessas ferramentas para a solução das falhas operacionais desse Subsistema.

Palavras-chave: Gráfico de Pareto. Ciclo PDCA. Eliminar Falhas Operacionais.

Abstract - This paper aims to map the failures and apply the quality tools (Pareto Chart and Cause and Effect Diagram) to acquire better productivity in the assembly process of the driveshaft of a 6x4 vehicle, the safety of operators and customers, improvement in the quality of the assembly avoiding rework and gain of time in the operation. Through a study of the activities performed at the assembly station of the transmission shaft and a survey of the items pointed out in the quality indicator system of the company in question, a strategy was drawn up with the objective of mapping to eliminate the flaws arising from the process as well as implementing systems to keep the process under control, besides measuring the results and continuing in the search for continuous improvement. With the data collected and based on the PDCA Cycle for the use of other quality tools, it is intended to apply consistently the use of these tools to solve the operational failures of this subsystem.

Keywords: Pareto Graph. PDCA Cycle. Eliminate Operational Failures.

I. INTRODUÇÃO

A globalização foi um processo que, de acordo com muitos historiadores teve início a partir dos séculos XV e XVI. Este processo estabeleceu a integração econômica e social entre países no mundo todo. Devido a saturação de seus mercados internos, diversas empresas multinacionais

buscaram encontrar novos mercados consumidores. Não apenas isso, a globalização fez com que as empresas buscassem o avanço tecnológico para conseguir realizar processos produtivos mais baratos e a interligação mais rápida e eficiente entre contatos comerciais e financeiros (BAJJOU; CHAFI; EN-NADI, 2017; HAIDER; MIRZA, 2015).

Em um mundo globalizado e com tecnologias cada vez mais avançadas, a busca pela melhoria contínua nos processos produtivos tornou-se indispensável para que as empresas se mantenham competitivas no mercado, agregando valor aos produtos ofertados, com qualidade assegurada, segurança para quem produz e quem compra, afim de satisfazer e superar as expectativas dos clientes (HAIDER; MIRZA, 2015; PALASCIANO *et al.*, 2016).

A melhoria contínua dos processos produtivos é a busca pela redução de custos com desperdícios gerados por um processo produtivo ineficaz e que gera falhas de qualidade, ocasionando retrabalhos e desperdício de tempo, além disso, é a busca pela satisfação do cliente, seja este interno ou externo. Num momento crítico na economia nacional, a melhoria dos processos manufatureiros podem ser uma das únicas soluções para manter os preços dos produtos compatíveis com o bolso do consumidor já que não está tão visível uma recuperação em curto prazo. Eliminar as falhas decorrentes da produção, eventuais retrabalhos e problemas no campo, passa a ficar cada vez mais em evidência e as empresas estão buscando isso.

Para que as empresas consigam alcançar essa melhoria em seus processos produtivos, existem ferramentas da gestão da qualidade que possibilitam chegar a resultados surpreendentes e deixar o processo mais enxuto, identificando esses desperdícios e eliminando-os entregando para o cliente final um produto que atenda e supere suas expectativas tanto de utilização quanto de segurança e conforto (BAJJOU; CHAFI; EN-NADI, 2017; MACHIKITA; TSUJI; UEKI, 2016; RATHILALL; SINGH, 2018).

A empresa monta árvore de transmissão e os inspetores têm identificado falhas, por este motivo foi realizado este trabalho, que tem o objetivo de mapear as falhas e aplicar as ferramentas da qualidade (Gráfico de Pareto e Diagrama de Causa e Efeito) para adquirir uma melhor produtividade no

processo de montagem da árvore de transmissão de um veículo 6x4, na segurança aos operadores e clientes, melhoria na qualidade da montagem evitando retrabalhos e ganho de tempo na operação.

II. METODOLOGIA

Este artigo apresentará uma abordagem de estudo de caso, com base de métodos e dados de natureza qualitativa. A partir do uso de ferramentas e sua utilização prática, que são hoje os melhores instrumentos utilizados para analisar a operação, identificar os problemas que ali ocorrem e então poder solucioná-los de forma rápida e eficaz (KOTHARI; GARG, 2019; YIN, 2017).

Além da pesquisa de campo, utilizaremos a coleta de dados da planilha de controle de falhas do processo analisado, que é um material de extrema importância para o estudo.

III. REVISÃO DA LITERATURA

O Diagrama de Pareto consiste em um gráfico de frequência ordenado por causas e tem como função priorizar as principais causas que afetam o processo e acarretam perdas de produção e prejuízos a empresa. Sendo assim o estudo passa a ser feito em cima das ocorrências mais relevantes, podendo então ser elaborada uma solução eficaz para as mesmas (AB TALIB; ABDUL HAMID; THOO, 2015; SAADAT-TARGHI; KHANMOHAMMADI, 2019).

O diagrama de causa-efeito é uma ferramenta da qualidade muito utilizada para gerenciar e controlar

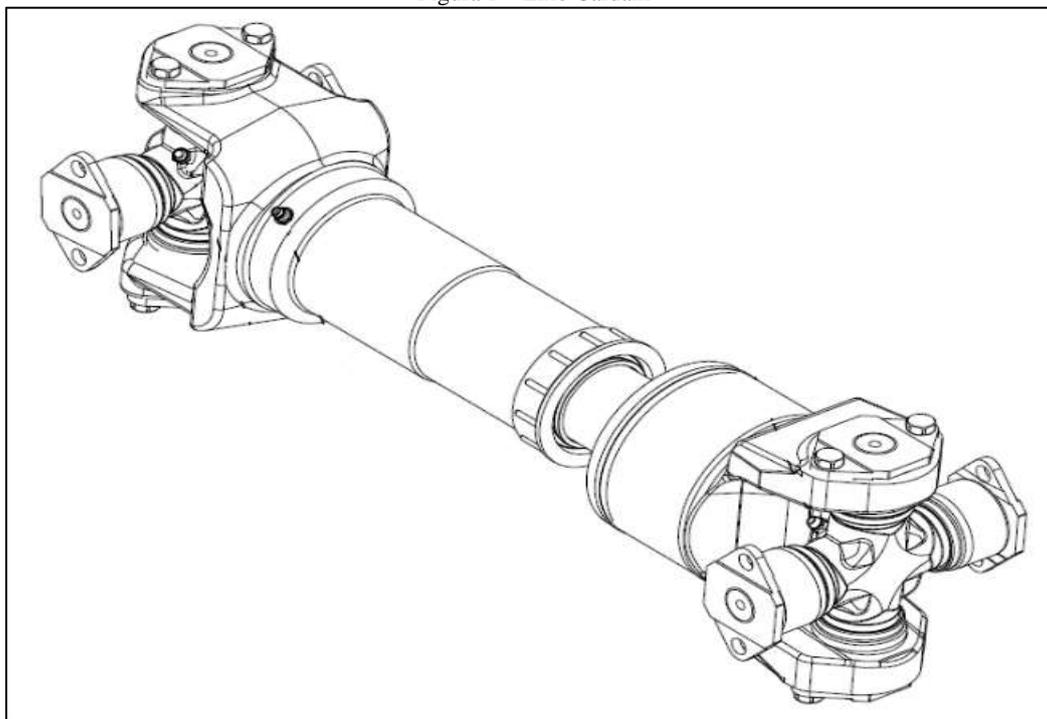
processos e foi criada pelo engenheiro químico Kaoru Ishikawa. Ela permite analisar e identificar as principais causas ou ocorrências de um problema, possibilitando assim uma visão global do assunto em estudo. Esta ferramenta é conhecida também como diagrama de Ishikawa ou de espinha de peixe (ANTONIO DE SOUZA SAMPAIO *et al.*, 2019; CHEMWENO *et al.*, 2016; CHOKKALINGAM *et al.*, 2017).

