

INFOCUS

Revista Multidisciplinar de Ciências Gerais

VOLUME 2 - N°: 02 ANO: 2025

**Assistência e Segurança
Social, Engenharia Médica
e Subsídios á Comunidade
Global**

Diretoria Geral

Ruy Wagner Astrath

Diretora Acadêmica

Dra. Patrícia Paiva Gonçalves Bispo

Coordenador do Comitê de Ética em Pesquisa

Prof. Dr. Leonardo Moraes Armesto

Editor Responsável

Prof. Dr. Leonardo Moraes Armesto

Conselho Editorial

Prof. Dr. Leonardo Moraes Armesto

Prof. Dr. Izaque Pereira de Souza

Prof.^a Dra. Maria do Carmo da Silva

Prof. Dr. Agnaldo Aparecido Geremias

Prof. Esp. Vitor Matheus Krewer

Capa

Grupo Focus de Educação

Diagramação

Vitor Matheus Krewer

O Grupo Focus de Educação se responsabiliza pelos vícios do produto no que concerne à sua edição (apresentação a fim de possibilitar ao consumidor bem manuseá-lo e lê-lo). Nem a instituição nem os autores assumem qualquer responsabilidade por eventuais danos ou perdas a pessoa ou bens, decorrentes do uso da presente obra. É proibida a reprodução total ou parcial de qualquer forma ou por qualquer meio, eletrônico ou mecânico, inclusive através de processos xerográficos, fotocópia e gravação, sem permissão por escrito do autor e do editor. O titular cuja obra seja fraudulentamente reproduzida, divulgada ou de qualquer forma utilizada poderá requerer a apreensão dos exemplares reproduzidos ou a suspensão da divulgação, sem prejuízo da indenização cabível (art. 102 da Lei n. 9.610, de 19.02.1998).

Atualizações e erratas: este material é disponibilizado na forma como se apresenta na data de publicação. Atualizações são definidas a critério exclusivo pelo Conselho Editorial da Faculdade Focus, sob análise da direção pedagógica e de revisão técnica. É missão desta instituição oferecer ao acadêmico uma obra sem a incidência de erros técnicos ou disparidades de conteúdo. Caso ocorra alguma incorreção, solicitamos que, atenciosamente, colabore enviando críticas e sugestões, por meio do setor de atendimento através do e-mail editorial@faculdadefocus.com.br.



© 2025, by Grupo Focus de Educação
Rua Maranhão, 924 - Ed. Coliseo - Centro
Cascavel - PR, 85801-050
Tel: (45) 3040-1010
www.faculdadefocus.com.br

Este documento possui recursos de interatividade através da navegação por marcadores. Acesse a barra de marcadores do seu leitor de PDF e navegue de maneira **RÁPIDA** e **DESCOMPLICADA** pelo conteúdo.

SUMÁRIO

| | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| ESTRATÉGIAS DE ALFABETIZAÇÃO NA EDUCAÇÃO INFANTIL À LUZ DAS TEORIAS DE PIAGET E VYGOTSKY - IMPLICAÇÕES PARA O DESENVOLVIMENTO COGNITIVO | 04-17 |
| Gilva Miranda Marinho, Leonardo Moraes Armesto | |
| INTEGRAÇÃO DA ASTRONOMIA NO ENSINO MÉDIO - BNCC E O POTENCIAL PEDAGÓGICO DOS CANAIS NERDOLOGIA, SPACE TODAY E CIÊNCIA TODO DIA DO YOUTUBE..... | 18-31 |
| Jander Abrita de Carvalho, Leonardo Moraes Armesto | |
| POTENCIAL TERAPÊUTICO DO GÊNERO ERYTHRINA - UMA REVISÃO INTEGRATIVA SOBRE PROPRIEDADES ANSOLÍTICAS, SEDATIVAS E ANTICONVULSIVANTES..... | 32-41 |
| Luan Antônio dos Santos Cabral | |
| O PAPEL DA AVALIAÇÃO PSICOLÓGICA NO PROCESSO DE RECRUTAMENTO E SELEÇÃO - UMA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA..... | 42-58 |
| Antônio Carlos Nascimento dos Reis, Kedma de Souza Maia, Raquel do Vale Campelo | |
| A ESCUTA ESPECIALIZADA E O DEPOIMENTO ESPECIAL NO PROCESSO PENAL BRASILEIRO - DESAFIOS DA PRODUÇÃO PROBATÓRIA E DA PROTEÇÃO INTEGRAL DE CRIANÇAS E ADOLESCENTES VÍTIMAS DE VIOLÊNCIA SEXUAL..... | 59-76 |
| Alan Fernandes dos Santos | |
| TRÁFICO DE DROGAS E O IMPACTO NA SEGURANÇA PÚBLICA - UMA REVISÃO DE LITERATURA..... | 77-87 |
| Maicon Miguel da Silva | |
| ANÁLISE DA SUBORDINAÇÃO BRASILEIRA AO CAPITAL ESTRANGEIRO SOB A PERSPECTIVA DA TEORIA MARXISTA DA DEPENDÊNCIA..... | 88-99 |
| Rafael da Silva Santos | |
| GESTÃO FINANCEIRA APLICADA AO MICROEMPREENDEDOR INDIVIDUAL - UM ESTUDO DE CASO SOBRE CONTROLE DE CAPITAL DE GIRO E SUSTENTABILIDADE EMPRESARIAL | 100-109 |
| Wancley Dambrovski | |
| ANÁLISE DE VIABILIDADE ECONÔMICO-FINANCEIRA DA SUBSTITUIÇÃO DE CAPITAL HUMANO POR CAPITAL TECNOLÓGICO NA - LAR COOPERATIVA AGROINDUSTRIAL - IMPACTOS SOCIAIS, AUTOMAÇÃO E PLANO DE REAPROVEITAMENTO PARA A SUSTENTABILIDADE..... | 110-121 |
| Wancley Dambrovski | |
| NÍVEIS DE MATURIDADE TÉCNICA EM ADMINISTRAÇÃO DE BASE DE DADOS DOS TÉCNICOS PROFISSIONAIS DE TI DA PROVÍNCIA DO UÍGE..... | 122-132 |
| Nkanga Pedro, Bernardo João António, Nguinamau João Mamona, Alério dos Santos | |
| VULNERABILIDADE DE SEGURANÇA NO TRABALHO EM OBRAS DO SETOR PÚBLICO..... | 133-149 |
| Paulo Henrique Átila dos Santos, Leonardo Moraes Armesto | |
| ENGENHARIA MÉDICA I - FUNDAMENTOS E APLICAÇÕES EM EQUIPAMENTOS HOSPITALARES..... | 150-164 |
| Leonardo Moraes Armesto, Caroline de Oliveira Nieblas, Thabata Roberto Alonso, Patrick Cristian Lima Orihuela | |
| ENGENHARIA MÉDICA II - FUNDAMENTOS E APLICAÇÕES EM EQUIPAMENTOS DIAGNÓSTICOS..... | 165-179 |
| Leonardo Moraes Armesto, Thabata Roberto Alonso, Patrick Cristian Lima Orihuela, Caroline de Oliveira Nieblas | |
| ENGENHARIA MÉDICA III - MANUTENÇÃO SEGMENTADA E PARAMETRIZADA DE EQUIPAMENTOS DIAGNÓSTICOS..... | 180-195 |
| Leonardo Moraes Armesto, Patrick Cristian Lima Orihuela, Caroline de Oliveira Nieblas, Thabata Roberto Alonso | |

ESTRATÉGIAS DE ALFABETIZAÇÃO NA EDUCAÇÃO INFANTIL À LUZ DAS TEORIAS DE PIAGET E VYGOTSKY: IMPLICAÇÕES PARA O DESENVOLVIMENTO COGNITIVO

Gilva Miranda Marinho¹
Leonardo Moraes Armesto²

RESUMO: Este artigo tem como objetivo analisar criticamente as contribuições das teorias do desenvolvimento cognitivo de Jean Piaget e Lev Vygotsky para subsidiar práticas pedagógicas na alfabetização infantil. A pesquisa foi desenvolvida por meio de uma revisão bibliográfica qualitativa, utilizando obras clássicas dos autores, estudos contemporâneos e documentos oficiais como a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) e as Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Infantil (DCNEI). A teoria de Piaget enfatiza a importância dos estágios de desenvolvimento e dos processos de assimilação, acomodação e equilibração, considerando a criança como sujeito ativo na construção do conhecimento. Por outro lado, Vygotsky destaca o papel das interações sociais e da mediação cultural na aprendizagem, introduzindo conceitos como a Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP) e a internalização das funções psicológicas superiores. A integração dessas perspectivas demonstra que a alfabetização é um processo ativo e social, no qual as crianças formulam hipóteses sobre a escrita e avançam na compreensão do sistema alfabético à medida que participam de práticas letradas significativas. O estudo evidencia que uma prática pedagógica eficaz deve considerar tanto o respeito ao ritmo de desenvolvimento individual da criança, como proposto por Piaget, quanto o papel fundamental das interações mediadas, conforme defendido por Vygotsky. As análises também dialogam com a BNCC e as DCNEI, que orientam o professor a atuar como mediador, organizando ambientes alfabetizadores ricos e significativos. Conclui-se que estratégias de alfabetização fundamentadas nessas teorias favorecem a aprendizagem ativa, o protagonismo infantil e a inserção da criança em práticas sociais de leitura e escrita, contribuindo para uma educação mais inclusiva e contextualizada.

PALAVRAS-CHAVE: Alfabetização; Desenvolvimento Cognitivo; Educação Infantil; Piaget; Vygotsky.

ABSTRACT: This article aims to critically analyze the contributions of Jean Piaget's and Lev Vygotsky's theories of cognitive development to inform pedagogical practices in early childhood literacy. The research was conducted through a qualitative literature review, utilizing the authors' classic works, contemporary studies, and official documents such as the National Common Curricular Base (BNCC) and the National Curricular Guidelines for Early Childhood Education (DCNEI). Piaget's theory emphasizes the importance of developmental stages and the processes of assimilation, accommodation, and equilibration, considering the child as an active subject in the construction of knowledge. On the other hand, Vygotsky emphasizes the role of social interactions and cultural mediation in learning, introducing concepts such as the Zone of Proximal Development (ZPD) and the internalization of higher psychological functions. Integrating these perspectives demonstrates that literacy is an active and social process, in which children formulate hypotheses about writing and advance their understanding of the alphabetic system as they participate in meaningful literacy practices. The study highlights that effective pedagogical practices must consider both respect for the child's individual

¹Graduada em Ciências Contábeis pela Universidade Pitágoras Unopar Anhanguera-PR (2018-2021). Graduada em Artes Visuais pelo Centro Universitário Cidade Verde-PR (2025-2025). Pós-Graduada em Educação Infantil e Alfabetização pela Faculdade Focus-PR (2025-2025). E-mail: gilvamarinho@gmail.com

²Orientador: Doutor e Mestre em Engenharia, Multigraduado, Multiespecialista e Coordenador Pedagógico de Pós-Graduação e Pesquisa. Orientador e Professor de Trabalhos de Curso. E-mail: leonardo.armesto@faculdadefocus.com.br.

developmental pace, as proposed by Piaget, and the fundamental role of mediated interactions, as advocated by Vygotsky. The analyses also align with the BNCC (National Context for Childhood Education) and the DCNEI (National Curricular Guidelines for Children and Adolescents), which guide teachers to act as mediators, organizing rich and meaningful literacy environments. The conclusion is that literacy strategies based on these theories foster active learning, child empowerment, and the inclusion of children in social reading and writing practices, contributing to a more inclusive and contextualized education.

KEY WORDS: Literacy; Cognitive Development; Early Childhood Education; Piaget; Vygotsky.

1. INTRODUÇÃO

A alfabetização infantil no Brasil tem sido historicamente marcada por desafios relacionados às desigualdades sociais, às políticas públicas de educação e às diferentes concepções de ensino e aprendizagem. Nas últimas décadas, importantes avanços ocorreram, especialmente com a implementação de documentos normativos como a DCNEI - Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Infantil e a BNCC - Base Nacional Comum Curricular. Esses marcos legais reforçam a importância de práticas pedagógicas que promovam a aprendizagem de maneira lúdica, significativa e respeitosa ao desenvolvimento integral da criança.

A DCNEI (2009) define que o currículo da Educação Infantil deve articular as experiências das crianças com saberes socialmente construídos, assegurando o desenvolvimento integral. Segundo a BNCC (2018) na Educação Infantil, as práticas pedagógicas devem garantir experiências que assegurem às crianças os direitos de conviver, brincar, participar, explorar, expressar e conhecer-se.

A realidade das salas de aula brasileiras ainda dificulta a oferta de experiências alfabetizadoras que vão além da antecipação ou escolarização tradicional. Muitos professores enfrentam o desafio de conciliar as exigências legais, as expectativas das famílias e as necessidades individuais das crianças em um cenário de turmas numerosas, falta de recursos e necessidade de formação continuada.

Nesse contexto, torna-se essencial recorrer a referenciais teóricos sólidos que orientem práticas pedagógicas coerentes com o desenvolvimento infantil. As teorias de Jean Piaget e Lev Vygotsky oferecem fundamentos valiosos para pensar a alfabetização de forma integral.

Piaget (1977) destaca o papel ativo da criança na construção do conhecimento, por meio de processos como assimilação, acomodação e equilibração. Defende que a aprendizagem é um processo ativo, em que a criança constrói seu conhecimento a partir da interação com o meio e da experimentação, reorganizando suas estruturas cognitivas.

Vygotsky (1991) enfatiza a importância das interações sociais e da mediação cultural, apresentando conceitos como a Zona de Desenvolvimento Proximal e a

internalização das funções psicológicas superiores.

Ao integrar essas duas perspectivas, é possível conceber práticas de alfabetização que respeitem tanto os estágios de desenvolvimento cognitivo da criança quanto a importância das interações sociais e culturais para a aprendizagem. Assim, este estudo busca responder à seguinte questão: de que maneira as teorias de Piaget e Vygotsky podem subsidiar práticas de alfabetização na Educação Infantil que respeitem o desenvolvimento cognitivo das crianças?

O artigo foi desenvolvido por meio de uma revisão bibliográfica qualitativa, considerando obras clássicas dos autores mencionados, estudos contemporâneos sobre o tema e documentos oficiais como a DCNEI e a BNCC. A partir dessa análise, pretende-se contribuir para o debate educacional, fornecendo subsídios teóricos que orientem práticas pedagógicas mais coerentes, significativas e alinhadas às necessidades e potencialidades das crianças.