Esta ferramenta é muito utilizada na indústria automotiva e tem como objetivo avaliar e minimizar riscos por meio da análise das futuras possíveis falhas e seus efeitos, ou seja, o que é levantando dentro desta ferramenta é uma previsão das ocorrências que poderão surgir ao longo do processo, o seu grau de severidade e quais serão as devidas tratativas para as mesmas.

IV. DESENVOLVIMENTO

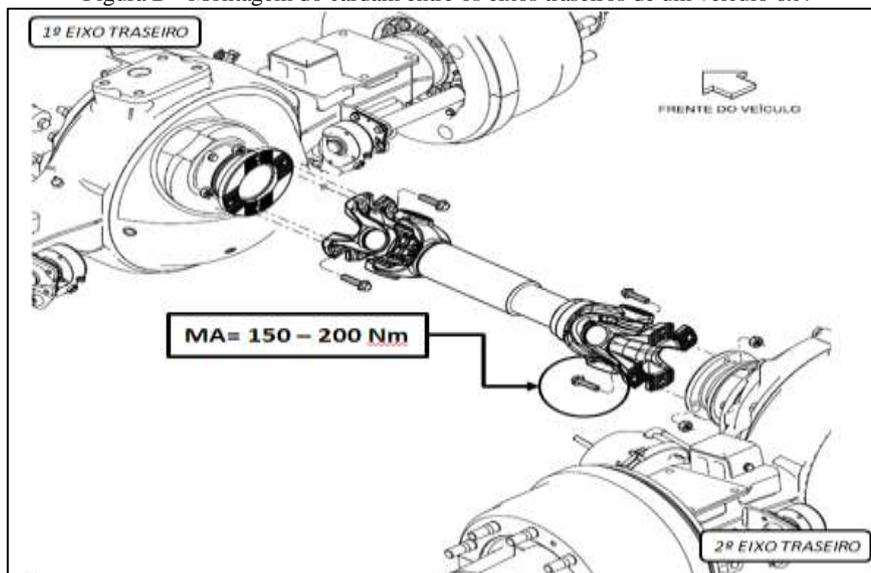
A utilização das ferramentas da qualidade é o foco deste estudo de caso para analisar e eliminar as falhas decorrentes do processo de montagem referentes ao Subistema Árvore de Transmissão, que se trata de um sistema composto por eixos cardam (Figura 1) que transmitem torque do motor para o 1º eixo traseiro e deste mesmo eixo para o 2º eixo traseiro de um caminhão (Figura 2). Devido sua funcionalidade, é um item crítico, tanto para a montagem na linha de produção quanto para a utilização e segurança do cliente final. O direcionamento deste estudo é de analisar apenas as falhas que ocorrem no posto de montagem do cardam que se localiza entre os eixos traseiros, pois a montagem do cardam no 1º eixo traseiro já é um processo estável.

Figura 1 – Eixo Cardam



Fonte: Próprios Autores (2021).

Figura 2 – Montagem do cardam entre os eixos traseiros de um veículo 6x4



Fonte: Próprios Autores (2021).

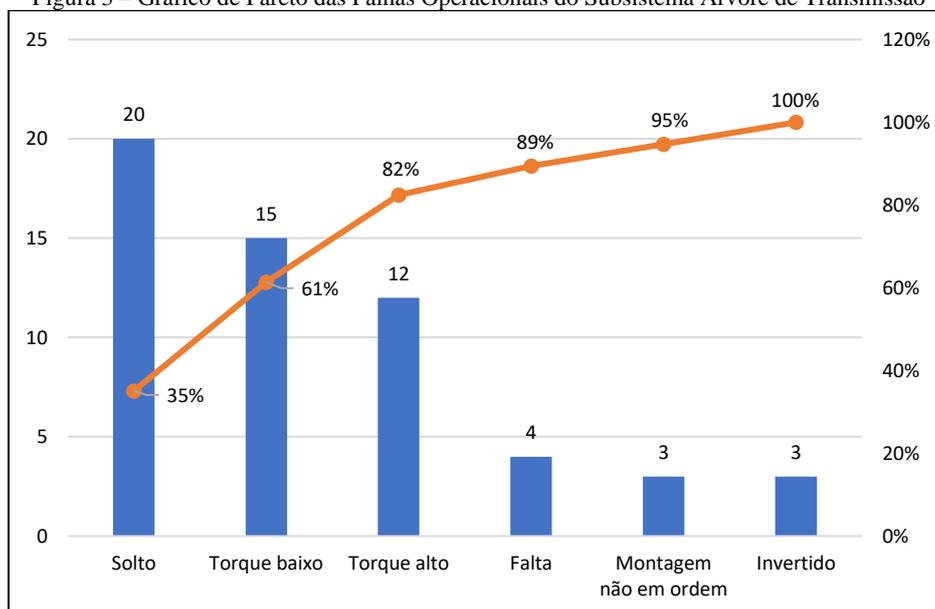
A entrada de dados se dá por meio de um ponto de inspeção que existe no final da linha de montagem, ou seja, antes do veículo ser entregue para a linha de montagem final e inspetores de processo. Este ponto de inspeção é chamado de Q.G. (Quality Gate I) o qual possui dois inspetores, onde os mesmos estão orientados um em inspecionar a fixação dos componentes (porcas, parafusos, marcações de torque) e o outro em roteiros elétricos, tubulações pneumáticas, interferências e qualidade de peças. As ocorrências encontradas pelos inspetores são preenchidas numa planilha em Excel e lançadas em um Servidor (pasta na rede da empresa) com os dados referentes ao modelo do caminhão, peça/local, código da falha (padrão interno da empresa), área, turno e data de ocorrência, gerando no final do dia um relatório com as ocorrências apontadas.

A partir desta planilha, considerando o histórico fornecido pela empresa do ano de 2014, foi realizada uma análise dos itens, com o intuito de expurgar as falhas decorrentes de quebra de qualidade de peças/fornecedor e itens de engenharia como interferências/conceitos de montagem.

Foi realizada uma estratificação das ocorrências de todo o ano de 2014, colocando um filtro nos modelos 6x4, em seguida, selecionado outro filtro nas falhas apenas de itens de Árvore de Transmissão (Entre-Eixos). De posse desses dados e aproveitando a análise previamente realizada pela empresa sobre os tipos de falhas (falha operacional/quebra de qualidade/problemas de montagem), foi criado outro filtro selecionando apenas falhas geradas pela Produção, ou seja, operacionais, que é o alvo deste estudo.