2. DESENVOLVIMENTO

2.1 Fundamentos teóricos de Piaget

Piaget (1977) desenvolveu uma teoria abrangente sobre o desenvolvimento cognitivo, estruturada em estágios sequenciais que representam formas distintas de pensar e compreender o mundo. Ele identifica quatro estágios principais: sensório-motor, pré-operatório, operatório concreto e operatório formal. Cada estágio é caracterizado por formas específicas de raciocínio e construção do conhecimento, que se tornam progressivamente mais complexas.

No estágio sensório-motor (0 a 2 anos), a criança constrói conhecimento por meio de ações físicas e da percepção sensorial. Embora anterior à alfabetização, esse estágio é fundamental, pois estabelece as bases para a noção de permanência do objeto e o início da linguagem.

O estágio pré-operatório (2 a 7 anos), que corresponde à faixa etária da Educação Infantil, é marcado pelo pensamento simbólico e egocêntrico. As crianças desenvolvem a capacidade de representar objetos e eventos por meio de palavras, desenhos e brincadeiras. Nessa fase, elas começam a formular hipóteses sobre a escrita e a reconhecer a função social da linguagem escrita, mesmo sem dominar o sistema convencional.

O estágio operatório concreto (7 a 11 anos) caracteriza-se pelo desenvolvimento de operações lógicas aplicadas a situações concretas. A criança torna-se capaz de compreender relações de causa e efeito, conservação e classificação, habilidades importantes para a leitura e escrita mais avançadas.

Por fim, o estágio operatório formal (a partir de 12 anos) envolve a capacidade

de pensamento abstrato e hipotético-dedutivo. Embora não esteja diretamente relacionado à Educação Infantil, ele representa a culminância do desenvolvimento cognitivo descrito por Piaget.

Piaget (1977) enfatiza que a aprendizagem ocorre pela interação entre assimilação e acomodação, em um processo contínuo de equilibração. A criança não recebe passivamente os conhecimentos, mas os constrói ativamente por meio da interação com o meio e com os objetos de conhecimento.

Assim, na alfabetização, é essencial que as propostas pedagógicas respeitem o nível de desenvolvimento da criança, oferecendo desafios adequados que possibilitem avanços cognitivos progressivos.

De acordo com Souza e Carvalho (2020), a teoria de Piaget entende que o desenvolvimento cognitivo é construído ativamente pela criança por meio de sua interação com o ambiente físico e social, envolvendo processos de assimilação e acomodação que permitem reorganizar continuamente suas estruturas mentais.

O construtivismo piagetiano destaca a criança como sujeito ativo na interação com seu ambiente físico e social para construção do conhecimento. A assimilação é a incorporação de novas informações aos esquemas mentais já existentes, enquanto a acomodação é a modificação desses esquemas para se ajustarem à nova realidade.

Ferreiro e Teberosky (1999) explicam que a criança constrói ativamente hipóteses sobre o funcionamento da escrita, avançando gradualmente até compreender o sistema alfabético.

A pesquisa de Ferreiro e Teberosky, influenciada pela teoria construtivista de Jean Piaget, revelou que as crianças passam por uma sequência de níveis de conceitualização da escrita, que são marcos na sua jornada rumo à compreensão do sistema alfabético. As autoras demonstraram que a criança não é um receptor passivo de informações, mas um sujeito que constrói ativamente hipóteses sobre o funcionamento da escrita.

2.2 Fundamentos teóricos de Vygotsky

Vygotsky (1991) apresenta uma abordagem histórico-cultural do desenvolvimento humano, ressaltando que as funções psicológicas superiores têm origem nas interações sociais. Para ele, a aprendizagem é um processo mediado culturalmente, no qual a linguagem desempenha papel central como ferramenta de pensamento e comunicação. A internalização ocorre quando a criança transforma interações externas em funções cognitivas internas, consolidando o aprendizado.

Correa (2017), afirma que o desenvolvimento psicológico da criança, segundo a Psicologia Histórico-Cultural de Vygotsky, não é regido por leis naturais universais,

mas sim moldado pelas condições sociais e históricas em que a criança está inserida. Destaca ainda que, para Vygotsky, os processos biológicos são subordinados ao desenvolvimento cultural, o que leva à diferenciação entre funções psicológicas elementares (comuns a homens e animais) e funções psicológicas superiores (exclusivamente humanas, de origem cultural).

O conceito de mediação é fundamental em sua teoria: o conhecimento é construído a partir da interação entre o aprendiz e um mediador – que pode ser um professor, colega mais experiente ou mesmo recursos culturais, como livros e jogos. Essa mediação cria condições para que a criança avance em seu desenvolvimento.

Vygotsky argumenta que a aprendizagem ocorre primeiro em um nível social, por meio da interação com os outros, e depois é internalizada pela criança, tornando-se parte de seu desenvolvimento individual.

Outro ponto central de sua teoria é a Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP), que representa o espaço entre o que a criança já é capaz de fazer sozinha e o que pode realizar com auxílio de outra pessoa. O aprendizado desperta processos internos de desenvolvimento que só podem ocorrer quando a criança interage com outras pessoas em atividades colaborativas. A atuação pedagógica eficaz deve se situar nesse espaço, oferecendo apoio para que a criança supere gradualmente desafios que ainda não conseguiria enfrentar de forma autônoma.

Na alfabetização, essas ideias indicam que o professor deve planejar atividades que proporcionem desafios possíveis, mas que exijam cooperação e interação. Situações como rodas de leitura, escrita coletiva e projetos em grupo são exemplos de práticas que favorecem a aprendizagem dentro da ZDP. Dessa forma, a teoria de Vygotsky reforça a importância de ambientes ricos em interações sociais, nos quais a criança constrói conhecimento de forma colaborativa e significativa.

Soares (2012), se apropria do pensamento vygotskiano para desenvolver e aprofundar o conceito de letramento, distinguindo-o da simples alfabetização. De acordo com a autora, o conceito de letramento vai além da mera alfabetização, que é a aquisição da tecnologia de ler e escrever. Argumenta que o letramento é um fenômeno social e um conjunto de atividades sociais que envolvem a língua escrita.

Nessa perspectiva, uma pessoa pode ser considerada letrada, mesmo que não seja totalmente alfabetizada, se ela se envolve em práticas sociais de leitura e escrita, como, por exemplo, uma criança que folheia livros e ouve histórias. O letramento, nesse sentido, não apenas confere habilidades individuais, mas altera o estado e a condição social e cultural do indivíduo, transformando sua forma de pensar e sua inserção na sociedade.

2.3 Relações das teorias com a alfabetização

A DCNEI (2009) e a BNCC (2018) orientam que a Educação Infantil deve garantir experiências integradas de linguagem, ludicidade e interação social. Esses documentos reforçam que o professor deve atuar como mediador do processo de aprendizagem, garantindo interações significativas, e reconhecem a criança como sujeito ativo na construção do conhecimento, valorizando sua participação e protagonismo nas atividades propostas. As teorias de Piaget e Vygotsky apresentam contribuições complementares para compreender a alfabetização na Educação Infantil.

Piaget (1977) defende que a aquisição da escrita é um processo ativo de construção do conhecimento, no qual a criança, como um “pequeno cientista”, elabora e testa hipóteses sobre como a escrita funciona, buscando compreender a relação entre fala e registro gráfico. Para ele, a criança não imita simplesmente o adulto, mas constrói ativamente seu entendimento sobre o sistema de escrita, avançando conforme suas estruturas cognitivas se desenvolvem.

A pesquisa de Ferreiro e Teberosky (1999), baseada nos pressupostos piagetianos, descreve os níveis de conceitualização da escrita – pré-silábico, silábico, silábico-alfabético e alfabético – pelos quais a criança passa ao formular e revisar suas hipóteses. As autoras destacam que a escrita é um sistema simbólico complexo, cuja lógica interna precisa ser descoberta pela criança, o que reforça a ideia de que aprender a escrever é um processo construtivo e progressivo, diretamente relacionado ao desenvolvimento cognitivo.

Vygotsky (1991), nos ensina que a linguagem é um instrumento central no processo de mediação, sendo por meio dela que a criança organiza o pensamento e constrói novos significados. Defende que a linguagem não é apenas uma forma de comunicação, mas a principal ferramenta simbólica que a cultura oferece para moldar as funções psicológicas superiores, como o pensamento abstrato, a memória voluntária e a atenção dirigida. Antes da linguagem, o pensamento da criança é mais concreto e intuitivo. É ao internalizar a linguagem - primeiro através da fala social, depois da fala egocêntrica e, finalmente, da fala interior - que ela adquire a capacidade de planejar, resolver problemas e se autorregular. A linguagem, portanto, age como uma ponte entre o mundo exterior e o mundo interior da criança, mediando sua relação com o conhecimento e a cultura.

Soares (2012) em sua obra “Letramento: um tema em três gêneros” amplia essa discussão ao destacar que alfabetização e letramento são processos interdependentes. O letramento implica não apenas a capacidade de ler e escrever,

mas a inserção em práticas sociais de leitura e escrita que deem sentido a essas habilidades. A alfabetização, por si só, é insuficiente se a criança não for letrada, ou seja, se não for capaz de usar a linguagem escrita como ferramenta para interagir com a cultura e com o conhecimento. Ser letrado, nesse sentido, é a materialização da teoria de Vygotsky na cultura escrita: é usar a linguagem como instrumento para construir significados e participar ativamente do mundo social.

Sousa e Andrade (2024) nos instruem que a alfabetização deve ser trabalhada de forma integrada ao letramento, permitindo que a criança vivencie situações reais de leitura e escrita. Defendem que a alfabetização não deve se restringir à codificação e decodificação, mas deve ser trabalhada na perspectiva do letramento, que leva em conta os usos sociais da leitura e as funções da escrita na sociedade. Isso se traduz na importância de a criança participar em práticas sociais de leitura e escrita, ou seja, vivenciar situações reais que dão sentido a essas habilidades.

Enquanto a alfabetização envolve a apropriação do sistema alfabético e de suas convenções, o letramento refere-se ao uso social da leitura e da escrita em diferentes contextos. Assim, a Educação Infantil deve garantir experiências que integrem o aprendizado do código escrito e a inserção das crianças em práticas sociais significativas de leitura e escrita.

Na perspectiva piagetiana, a alfabetização deve considerar os estágios cognitivos, proporcionando situações que estimulem a construção ativa do conhecimento. Para Vygotsky, o ensino da leitura e da escrita deve ocorrer em contextos interativos, em que a mediação do professor e de colegas mais experientes potencialize o desenvolvimento das funções psicológicas superiores. Ambas as teorias, apesar de terem pontos de partida diferentes (a construção individual para Piaget e a interação social para Vygotsky), são complementares e oferecem uma visão rica sobre o processo de aprendizagem da leitura e da escrita.

A integração dessas concepções indica que a alfabetização não pode ser reduzida à memorização mecânica de letras e sons. É necessário criar ambientes alfabetizadores ricos, nos quais as crianças tenham contato com diferentes gêneros textuais, possam experimentar a escrita de forma espontânea e participem de atividades que deem sentido ao ato de ler e escrever. Assim, o professor atua como mediador e organizador de experiências que respeitem o desenvolvimento cognitivo e promovam práticas de letramento desde a Educação Infantil.

2.4 Implicações práticas para a sala de aula da Educação Infantil

A BNCC (2018) estabelece que a Educação Infantil deve proporcionar experiências que garantam os direitos de aprendizagem e desenvolvimento,

valorizando a interação, a ludicidade e a participação ativa das crianças. Para isso, o documento define seis direitos de aprendizagem e desenvolvimento: conviver, brincar, participar, explorar, expressar e conhecer-se.

A DCNEI (2009) ressalta o papel da Educação Infantil como a primeira etapa da Educação Básica e ampliando a concepção da criança como sujeito histórico e de direitos. Ela reforça a indissociabilidade entre o cuidar e o educar, e estabelece as interações e a brincadeira como eixos norteadores das práticas pedagógicas.

A combinação das perspectivas de Piaget e Vygotsky aponta para a importância de estratégias pedagógicas que respeitem as particularidades do desenvolvimento infantil e, ao mesmo tempo, favoreçam interações sociais significativas.

É essencial que o professor planeje atividades que unam experiências individuais e coletivas, considerando os interesses e as hipóteses das crianças sobre a leitura e a escrita. Tanto a BNCC quanto a DCNEI destacam que essas práticas devem ser mediadas pelo professor, mas centradas na participação ativa das crianças, respeitando seus direitos de aprendizagem e promovendo seu protagonismo.

As práticas pedagógicas devem ter como eixos estruturantes as interações e a brincadeira, garantindo experiências que favoreçam a imersão nas diferentes linguagens e o contato com a cultura escrita. Exemplos práticos incluem rodas de conversa e leitura compartilhada, nas quais o professor atua como mediador, estimulando a participação e a construção coletiva de sentidos.

Para Piaget (1977), o ensino deve respeitar os estágios de desenvolvimento cognitivo da criança, evitando a antecipação de conteúdos que estejam além de suas capacidades de compreensão. Já para Vygotsky (1991), o papel do professor é criar situações de ensino que estejam na Zona de Desenvolvimento Proximal das crianças, permitindo que elas avancem em suas capacidades cognitivas com apoio adequado.

Aprender a ler e escrever significa, simultaneamente, aprender as formas do sistema de escrita e as funções sociais da linguagem escrita. Oficinas de escrita espontânea, uso de letras móveis, contação de histórias com reconto pelas crianças e produção coletiva de textos são estratégias que possibilitam avanços na compreensão do sistema de escrita, respeitando o estágio cognitivo de cada aluno.

De acordo com Jófili (2002), o professor é mediador e organizador de situações em que a criança constrói o conhecimento, propondo desafios compatíveis com seu desenvolvimento. A autora, enfatiza a importância de o professor ser um tipo de colega mais experiente que atua na zona de desenvolvimento proximal da criança, propondo desafios que impulsionem o seu desenvolvimento.

A organização do ambiente também é fundamental: salas alfabetizadoras devem conter materiais variados como livros, revistas, cartazes, etiquetas e cantinhos de leitura, possibilitando que as crianças interajam com a linguagem escrita em situações reais e significativas. Para Sousa e Andrade (2024), a prática docente ideal para a alfabetização é aquela que se insere na perspectiva do letramento, levando em conta os usos sociais e as funções da escrita na sociedade. Nesse contexto, a falta de material didático adequado, por exemplo, é um obstáculo para essa prática. A função do professor é inserir a criança no mundo da cultura escrita, o que valida a importância de um ambiente alfabetizador rico e significativo.