O software Excel foi utilizado para criar um gráfico dinâmico, o qual foi incrementado com o uso de uma ferramenta da qualidade de priorização para tomada de decisões e ações, chamada Gráfico de Pareto. Esta ferramenta mostra uma escala à esquerda das falhas apontadas com a quantidade das ocorrências e uma escala à direita com a frequência, isto tudo ordenado por ordem das falhas (as maiores da esquerda para a direita). Segue abaixo o Gráfico de Pareto.

Figura 3 – Gráfico de Pareto das Falhas Operacionais do Subistema Árvore de Transmissão



Fonte: Próprios Autores (2021).

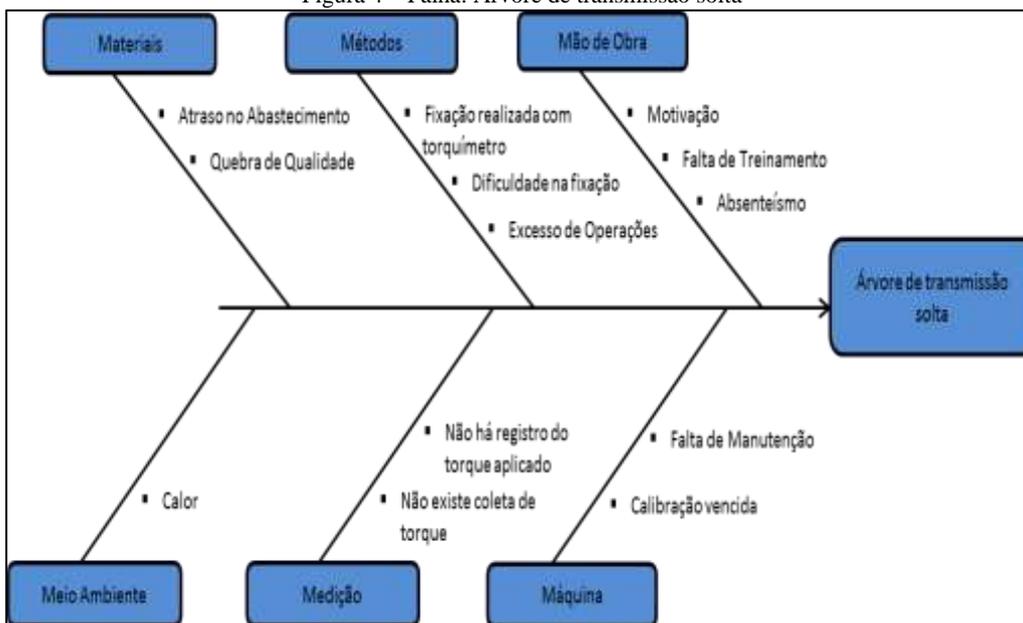
Uma linha exponencial demonstra de forma acumulada a porcentagem de cada tipo de falha operacional em que elas ocorrem para proporcionar uma experiência de forma bem clara e objetiva, deixando bem claro que aproximadamente 80 % das falhas estão divididas em 3 principais ocorrências (Figura 4, Figura 5 e Figura 6): solto, torque baixo e torque alto, mostrando que estas requerem prioridade nas análises e tomada de ações.

Fez-se necessário a utilização de outra ferramenta da qualidade, para aprofundar as análises das principais ocorrências, o Diagrama de Causa e Efeito, capaz de

apresentar a relação existente entre um resultado de um processo (efeito) e os fatores (causas) do processo.

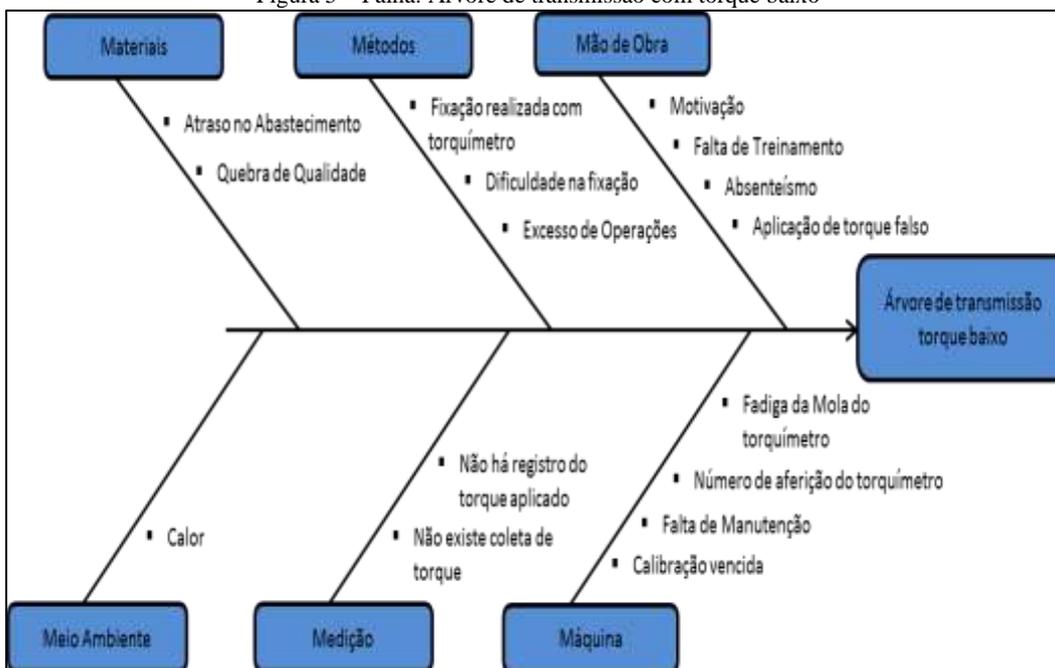
O Diagrama de Causa e Efeito foi utilizado para os TOP 3 dos itens do Subsistema de Árvore de Transmissão, que juntas somam aproximadamente 80 % das ocorrências. Foram colocadas como efeito as 3 falhas, individualmente em seus respectivos diagramas, representando a falha operacional que se deseja eliminar. Em seguida foram criadas 6 categorias que ligam ao efeito (Medição/Mão de Obra/Meio Ambiente/Método/Máquina/Matéria-Prima) e feitas as análises para cada um dos itens das 3 falhas com maior incidência. Segue abaixo o resultado dos 3 diagramas.

Figura 4 – Falha: Árvore de transmissão solta



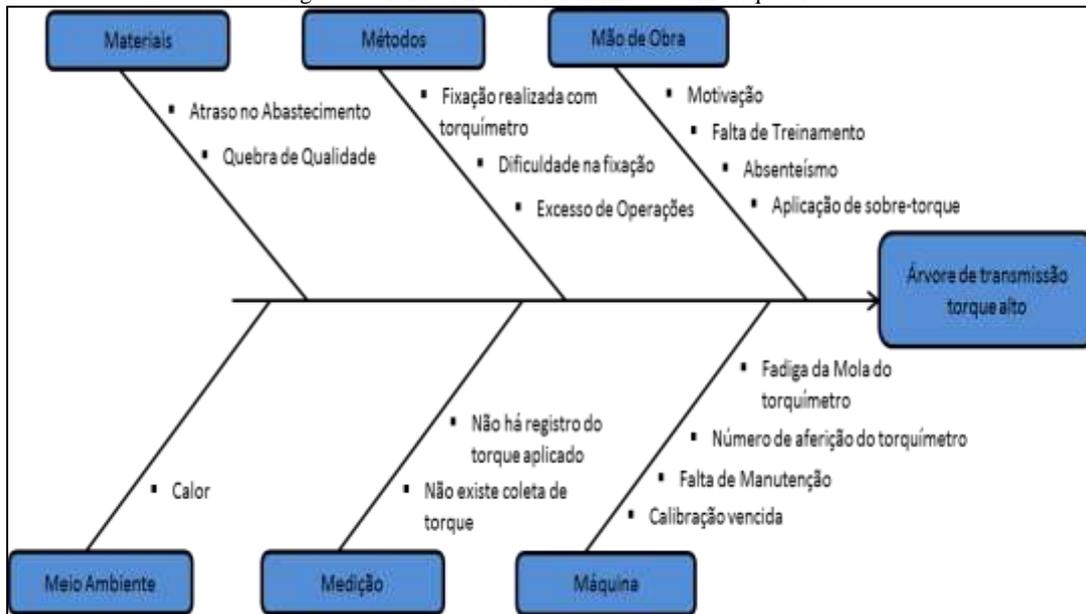
Fonte: Próprios Autores (2021).

Figura 5 – Falha: Árvore de transmissão com torque baixo



Fonte: Próprios Autores (2021).

Figura 6 – Falha: Árvore de transmissão com torque alto



Fonte: Próprios Autores (2021).

A partir da elaboração dos Diagramas de Causa e Efeito, já é possível verificar as várias das causas existentes como falta de treinamento, material e método inadequado, alto índice de operações no mesmo posto, entre outras, levam a ocorrer as falhas operacionais e o objetivo deste estudo de caso é eliminar estas causas, porém de forma sistêmica, trabalhando na prevenção das falhas, ao longo de todo o processo, levando também em consideração segurança ao operador e ao Cliente Final, pois poderia chegar ao cliente alguma falha que não se reproduzisse dentro da empresa mas que poderia acontecer com o usuário final.

V. CONCLUSÃO

O objetivo de mapear as falhas e aplicar (Gráfico de Pareto e Diagrama de Causa e Efeito) para realizar melhorias no processo produtivo. Fica claro também, que existem investimentos financeiros a serem realizados no posto de trabalho para que as mudanças possam ocorrer. Mas esses investimentos serão recompensados com o ganho financeiro que a empresa em questão terá com a diminuição de retrabalhos e ações de pátio para a verificação das falhas citadas. Como as ações e os investimentos ainda estão sendo implementadas, não existem valores reais nos quais podemos mensurar o tamanho do ganho em produtividade, segurança e qualidade, sendo este último para o nosso cliente interno ou final, devido à criticidade da montagem e uso da componente árvore de transmissão.

De forma geral, conseguimos a conexão de diferentes ferramentas da qualidade, que ao juntá-las, uma completava a outra e trazia a informação necessária para que pudéssemos utilizar a ferramenta seguinte. A estratificação dos itens por meio da planilha de controle de falhas, a priorização das falhas a serem estudadas com o Diagrama de Pareto, a identificação das causas das falhas priorizadas no Diagrama de Ishikawa e o fluxograma do processo para o entendimento do fluxo de montagem para identificar as ações possíveis a serem tomadas para a resolução dos problemas evidenciados com o auxílio da utilização das ferramentas anteriores, foram de suma importância para que chegássemos a um resultado satisfatório na melhoria do processo produtivo da árvore de transmissão. Este estudo demonstra como é possível a

utilização das ferramentas da qualidade para a melhoria e controle de processos produtivos.

VI. REFERÊNCIAS

- AB TALIB, M. S.; ABDUL HAMID, A. B.; THOO, A. C. Critical success factors of supply chain management: a literature survey and Pareto analysis. **EuroMed Journal of Business**, v. 10, n. 2, p. 234–263, 6 jul. 2015.
- BAJJOU, M. S.; CHAFI, A.; EN-NADI, A. A Comparative Study between Lean Construction and the Traditional Production System. **International Journal of Engineering Research in Africa**, v. 29, p. 118–132, mar. 2017.
- CHEMWENO, P. *et al.* Development of a novel methodology for root cause analysis and selection of maintenance strategy for a thermal power plant: A data exploration approach. **Engineering Failure Analysis**, v. 66, p. 19–34, ago. 2016.
- CHOKKALINGAM, B. *et al.* Investigation of Shrinkage Defect in Castings by Quantitative Ishikawa Diagram. **Archives of Foundry Engineering**, v. 17, n. 1, p. 174–178, 1 mar. 2017.
- HAIDER, A.; MIRZA, J. An implementation of lean scheduling in a job shop environment. **Advances in Production Engineering & Management**, p. 5–17, 6 mar. 2015.
- KOTHARI, C. R.; GARG, G. **Research methodology methods and techniques**. 4o ed. Nova Deli: New Age International, 2019.
- MACHIKITA, T.; TSUJI, M.; UEKI, Y. Does Kaizen create backward knowledge transfer to Southeast Asian firms? **Journal of Business Research**, v. 69, n. 5, p. 1556–1561, maio 2016.
- PALASCIANO, C. *et al.* A new approach for machine's management: from machine's signal acquisition to energy indexes. **Journal of Cleaner Production**, v. 137, p. 1503–1515, nov. 2016.

RATHILALL, R.; SINGH, S. A Lean Six Sigma framework to enhance the competitiveness in selected automotive component manufacturing organisations. *South African Journal of Economic and Management Sciences*, v. 21, n. 1, 17 abr. 2018.

SAADAT-TARGHI, M.; KHANMOHAMMADI, S. Energy and exergy analysis and multi-criteria optimization of an integrated city gate station with organic Rankine flash cycle and thermoelectric generator. *Applied Thermal Engineering*, v. 149, p. 312–324, fev. 2019.

SAMPAIO, N.A.S. *et al.* Emprego de ferramentas da qualidade, para reduzir o índice de avarias e os custos com seguro no processo logístico de uma automobilística. *Revista Sodebras [on line]*, v. 14, n. 165, Set./2019, p.18–25, DOI: <https://doi.org/10.29367/issn.1809-3957.14.2019.165.18>.

YIN, R. K. **Case study research: design and methods**. 6o ed. Thousand Oaks: SAGE Publications, 2017.