Por fim, a parceria com as famílias potencializa os resultados, pois amplia as oportunidades de contato com a leitura e a escrita fora da escola. Ao unir teoria e prática, o educador se torna capaz de oferecer experiências alfabetizadoras que promovem a autonomia, a colaboração e o desenvolvimento pleno das crianças. A parceria entre a escola e a família é um pilar fundamental para o sucesso do processo de alfabetização. Quando a escola e a casa dialogam e se complementam, as crianças têm mais oportunidades de interagir com a leitura e a escrita em diferentes contextos, o que amplia a relevância e o significado dessas habilidades.

Ao unir a teoria (como as concepções de Piaget e Vygotsky) com a prática pedagógica, o educador consegue criar uma ponte entre o conhecimento formal e a realidade da criança. Ele pode, por exemplo, propor projetos que envolvam as famílias, como a criação de um livro de receitas em que as crianças coletam as informações em casa ou a escrita de cartas para os avós.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

Este trabalho caracteriza-se como uma pesquisa bibliográfica de caráter qualitativo, fundamentada em referenciais teóricos clássicos e contemporâneos que discutem o processo de alfabetização na Educação Infantil, com ênfase nas contribuições de Jean Piaget e Lev Vygotsky.

A pesquisa bibliográfica, conforme descrito por Gil (2002), se baseia na análise de materiais já publicados, como livros e artigos científicos, para obter respostas e construir reflexões sobre um problema de pesquisa sem a necessidade de coletar dados empíricos.

A seleção de artigos científicos foi realizada a partir de bases de dados como SciELO, Google Scholar, Biblioteca Virtual da UNESP. As palavras-chave incluíram desenvolvimento cognitivo, alfabetização infantil, Piaget, Vygotsky, Educação Infantil, linguagem escrita. Além disso, foram priorizados estudos de obras clássicas e livros atualizados com relevância acadêmica reconhecida. Também foram analisados

documentos normativos brasileiros.

De acordo com Lakatos e Marconi (2003), a pesquisa bibliográfica permite ao pesquisador analisar materiais já publicados por meio de técnicas como leitura exploratória e fichamento, possibilitando identificar conceitos centrais, pontos de vista dos autores e convergências ou divergências entre eles.

Nesse sentido, o processo de construção deste artigo envolveu três etapas iniciais: 1. Leitura exploratória e seletiva, destinada a identificar os textos mais adequados ao tema; 2. Leitura analítica, voltada à compreensão dos conceitos centrais, hipóteses defendidas e articulações entre os autores; 3. Leitura interpretativa e fichamento temático, para sistematizar as principais ideias, destacando convergências e divergências e elaborando um quadro crítico de análise.

Posteriormente, a análise dos conteúdos buscou integrar teoria e prática, evidenciando as contribuições das teorias de Piaget e Vygotsky para o processo de alfabetização e relacionando-as aos princípios estabelecidos nas diretrizes nacionais. Esse procedimento possibilitou uma discussão crítica e fundamentada sobre as estratégias de alfabetização na Educação Infantil.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise teórica demonstra que Piaget e Vygotsky fornecem bases complementares para o processo de alfabetização na Educação Infantil. A combinação dessas duas teorias não gera contradição, mas uma visão mais completa e robusta: a criança é um sujeito ativo que constrói seu próprio conhecimento (Piaget), mas essa construção é fundamentalmente mediada e potencializada pelas interações com o outro (Vygotsky). Juntas, elas orientam uma prática pedagógica que é ao mesmo tempo respeitosa com o ritmo individual da criança e rica em estímulos sociais e culturais.

Piaget evidencia a importância de respeitar os estágios de desenvolvimento cognitivo, garantindo que as propostas pedagógicas estejam alinhadas às capacidades reais da criança. Segundo o autor, o desenvolvimento intelectual ocorre de forma contínua e progressiva, sendo impulsionado por situações de desequilíbrio cognitivo que levam a novas acomodações. O desenvolvimento cognitivo ocorre em estágios sucessivos, cada um caracterizado por formas específicas de pensar e compreender a realidade.

A perspectiva de Piaget sobre o desenvolvimento cognitivo é um dos pilares do construtivismo e oferece uma base sólida para a prática pedagógica. Para ele, o desenvolvimento da inteligência é um processo ativo, no qual a criança constrói seu próprio conhecimento por meio da interação com o ambiente. Essa construção não é

aleatória, mas segue uma sequência de estágios, cada um com suas características e limitações. Piaget descreveu o desenvolvimento intelectual em quatro estágios principais: sensório-motor, pré-operacional, operatório-concreto e operatório-formal. Cada estágio representa uma forma diferente de pensar e de organizar a realidade.

O respeito a esses estágios é fundamental, pois significa que o professor deve propor atividades que sejam desafiadoras, mas não impossíveis para a capacidade cognitiva da criança naquele momento. Forçar a aprendizagem de um conceito que a criança ainda não tem a estrutura mental para compreender resultaria em uma aprendizagem superficial e mecânica.

O processo de aprendizagem, para Piaget, é impulsionado por situações de desequilíbrio cognitivo. Isso acontece quando a criança se depara com uma nova informação ou experiência que não se encaixa em seus esquemas mentais atuais. Para resolver esse conflito, ela precisa acomodar suas estruturas mentais, modificando-as para integrar a nova informação. A proposta pedagógica piagetiana, portanto, não é de transmitir conhecimento, mas de criar situações-problema que provoquem esse desequilíbrio e estimulem a criança a encontrar soluções, construindoativamente novas formas de pensar. Compreendemos que a teoria de Piaget orienta o professor a ser um facilitador do desenvolvimento. Ao invés de ser o detentor do conhecimento, o professor se torna um organizador de experiências que respeitam o ritmo de desenvolvimento da criança e estimulam sua curiosidade, sua capacidade de resolver problemas e sua autonomia intelectual.

Vygotsky enfatiza a relevância das interações sociais e da mediação cultural, destacando que o aprendizado ocorre de forma mais efetiva quando mediado por adultos ou colegas mais experientes. Por meio da interação social, a criança internaliza instrumentos culturais, desenvolvendo funções psicológicas superiores. Em sua teoria histórico-cultural, coloca a interação social no centro do desenvolvimento humano e da aprendizagem. Ele defende que as funções psicológicas superiores, como o pensamento, a memória e a atenção voluntária, não são inatas, mas se desenvolvem a partir de interações com o meio social e cultural.

Para Vygotsky, a mediação cultural desempenha um papel crucial. A mediação ocorre por meio de instrumentos e signos, sendo a linguagem o mais importante deles. É através da linguagem que o conhecimento socialmente construído é transmitido de uma geração para a outra e de uma pessoa para a outra. O professor, nesse sentido, atua como um mediador, auxiliando a criança a internalizar esses instrumentos culturais.

O conceito de Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP) é a grande

contribuição de Vygotsky para a educação. A ZDP é a distância entre o que a criança já consegue fazer sozinha (seu nível de desenvolvimento real) e o que ela é capaz de fazer com o auxílio de um adulto ou de um colega mais experiente (seu nível de desenvolvimento potencial). Segundo o autor, o aprendizado é o que impulsiona o desenvolvimento. Assim, o papel do professor é justamente atuar nessa zona, oferecendo o suporte necessário para que a criança avance em suas capacidades cognitivas. Entendemos que a abordagem vygotskiana na educação enfatiza a importância de um ambiente colaborativo e mediado, onde o aprendizado da leitura e da escrita, por exemplo, não é apenas um processo individual, mas uma construção social que se dá pela interação e pelo uso de ferramentas culturais.