VII. COPYRIGHT

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

LEAN HEALTHCARE E SUA APLICAÇÃO NA DISPENSAÇÃO DE MEDICAMENTOS EM UMA FARMÁCIA HOSPITALAR

LEAN HEALTHCARE AND ITS APPLICATION IN THE DISPENSATION OF MEDICINES IN A HOSPITAL PHARMACY

VANESSA ANÉSIO DA SILVA ALVES¹; RONALD PALANDI CARDOSO¹; NILO ANTONIO DE SOUZA SAMPAIO²; JOSÉ GLÊNIO MEDEIROS DE BARROS²

1 – DISCENTES DA UERJ-FAT; 2 – DOCENTES DA UERJ-FAT

vanessaalves.uerj@yahoo.com.br; rpcsf2012@hotmail.com; nilo.samp@terra.com.br; glenio.barros@gmail.com

Resumo - O SUS¹ é o único sistema de saúde público do mundo que atende mais de 190 milhões de pessoas, sendo que 80% delas dependem exclusivamente dele. O presente Trabalho tem como objetivo demonstrar a aplicabilidade das práticas enxutas na Farmácia de um Hospital² Público. O método se baseia em uma abordagem qualitativa³, segundo a literatura dá área se dá por uma investigação informal do contexto em estudo, onde o observador pode inferir cenários pré-existentes, positivos ou adversos. Os resultados baseiam-se na proposição de ferramentas⁴ de melhorias alinhadas ao Lean Healthcare.

Palavras-chave: SUS. FARMÁCIA. LEAN.

Abstract - SUS² is the only public health system in the world that serves more than 190 million people, 80% of whom depend exclusively on it. This work aims to demonstrate the applicability of lean practices in the Pharmacy of a Public Hospital. The method is based on a qualitative approach, according to the literature in the area, it takes place through an informal investigation of the context under study, where the observer can infer pre-existing, positive or adverse scenarios. The results are based on the proposition of improvement tools aligned with Lean Healthcare.

Keywords: SUS. DRUGSTORE. LEAN.

I. INTRODUÇÃO

Os Hospitais, conveniados ou não ao SUS (SISTEMA ÚNICO DE SAÚDE - SUS, 2021), estão em constante busca por melhorias na qualidade, excelência no atendimento e minimização de erros, os quais podem custar uma vida.

No presente trabalho foram aplicadas algumas das ferramentas da qualidade por serem de fácil implantação e baixo custo orçamentário, a fim de melhorar a eficiência do sistema e como consequência atender a uma maior demanda.

Entre as melhorias propostas está a redução do *lead time*, da movimentação desnecessária e do estoque em processo, entre outras propostas que reduzirão desperdícios e que poderão proporcionar maior qualidade de trabalho, maior segurança e organização no atendimento dos pacientes.

II. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Esta seção é formada pelo referencial teórico do trabalho, tendo como objetivo contextualizar a origem e os conceitos de *Lean*, e como a metodologia *Lean Healthcare* e suas principais ferramentas podem atuar na área da saúde.

Antes, porém, convém mencionar dois, dos “14 Princípios de Deming”, os quais norteiam a linha teórica dos assuntos ora a serem abordados nesse trabalho. Os princípios foram elencados em sua clássica obra *Quality Productivity and Competitive Position*, de 1982 pela *Massachusetts Inst Technology*. Citam-se dois:

1º princípio: Institua treinamento no local de trabalho. (EDWARDS, 1982);

2º princípio: Melhore constantemente o sistema de produção e de prestação de serviços, de modo a melhorar a qualidade e a produtividade e, consequentemente, reduzir de forma sistemática os custos (EDWARDS, 1982).

A Dispensação (ANGONESI, 2008), genericamente, diz respeito ao procedimento de fornecer medicamentos aos pacientes. Contudo, Marin e outros (MARIN *et alapud* ARIAS, 2003) aprofundam o conceito com uma redação mais específica:

[...] é o ato farmacêutico de distribuir um ou mais medicamentos a um paciente, geralmente como resposta à apresentação de uma prescrição elaborada por um profissional autorizado. Neste ato, o farmacêutico informa e orienta o paciente sobre o uso adequado do medicamento (ARIAS, 1999, p. 74).

A Farmácia Hospitalar faz parte da estrutura orgânica dos hospitais, subsidiando aportes às demais áreas e especificidades, técnica e administrativamente. Aqui, cabe uma ressalva, segundo Arias (1999), o termo farmácia hospitalar não deve ser usado como sinônimo de farmácia clínica (ARIAS, 1999, p. 116).

De acordo com a Resolução 300 do CFM⁵:

¹ (Sistema Único de Saúde - SUS, 2021); (Ministério da Saúde, 2021);

² (Ministério de Saúde, 2021);

³ (YIN, Robert K., 2016);

⁴ (ZATTAR, Silva, & BOSCHETTO, 2018);

⁵ (Conselho Federal de Farmácia, 1997).

A Farmácia Hospitalar é definida como unidade hospitalar de assistência técnico administrativa, dirigida por profissional farmacêutico, integrada funcional e hierarquicamente às atividades hospitalares tem como sua principal função: Garantir o uso seguro e racional de medicamentos e correlatos, adequando a sua utilização nos planos assistencial, preventivo e de investigação (CONSELHO FEDERAL DE FARMÁCIA, 1997).

A segurança do Paciente tem sido considerada um atributo prioritário da qualidade dos sistemas de saúde em todo o mundo (MELLO, 2014).

As técnicas mais utilizadas, derivadas e difundidas pela Filosofia Enxuta, foram:

1º) Diagrama de Ishikawa (Causa e Efeito).

- ✓ “Este diagrama é conhecido também como gráfico de espinha de peixe [...]” (CARVALHO & PALADINI, 2012, p. 359), e
- ✓ Como explicado por Carvalho e Paladini, o diagrama pode ser aplicado às mais diferentes áreas do processo produtivo. Segundo asseveram os autores, a lógica do diagrama é simples de aplicar e entender, sendo que o fluxo apresentado evidencia causas que conduzem a determinados efeitos. Assim, se o efeito é nocivo, as causas podem ser eliminadas; se for benéfico, pode-se conferir consistência a elas, garantindo a sua continuidade (CARVALHO & PALADINI, 2012, p. 360).

2º) 5S's.

- ✓ Como apontado por Verri (2012), o “5S's” pressupõe um melhoramento contínuo, criando atitudes no homem com relação ao ambiente de trabalho que são congruentes às atitudes almejadas para realizar serviços de qualidade superior (VERRI, 2012, p. 22).
- ✓ A Metodologia 5S's, segundo Verri (2012), surgiu no Japão em 1950, após a 2ª Guerra Mundial com intuito de ajudar as empresas a se organizarem e se recuperarem, uma vez passado o período crítico do Pós-guerra (VERRI, 2012).
- ✓ Sua aplicação no ambiente de trabalho, segundo Xenos (2014), traz inúmeros benefícios sem nenhum custo associado (XENOS, 2014, p. 303).
- ✓ O termo 5S's é o acrônimo de cinco palavras japonesas que são conhecidas como “SENSOS”.

Quadro 1 – Denominação dos Sensos (japônês/português)

SENSOS	
<i>Seiri</i> (整理)	Utilização
<i>Seiton</i> (整頓)	Organização
<i>Seisō</i> (清掃)	Limpeza
<i>Seiketsu</i> (清潔)	Padronização
<i>Shitsuke</i> (躰)	Disciplina

Fonte: Adaptado de Possarle (2014).

3º) Sete Desperdícios.

- ✓ Segundo Slack, a parte mais significativa da filosofia enxuta é seu foco na eliminação de desperdício, naquilo que não agrega valor. Para isso, uma ferramenta muito utilizada para alcançar o aprimoramento enxuto é a análise ‘dos Sete Tipos de Desperdício’ (SLACK, 2020, p. 488).
- ✓ Taiichi Ohno elaborou, baseado nas atividades que não agregam valor, categorias de desperdícios. (ZATTAR, SILVA, & BOSCHETTO APUD MENEZES, 2020) e,
- ✓ Na área da saúde, os desperdícios podem ser definidos como qualquer atividade que não os leva mais agilmente para os estágios de diagnóstico, tratamento e alta.

III. METODOLOGIA

Como metodologia, adotou-se uma abordagem qualitativa, aliado a um estudo de caso a partir de uma pesquisa bibliográfica, para posterior realização de diagnóstico e aplicação das ferramentas e técnicas *Lean* de acordo com a especificidade da área e os recursos disponíveis.

IV. ESTUDO DE CASO

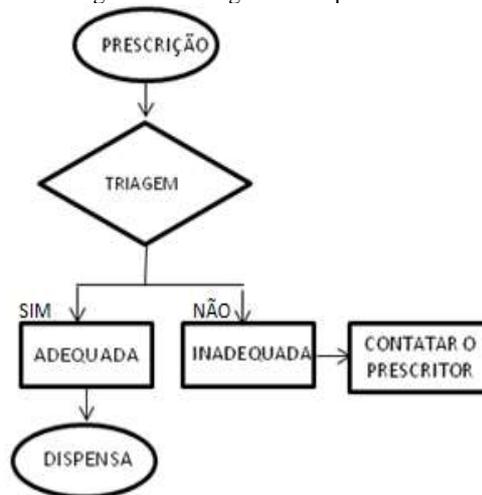
A Farmácia em questão dispensa medicamentos para aproximadamente 60 pacientes internados por dia, de variados setores.

O controle de medicamentos - que é feito conforme as determinações da lei 5.991/73 (PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA - CASA CIVIL, 2021).

Na aplicação do *Lean Healthcare*, foram utilizados o uso da Gestão Visual⁶, Sistema *Kanban*⁷ e os 5S's⁸ para verificar o impacto dos fluxos de processos de materiais, informações e pessoas.

Sendo assim, o conhecimento dos processos é primordial para a realização do diagnóstico dos fluxos de trabalho e intervenção nas atividades que influenciam a experiência do cliente.

Figura 1– Fluxograma dos processos



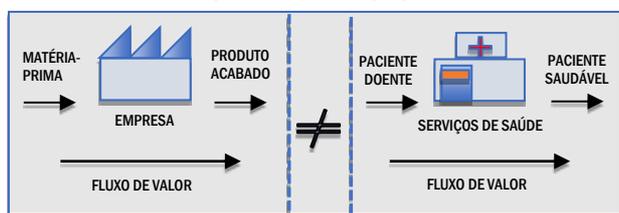
Fonte: Elaboração própria.

⁶ “Colocação em local fácil de ver todas as ferramentas, peças, atividades, (...) indicadores, (...) de modo que a situação do sistema possa ser rapidamente entendida por todos” (WERKEMA, 2012, p. 85),

⁷ “É um dispositivo sinalizador [...]” (WERKEMA, 2012, p. 56).

⁸ “É um método cujo objetivo é promover e manter a limpeza e a organização das áreas de trabalho (...) funcionando como um pilar básico do *Lean*” (WERKEMA, 2012, p. 67).

Figura 2– Valor Agregado



Fonte: Adaptado de HENRIQUE (2014).

Formação de Valor Agregado:

Na Indústria → Produto

Na Saúde → Paciente

Os medicamentos são armazenados na Farmácia em ordem alfabética, por forma farmacêutica e demanda.

Foto 1 – Ilustração da área de trabalho com os dispositivos de armazenamento dos medicamentos



Fonte: Elaboração própria, com aval da chefia local.

Hoje, o farmacêutico é membro da equipe multidisciplinar da instituição, onde ele participa dos *rounds*, tem conhecimento técnico para auxiliar o corpo clínico e para melhor tratamento do paciente.

O Processo se inicia com a chegada da prescrição médica (ora manual, ora impressa) à Farmácia e, na sequência, segue para o farmacêutico realizar a triagem e verificar possíveis interações medicamentosas. Caso não haja, a prescrição é entregue ao técnico responsável pela separação, na qual ele faz a identificação do *kit*, realiza a baixa manual do medicamento e dispensa para o setor requisitante.

Foto 2 – Saída de medicamentos, por setor

COD	MEDICAMENTOS	QUANTIDADE
2450-3	ASA 100MG	5
37012-3	ACETILSISTEINA 600MG	
2446-5	ACETAZOLAMIDA	
2452-0	ACIDO FOLICO	
3213-9	ACIDO TRANEKAMICO AP	
12045-6	ACIDO TRANEKAMICO CP	
2460-0	ALBENDAZOL 400MG	
2473-9	AMICACINA 500MG	21
2481-3	AMINOPIRINA AP 24MG/ML	
2480-5	AMINOPIRINA CP 100MG	
2492-0	AMIGODARONA 200MG	
2484-8	AMITRIPTILINA 25ME	1
2487-2	AMPICILINA 3G	
37700-8	ANPOTERONINA 8 50MG	
103828-1	ANULOFUNGINA 100MG	
2511-6	CETOPROFENO CP 50MG	
10332-2	CETOPROFENO IM 100MG	NAZAREN
1386-4	CETOPROFENO IV 100MG	
3364-7	CLOSTAZOL 100MG	2
3120-6	CIPRO AP 400MG	20
10340-5	CIPRO CP 500MG	20
2520-1	CLONAMICINA AP 600MG	
2548-7	CLONAZEPAM 0,35MG	
2488-9	CLONAZEPAM 25ME	
10250-2	CLONIDINA 0,100MG CP	
3121-4	CLONIDINA 0,200MG CP	
2548-5	CLONIDINA 0,150MG CP	

Fonte: Elaboração própria, com aval da chefia local.

Os medicamentos são acondicionados em *kits* plásticos com etiqueta de identificação do paciente por setor e armazenados em caixas plásticas. A partir daí, a caixa é encaminhada para a unidade correspondente para conferência e dispensação da enfermagem.

Foto 3 – Kit de medicamento



Fonte: Elaboração própria, com aval da chefia local.