Ao articular as teorias de Piaget e Vygotsky com as contribuições de outros autores, observa-se que a alfabetização deve ser entendida como um processo ativo e social, no qual as crianças formulam hipóteses sobre a escrita enquanto participam de práticas letradas significativas. O processo de alfabetização é, portanto, um percurso construtivo em que a criança passa de hipóteses iniciais sobre a escrita para uma compreensão cada vez mais próxima do sistema alfabético. Isso evidencia a necessidade de ambientes alfabetizadores que combinem estímulos cognitivos adequados com experiências sociais de leitura e escrita.

A integração dessas perspectivas oferece aos educadores um referencial robusto para a prática docente, permitindo que organizem propostas pedagógicas que considerem a diversidade de ritmos e formas de aprendizagem. O debate entre as concepções de Piaget e Vygotsky permite repensar as práticas educativas, destacando o papel ativo da criança e a importância da mediação social na aprendizagem.

Contudo, a implementação dessas teorias enfrenta desafios, como a formação continuada de professores, as condições materiais das escolas e as pressões sociais por resultados imediatos. Assim, os resultados reforçam que o ensino da leitura e da escrita na Educação Infantil deve ser planejado de forma intencional, respeitando o desenvolvimento infantil e valorizando as interações sociais como ferramentas fundamentais para a aprendizagem. Com base na revisão bibliográfica, os resultados evidenciam a complementaridade entre as teorias de Piaget e Vygotsky para fundamentar práticas alfabetizadoras coerentes com o desenvolvimento infantil.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo evidenciou que as contribuições de Piaget e Vygotsky fornecem fundamentos essenciais para uma alfabetização que respeite as características

cognitivas e sociais das crianças. A alfabetização deve ser acompanhada do letramento, garantindo que a criança vivencie situações reais de uso da escrita, e não apenas a aprendizagem mecânica do código.

A análise das teorias mostrou que a aprendizagem da leitura e da escrita é um processo ativo, no qual a criança constrói conhecimento a partir de interações com o meio e com outras pessoas. Piaget defende que o aprendizado ocorre em estágios, sendo necessário respeitar o ritmo da criança e oferecer desafios compatíveis com suas estruturas cognitivas em formação. Vygotsky argumenta que a aprendizagem precede o desenvolvimento e é potencializada pela interação social, sendo a mediação pedagógica essencial para que a criança alcance novos níveis de competência.

Para a prática docente, recomenda-se que os professores desenvolvam propostas pedagógicas que combinem experiências individuais e coletivas, valorizando o brincar, a exploração e o diálogo como estratégias de aprendizagem. Essas recomendações estão em consonância com a BNCC (2018) e DCNEI (2009), que atribuem ao professor o papel de mediador e organizador de experiências, reconhecendo a criança como protagonista de seu processo de aprendizagem.

A teoria histórico-cultural possibilita ao professor entender que a aprendizagem escolar é essencial para o desenvolvimento das funções psicológicas superiores, devendo ser organizada de forma intencional. A formação continuada dos educadores é indispensável para que possam compreender e aplicar os conceitos dessas teorias em sala de aula, planejando atividades alinhadas ao desenvolvimento infantil.

Além disso, políticas públicas devem garantir condições adequadas de trabalho, materiais pedagógicos diversificados e oportunidades de formação para os professores. A análise das teorias de Piaget e Vygotsky é fundamental para a construção de políticas e práticas educacionais que respeitem o desenvolvimento infantil. Tais ações contribuem para a efetivação de práticas alfabetizadoras consistentes e para a melhoria da qualidade da Educação Infantil. Como perspectiva para pesquisas futuras, recomenda-se a realização de estudos empíricos que avaliem, na prática, os efeitos das estratégias pedagógicas baseadas nas teorias de Piaget e Vygotsky na alfabetização infantil. Esses estudos podem auxiliar na identificação das melhores práticas e contribuir para aprimorar as metodologias de ensino, favorecendo assim um aprendizado significativo e alinhado às necessidades cognitivas e sociais.

REFERÊNCIAS

- BRASIL. Ministério da Educação. **BNCC - Base Nacional Comum Curricular.** Brasília, DF: MEC, 2018. Disponível em: https://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal_sit_e.pdf. Acesso em: out. 2025.
- BRASIL. Ministério da Educação. Conselho Nacional de Educação. Câmara de Educação Básica. Resolução CNE/CEB nº 5, de 17 de dezembro de 2009. Fixa as **DCNEI - Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Infantil.** Brasília, DF: MEC, 2009. Disponível em: https://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=2298-rcbe005-09&category_slug=dezembro-2009-pdf&Itemid=30192. Acesso em: out. 2025.
- CORREA, C. R. G. L. **A relação entre desenvolvimento humano e aprendizagem: perspectivas teóricas.** Psicologia Escolar e Educacional, São Paulo, v. 21, n. 3, p. 379-386, set./dez. 2017. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/pee/a/yZmjRzBCCsdJXWQ37ZLtt9M/>. Acesso em: out. 2025.
- FERREIRO, E; TEBEROSKY, A. **Psicogênese da língua escrita.** 1. ed. Porto Alegre: Artmed, 1999.
- GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa.** 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.
- JÓFILI, Z. **Educação: Teorias e Práticas Piaget, Vygotsky, Freire e a construção do conhecimento na escola.** Educação: Teorias e Práticas, Recife, v. 2, n. 2, p. 191-208, dez. 2002. Disponível em: <https://www.maxwell.vrac.puc-rio.br/7560/7560.PDF>. Acesso em: out. 2025.
- LAKATOS, E. M; MARCONI, M de A. **Fundamentos de metodologia científica.** 8. ed. São Paulo: Atlas, 2017.
- PIAGET, J. **O julgamento moral na criança.** 1. ed. São Paulo: Mestre Jou, 1977.
- SOARES, M. **Letramento: um tema em três gêneros.** 3. ed. Belo Horizonte: Autêntica, 2012.
- SOUZA, L. Q de; ANDRADE, L. R. F de. **Aprendizagem da criança no processo de alfabetização e letramento.** REPAN, [S. l.], v. 1, n. 1, p. 22-33, 2024. Disponível em: <http://www.repan.periodikos.com.br/article/668c710ca953952033697173>. Acesso em: out. 2025.
- SOUZA, M de; CARVALHO, D. C de. **A linguagem e a construção do real pela criança: contrapontos entre Lev S. Vygotsky e Jean Piaget.** Olhar de Professor, Ponta Grossa, v. 23, p. 1-15, 2020. Disponível em: https://revistas_uepg_br/index.php/olhardeprofessor/article/view/15176/209209215865. Acesso em: out. 2025.
- VYGOTSKY, L. **A formação social da mente: o desenvolvimento dos processos psicológicos superiores.** 4. ed. São Paulo: Martins Fontes, 1991.

INTEGRAÇÃO DA ASTRONOMIA NO ENSINO MÉDIO: BNCC E O POTENCIAL PEDAGÓGICO DOS CANAIS NERDOLOGIA, SPACE TODAY E CIÊNCIA TODO DIA DO YOUTUBE

Jander Abrita de Carvalho¹
Leonardo Moraes Armesto²

RESUMO: Este estudo investiga a inserção da Astronomia no Ensino Médio brasileiro à luz das diretrizes da Base Nacional Comum Curricular (BNCC), com foco no potencial pedagógico de três canais de divulgação científica no YouTube — Nerdologia, *Space Today* e Ciência Todo Dia. A pesquisa segue abordagem qualitativa e documental, combinando revisão bibliográfica, análise do texto normativo da BNCC e avaliação crítica de conteúdos audiovisuais. A análise partiu do mapeamento das competências e habilidades relacionadas à Astronomia no componente de Ciências da Natureza, identificando pontos de convergência com temáticas exploradas nos canais estudados. Em seguida, foram elaborados quadros comparativos que relacionam habilidades específicas da BNCC a vídeos selecionados, evidenciando como diferentes formatos narrativos e estratégias comunicacionais podem apoiar o desenvolvimento de capacidades como a interpretação de fenômenos em múltiplas escalas, a argumentação baseada em evidências e a modelagem de processos astronômicos. Os resultados revelam que, embora a Astronomia esteja formalmente prevista no currículo, sua implementação prática encontra barreiras significativas, como lacunas na formação inicial e continuada de professores, escassez de materiais didáticos atualizados e ausência de diretrizes metodológicas claras. Nesse cenário, o uso mediado de conteúdos digitais pode funcionar como recurso complementar relevante, desde que inserido em propostas pedagógicas estruturadas e integradas a metodologias ativas, como sala de aula invertida, aprendizagem baseada em projetos e resolução de problemas. Conclui-se que a integração estratégica de mídias digitais — especialmente vídeos de divulgação científica — ao ensino da Astronomia potencializa o letramento científico, amplia o engajamento estudantil e contribui para a popularização da ciência, favorecendo uma aprendizagem mais significativa e contextualizada.

PALAVRAS-CHAVE: Astronomia; Ensino Médio; BNCC; Divulgação Científica; YouTube.

ABSTRACT: This study investigates the inclusion of astronomy in Brazilian high schools in light of the guidelines of the National Common Core Curriculum (BNCC), focusing on the pedagogical potential of three science communication channels on YouTube—Nerdologia, *Space Today*, and Ciência Todo Dia. The research follows a qualitative and documentary approach, combining a literature review, analysis of the BNCC normative text, and critical evaluation of audiovisual content. The analysis began with the mapping of competencies and skills related to astronomy in the Natural Sciences component, identifying points of convergence with themes explored in the channels studied. Next, comparative tables were drawn up relating specific BNCC skills to selected videos, highlighting how different narrative formats and communication strategies can support the development of skills such as the interpretation of phenomena on multiple scales, evidence-based argumentation, and the modeling of astronomical processes. The results reveal that, although Astronomy is formally included in the curriculum, its practical implementation faces significant barriers, such as gaps in initial and continuing teacher training, a shortage of up-to-date teaching materials, and a lack of clear methodological guidelines. In this scenario, the mediated use of digital content can serve as a relevant complementary resource, provided that it is incorporated into structured pedagogical proposals and integrated with active methodologies, such as the flipped classroom, project-based learning, and problem solving. It can be concluded that the strategic integration of digital

¹Pós Graduado em Gamificação na Educação e Gestão e Organização da Escola com Ênfase em Supervisão Escolar. E-mail: prof.janderfisica@gmail.com.

²Orientador: Doutor e Mestre em Engenharia, Multigraduado, Multiespecialista e Coordenador Pedagógico de Pós-Graduação e Pesquisa. Orientador e Professor de Trabalhos de Curso. E-mail: leonardo.armesto@faculdadefocus.com.br.

media — especially scientific dissemination videos — into the teaching of astronomy enhances scientific literacy, increases student engagement, and contributes to the popularization of science, promoting more meaningful and contextualized learning.

KEY WORDS: Astronomy; High School; BNCC; Scientific Dissemination; YouTube.

1. INTRODUÇÃO

A Astronomia, uma das ciências mais antigas, conta com registros milenares de observações celestes por civilizações como egípcia, mesopotâmica, chinesa, maia e grega, que a utilizaram para fins agrícolas, marítimos, religiosos e na criação de calendários e instrumentos (Silva; Oliveira, 2022; Kragh, 2019).

Além de organizar a vida social, impulsionou áreas como Matemática e Engenharia, mantendo relevância cultural e filosófica. Mudanças de paradigma, como a transição do geocentrismo para o heliocentrismo, transformaram não apenas a ciência, mas também a visão de mundo (Kuhn, 2017). No cenário educacional atual, a Astronomia estimula curiosidade, pensamento crítico e compreensão de fenômenos naturais complexos, articulando-se a diversas áreas — Física, Química, Geografia, Matemática, História e Filosofia — e abordando temas avançados como relatividade, astrobiologia e cosmologia (Marcelino *et al.*, 2023; Borges; Silva, 2021). A BNCC insere a Astronomia em Ciências da Natureza e suas Tecnologias, prevendo competências como análise de fenômenos em diferentes escalas, argumentação fundamentada e uso de modelos explicativos (BRASIL, 2017), alinhando-se a tendências internacionais (Bybee, 2013; Harlen, 2010).

Apesar disso, sua aplicação no Ensino Médio enfrenta obstáculos: lacunas na formação docente, falta de materiais e infraestrutura e ausência de diretrizes metodológicas claras (Oliveira; Carvalho, 2023; Langhi; Nardi, 2012), resultando em abordagens superficiais e fragmentadas. Plataformas digitais surgem como alternativa para suprir parte dessas carências. O YouTube, em especial, oferece conteúdos acessíveis e atualizados, com canais como Nerdologia, Space Today e Ciência Todo Dia que, cada um a seu modo, combinam rigor científico e linguagem atraente, explorando o conceito de edutainment (Albagli; Pereira; Maciel, 2022; Mendes; Gonzaga; Moura, 2019). Este estudo analisa como esses canais podem ser incorporados ao ensino de Astronomia, alinhados à BNCC e mediados pedagogicamente, de modo a favorecer práticas de aprendizagem ativa, letramento científico e formação crítica.

2. DESENVOLVIMENTO

2.1 Competências e habilidades da BNCC para Astronomia

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC), documento normativo que orienta

os currículos da Educação Básica brasileira, estabelece que as Ciências da Natureza devem promover a compreensão do mundo natural e tecnológico por meio da investigação, da análise crítica de informações e da aplicação de modelos explicativos (BRASIL, 2017). Nesse contexto, a Astronomia é inserida como conteúdo estruturante, articulando conceitos da Física, Química, Geografia e Matemática com uma perspectiva histórica e cultural da ciência.

No Ensino Médio, a BNCC vincula a Astronomia a eixos que vão desde a observação e descrição de fenômenos celestes — como fases da Lua e eclipses — até a análise de teorias cosmológicas, como o *Big Bang* e a expansão do universo. As competências gerais que dialogam diretamente com a Astronomia incluem:

- Interpretação de fenômenos naturais em diferentes escalas temporais e espaciais;
- Análise crítica de evidências científicas para formular argumentos;
- Aplicação de conceitos e modelos científicos para explicar fenômenos observados.

Além dessas competências, destacam-se habilidades específicas, como:

- EM13CNT201 – Analisar modelos históricos e contemporâneos para explicar fenômenos astronômicos;
- EM13CNT204 – Explicar o movimento da Terra e de outros corpos celestes com base nas interações gravitacionais;
- EM13CNT205 – Avaliar criticamente interpretações científicas, considerando limites e incertezas;
- EM13CNT301 – Discutir teorias sobre a origem e evolução do universo.