V. LIMITAÇÕES

De acordo com o cenário levantado foram identificados os possíveis gargalos que causam impacto direto na entrega dos medicamentos:

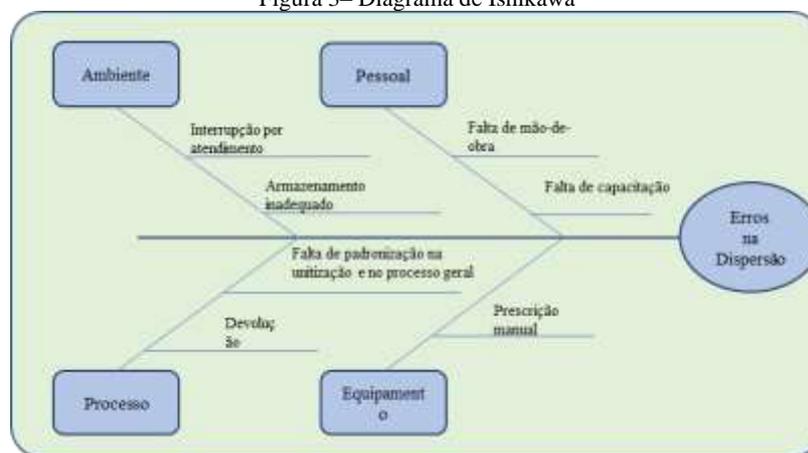
- 1) Descumprimento dos médicos em realizar as prescrições até o horário acertado com a farmácia;
- 2) As prescrições não chegam automaticamente à farmácia, ou seja, elas devem ser entregues pela enfermagem, ou os técnicos deveriam ir aleatoriamente às unidades para verificar se já estão disponíveis;
- 3) A prescrição de medicamento é, por inúmeras vezes, feita manualmente pelo médico, o que acarreta atrasos da separação do medicamento e identificação do mesmo, visto que a grafia da maioria dos médicos é ilegível, e
- 4) O fluxo de montagem e lançamento: Para realizar a montagem dos *kits* prescritos para todos os períodos (manhã, tarde e noite) eram colocados todos juntos em um saco plástico, o qual era devidamente identificado. E para unir todos os medicamentos o profissional, por diversas vezes, precisava se deslocar pelo setor, devido ao *layout* inadequado. Continuando, ainda na montagem, havia outros problemas tais como: *kits* montados incompletos, por falta da receita médica ou justificativa de algum medicamento especial, o que causa perda de tempo e retrabalho.

VI. MELHORIAS PROPOSTAS

6.1 - Diagrama de Ishikawa

As principais causas de erros na dispensação hospitalar estão sendo apresentadas conforme figura 3.

Figura 3– Diagrama de Ishikawa



Fonte: Elaboração própria.

6.2 - Os 5s's

SEIRI (整理) – UTILIZAÇÃO

A primeira etapa do programa seria tornar o ambiente mais útil e menos poluído, selecionando o que é útil e necessário do que é desnecessário, eliminado o que não serve. Ganhando mais espaço e mais agilidade.

SEITON (整頓) – ORGANIZAÇÃO

Esse senso consiste em organizar tudo em ordem e com fácil acesso.

SEISŌ (清掃) – LIMPEZA

Manter o ambiente de trabalho limpo, para melhorar o clima organizacional.

SEIKETSU (清潔) – PADRONIZAÇÃO

Elaborar procedimentos e padrões a serem seguidos a partir dos 3 sentidos anteriores.

SHITSUKE (躰) – DISCIPLINA

Comprometimento e consciência desenvolvida em manter os sentidos na rotina de trabalho.

6.3 - Os Sete desperdícios

1º) Falhas / Defeitos:

- ✓ Serviço com falhas, entrega dos kits de medicamentos com faltas ou medicamentos trocados.

2º) Superprodução:

- ✓ Não foram encontradas perdas relacionadas a superprodução.

3º) Transporte:

- ✓ Deslocar-se inúmeras vezes ao mesmo setor sem necessidade;
- Layout inadequado.

4º) Espera:

- ✓ Há espera pelas unidades que fazem solicitação por telefone;
- ✓ A Carga de trabalho mal distribuída faz deixar um funcionário com tempo ocioso;
- ✓ Há espera por parte dos técnicos da prescrição para separação dos medicamentos, e

- ✓ Pacientes a espera pelo medicamento.

5º) Estoque:

- ✓ Estoque de alguns medicamentos em excesso;
- ✓ Falta de espaço para armazenagem, e
- ✓ Suprimentos vencidos que precisam ser descartados.

6º) Movimentação:

- ✓ O Layout atual obriga os funcionários a caminhar em excesso.

7º) Excesso de Processamento:

- ✓ Na etapa da triagem verifica-se que a utilização dos antibióticos já foi justificada;
- ✓ Verificar se os medicamentos (não-padrão) estão de posse do paciente;
- ✓ Ligar para o médico responsável para tratar de possíveis trocas e interações, e

8º) Potencial humano/ideias:

- ✓ Funcionários param de apresentar sugestões de melhoria.

VII. CONCLUSÃO

As estratégias desenvolvidas pelo *Lean Manufacturing* (WERKEMA, 2021), vêm sendo estendidas ao setor de saúde, sob a ótica de combate ao desperdício, gerenciamento eficaz dos recursos e foco em atividades agregadoras de valor.

Tendo impacto na redução da taxa de erros das solicitações atendidas pela Farmácia, padronização dos processos de recebimento, armazenagem e separação de pedidos, controle de insumos hospitalares e na melhoria da produtividade das equipes.

Entende-se sustentável, o argumento defendido neste trabalho para se fazer a implantação do uso das tecnologias na realização da dispensação de medicamentos, uma vez que o mapeamento dos processos feito baseando-se nos preceitos da filosofia *Lean*, permite dizer que o uso da tecnologia nas atividades do setor – Farmácia Hospitalar - possibilitaria um maior controle de medicamentos dispensados, de modo mais célere, seguro e menos penoso psiquicamente para os profissionais.

Os resultados pela aplicação do 5S's se dá de forma aparente, a satisfação dos funcionários por trabalharem em um ambiente limpo, organizado e confortável, a minimização de erros por objetos fora do lugar, redução de tempo nos processos e aumento da produtividade.

O estudo observou também que os profissionais envolvidos na dispensação e distribuição, e, inclusive, os delegados na administração de medicamentos, cometem erros simples nesses processos, normalmente associados à falta de atenção, à distração que o meio lhes impõe, como a grande circulação de pessoas, atendimento telefônico, troca de informações entre as equipes e outros.

Apesar de não ser o objeto deste estudo, reconhecemos que o ambiente de trabalho da Farmácia Hospitalar pode contribuir diretamente para os erros de administração de medicamentos, e outros estudos necessitam ser realizados para se entender melhor esse cenário.

Por fim, ratificando a necessidade do uso da tecnologia da informação, o Estudo aqui tratado, concluiu também que a implantação das Práticas *Lean Healthcare* no setor, tornou-se de extrema importância na atualização e na consolidação de dados, reduzindo tempo de trabalho, aumentando a confiabilidade e rapidez na produção de informações, garantindo os três pilares principais do *Lean Healthcare*: foco no paciente, tempo e valor.

VIII. REFERÊNCIAS

- ALBUQUERQUE, P. M. **Identificação de Erros na Dispensação de Medicamentos em um Hospital Oncológico**, 2012.
- ANGARAN, D. M. Clinical pharmacy saves money and lives ? So what's new? **Pharmacotherapy**, 19, pp. 1352-1353, 1999.
- ANGONESI, D. Dispensação farmacêutica: Uma análise de diferentes conceitos e modelos. **Ciência e Saúde Coletiva**, 13, 629-640, 2008.
- ARIAS, T. **Glosário de Medicamentos**: Desarrollo, evaluación y uso. Washington, D.C.: OPS, 1999. Acesso em 03 de Abril de 2021, disponível em <https://iris.paho.org/bitstream/handle/10665.2/751/9275323054.pdf?sequence=1>
- CARVALHO, M. M., & PALADINI, E. P. **Gestão da Qualidade**: teoria e casos. Rio de Janeiro: Elsevier: ABEPRO, 2012.
- COLENGHI, V. M. **O & M e qualidade total**: uma integração perfeita. (3ª ed.). Uberetama: V.M., 2007.
- CONSELHO FEDERAL DE FARMÁCIA. **Resolução nº 300**. (C. F. Farmácia, Ed.) Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 30 de janeiro de 1997. Acesso em 01 de Abril de 2021, disponível em <https://www.cff.org.br/userfiles/file/resolucoes/300.pdf>
- DIAS, M. A. **Administração de materiais**: princípios, conceitos e gestão (8ª ed.). São Paulo: Atlas, 2014.
- EDWARDS, D. W. **Qualidade**: A revolução da administração. Rio de Janeiro: Marques Saraiva, 1982.
- FERNANDES, F. C. **Planejamento e controle da produção**: dos fundamentos ao essencial. São Paulo: Atlas, 2010.
- FORD, H. **Hoje e amanhã**. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 1927. Acesso em 01 de Abril de 2021. Disponível em: https://bdm.unb.br/bitstream/10483/15209/1/2016_PabloLus-tosadeOliveira.pdf
- HADFIELD, D., HOLMES, S., KOZLOWSKI, S., & SPER, T. **O lean na área de saúde**. Rio de Janeiro: DOC., 2016.
- HENRIQUE, D. B. **Modelo de mapeamento de fluxo de valor para implantações de lean em ambientes hospitalares**: proposta e aplicação. São Paulo, 2014. Acesso em 02 de Abril de 2021, disponível em <https://teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18156/tde-17072014-110628/publico/DanielBarberatoHenriqueDEFINITIVO.pdf>
- JURAN, J. M. **A qualidade desde o projeto**: Novos passos para o planejamento da qualidade em produtos e serviços. (N. M. Jr., Trad.) São Paulo: Cengage Learnig, 2009.
- MARIN, N. **Assistência farmacêutica para gerentes municipais**. Rio de Janeiro: OPAS/OMS, 2003.
- MELLO, L.R.G. de. (s.d.). COMPREENDENDO A SEGURANÇA DO PACIENTE. **Revista de Enfermagem**. Acesso em 04 de Abril de 2021, disponível em <https://www.google.com/search?q=Wachter.+Compreendendo+a+Seguran%C3%A7a+do+Paciente%2C+1%C2%BAedi%C3%A7%C3%A3o%2C+Porto+Alegre%3A+Artmed%2C+2010+%3A+p.320&oq=Wachter.+Compreendendo+a+Seguran%C3%A7a+do+Paciente%2C+1%C2%BAedi%C3%A7%C3%A3o%2C+Porto+Alegre%3A>
- MENEZES, M. **Contribuições do Lean Healthcare para o combate à Covid-19**. Cadernos de Prospecção, 2020. Acesso em 02 de Abril de 2021, disponível em <file:///C:/Users/tecma/Downloads/36134-130807-2-PB.pdf>
- MINISTÉRIO DA SAÚDE. (20 de Fevereiro de 2021). Fonte: Sistema Único de Saúde: <https://www.saude.mg.gov.br/sus>
- MINISTÉRIO DE SAÚDE. (03 de Abril de 2021). **Cadastro Nacional de Estabelecimentos da Saúde**. Fonte: CNES: <http://cnes.datasus.gov.br/>
- NOVAES, Simonneti, & Marina. Gestão de suprimentos da farmácia hospitalar com a implantação de métodos gerenciais de insumos utilizados na manufatura. **Revista Produção E Engenharia**, outubro de 2009.
- PATENTE, M. **Gestão visual e o Lean**. Brasil, março de 2018. Acesso em 01 de Abril de 2021, disponível em <https://www.escolaedti.com.br/gestao-visual>.
- PAULISTA, P.H.; GALDINO, B.J. **Método de análise e solução de problemas**: Estudo de caso em uma empresa do ramo eletrônico, ENEGEP 2014.
- POSSARLE, R. **Métodos de análise e solução de problemas (MASP)**: Fundamentos. São Paulo: Senai-SP, 2017.
- POSSARLE, R. **Ferramentas da Qualidade**. São Paulo: Senai-SP, 2014.
- PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA - Casa Civil. Abril de 2021. Fonte: Planalto.Gov: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/15991.htm
- SISTEMA ÚNICO DE SAÚDE - SUS. Fevereiro de 2021. Fonte: ConectSUS: <https://conectesus-paciente.saude.gov.br/menu/home>
- SLACK, N. **Administração da produção** (3ª ed.). São Paulo: Atlas, 2009.

TAYLOR, F. W. **Princípios de Administração Científica**. (8ª). São Paulo, SP, Brasil: Atlas, 1990. Acesso em 01 de Abril de 2021, disponível em <https://cesarmangolin.files.wordpress.com/2010/02/taylor-principios-de-administracao-cientifica.pdf>

VERRI, L. A. **Gerenciamento pela Qualidade Total na Manutenção Industrial**: aplicação prática. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2012.

WACHTER, R. M. **Compreendendo a segurança do paciente** (2ª ed.). Porto Alegre: AMGH, 2013.

WERKEMA, C. **Lean Seis Sigma**: introdução às ferramentas do lean manufacturing (2ª ed.). Rio de Janeiro: Elsevier, 2012.

WIKPÉDIA. (s.d.). **Wikipédia**: A enciclopédia livre. Acesso em 02 de Abril de 2021, disponível em Wikipédia: <https://pt.wikipedia.org/wiki/5S>

XENOS, H. G. **Gerenciando a Manutenção Produtiva**. Nova Lima: Falconi, 2014.

YIN, R. K. **Pesquisa Quantitativa do Início ao Fim**. Porto Alegre. Penso, 2016.

ZATTAR, I. C.; SILVA, R. R. & BOSCHETTO, J. W. (s.d.). Aplicações das ferramentas lean na área da saúde: revisão bibliográfica. **Journal of Lean Systems**, 2º. Acesso em 05 de Abril de 2021, disponível em <https://pdfs.semanticscholar.org/993f/7636d70d7d1a1eeb58461b6d87805b386005.pdf>

IX. COPYRIGHT

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