Apesar de sua relevância, a BNCC não define metodologias obrigatórias para o ensino de Astronomia, deixando espaço para que redes de ensino e professores escolham estratégias adequadas ao perfil de seus estudantes. Essa flexibilidade abre possibilidades para inovações didáticas, mas, conforme apontam Oliveira e Carvalho (2023), também pode gerar lacunas quando não há suporte institucional nem formação docente especializada.

2.2 Desafios estruturais e pedagógicos

A presença da Astronomia nos documentos oficiais contrasta com a realidade de muitas escolas brasileiras. Estudos de Silva e Oliveira (2022) e Marcelino *et al.*, (2023) indicam que a ausência de infraestrutura adequada — como telescópios, softwares de simulação e espaços de observação — compromete a vivência prática e

investigativa da disciplina. Em muitos casos, o ensino de Astronomia resume-se a aulas expositivas apoiadas em livros didáticos, com pouca exploração de recursos visuais e experiências concretas.

Outro desafio é a formação docente. Professores de Física, tradicionalmente responsáveis por ministrar conteúdos astronômicos, frequentemente não tiveram disciplinas específicas na graduação ou receberam formação superficial na área (Langhi; Nardi, 2012). Essa lacuna contribui para insegurança e limitações na abordagem dos conteúdos, que acabam concentrados em eventos pontuais, como eclipses ou datas comemorativas, sem integração ao currículo anual.

Os livros didáticos, por sua vez, ainda apresentam conteúdos astronômicos de forma fragmentada, muitas vezes em capítulos isolados que não dialogam com Geografia, História da Ciência ou Filosofia (Oliveira; Carvalho, 2023). Esse isolamento dificulta a compreensão interdisciplinar e reduz as oportunidades de contextualização social, cultural e histórica da Astronomia.

2.3 Divulgação científica digital como recurso educativo

O cenário educacional contemporâneo encontra-se imerso em uma ecologia midiática marcada pela onipresença da cultura digital, na qual os estudantes não apenas consomem conteúdo, mas também o produzem e compartilham em redes sociais e plataformas de streaming. Ferramentas como YouTube, TikTok, Instagram Reels e podcasts científicos transformaram a lógica tradicional de acesso à informação, tornando o conhecimento mais fragmentado, multimodal e sob demanda (Buckingham, 2015).

O YouTube, em especial, destaca-se pela capacidade de integrar diferentes linguagens — textual, visual e sonora — em um mesmo recurso didático. Combinando imagens de alta resolução, simulações computacionais, animações, infográficos dinâmicos e narrações envolventes, a plataforma permite traduzir conceitos científicos complexos para formatos atrativos e de fácil assimilação (Albagli; Pereira; Maciel, 2022). Essa característica é particularmente relevante para o ensino da Astronomia, que se beneficia de recursos visuais para explicar fenômenos de grande escala, como a formação de galáxias, ou de eventos efêmeros, como eclipses e trânsitos planetários.

No contexto brasileiro, canais como Nerdologia, Space Today e Ciência Todo Dia conquistaram milhões de visualizações e fidelizaram um público heterogêneo, formado majoritariamente por adolescentes e jovens adultos. Esse alcance demonstra não apenas o apelo das narrativas científicas audiovisuais, mas também a possibilidade de as inserir estratégicamente no planejamento escolar como

ferramentas complementares ao currículo formal.

Estudos sobre edutainment — conceito que resulta da fusão dos termos *education* e *entertainment* — evidenciam que a associação entre diversão e aprendizado favorece tanto a motivação intrínseca quanto a retenção de conteúdos (Mendes; Gonzaga; Moura, 2019; Falk *et al.*, 2018). Ao trabalhar com vídeos que unem rigor científico e apelo narrativo, o professor pode criar um ambiente de aprendizagem mais engajador e menos centrado na exposição verbal tradicional.

Entretanto, para que esses recursos cumpram seu potencial formativo, é necessária uma mediação pedagógica intencional e crítica. Isso significa que o docente deve contextualizar o material antes da exibição, direcionar a atenção dos estudantes para aspectos-chave, propor atividades investigativas posteriores e incentivar a análise crítica das informações. Sem essa curadoria e condução, existe o risco de o consumo ser passivo, superficial e até suscetível a interpretações equivocadas.

2.4 Análise dos canais de divulgação científica

A eficácia da integração entre divulgação científica e currículo escolar depende não apenas da qualidade intrínseca do conteúdo, mas também do modo como ele é incorporado às práticas pedagógicas. Conforme defendem Lima *et al.*, (2022) e Costa Jr *et al.*, (2018), recursos digitais ganham potência quando articulados a metodologias ativas, que colocam o estudante como protagonista do processo de aprendizagem. Entre as mais adequadas para o uso de vídeos científicos, destacam-se:

- Sala de aula invertida (*flipped classroom*): nessa abordagem, o vídeo é disponibilizado para visualização prévia, liberando o tempo presencial para a resolução de dúvidas, discussões em grupo, experimentos e simulações. Isso permite aprofundar o conteúdo e adaptá-lo ao ritmo da turma.
- Aprendizagem baseada em projetos (ABP): o conteúdo dos vídeos funciona como disparador para investigações interdisciplinares que envolvem pesquisa bibliográfica, experimentação e comunicação dos resultados. No ensino de Astronomia, por exemplo, um vídeo sobre exoplanetas pode originar um projeto de modelagem de sistemas planetários em escala reduzida.
- Resolução de problemas: nessa metodologia, os conceitos apresentados nos vídeos são aplicados à resolução de desafios reais ou simulados. Um vídeo sobre mecânica orbital pode servir de base para que os estudantes calculem a trajetória de um satélite hipotético.

Cada canal de divulgação científica analisado neste estudo apresenta

características específicas que dialogam com competências e habilidades distintas da BNCC:

- *Space Today*: indicado para aprofundamento conceitual e atualização científica, trazendo o “estado da arte” das descobertas astronômicas. A linguagem técnica requer preparação prévia, mas pode ser um recurso de alto valor para EM13CNT204 e EM13CNT209.
- Nerdologia: ideal para despertar o interesse inicial, aproximando temas científicos de referências culturais já familiares aos estudantes, o que favorece a contextualização e o pensamento crítico. É particularmente útil para EM13CNT201 e EM13CNT205.
- Ciência Todo Dia: combina clareza conceitual e recursos gráficos para introduzir ou consolidar conceitos complexos, sendo eficiente para temas ligados a EM13CNT201 e EM13CNT204.

Essas análises preliminares são detalhadas nos quadros comparativos apresentados na sequência, os quais relacionam diretamente as competências e habilidades da BNCC com exemplos concretos de vídeos de cada canal, indicando também possibilidades de aplicação pedagógica.

Dessa forma, a análise dos canais de divulgação científica permite identificar convergências entre suas características e as competências e habilidades previstas na BNCC, especialmente no que se refere à interpretação de fenômenos, à argumentação fundamentada e à construção de modelos explicativos. Essa síntese abre caminho para a avaliação de seu potencial pedagógico, apresentada na seção seguinte, na qual são discutidos os resultados dessa articulação entre mídias digitais e ensino formal de Astronomia.

2.4.1 Quadro comparativo BNCC ↔ *Space Today*

O *Space Today*, criado por Sérgio Sacani, destaca-se pelo rigor conceitual e pela atualização constante de informações. Seu conteúdo é pautado em artigos científicos recentes, comunicados de agências espaciais e observatórios internacionais. Com vídeos que exploram desde eventos astronômicos pontuais até temas de fronteira da cosmologia, o canal é especialmente útil para habilidades que envolvem análise de fenômenos e aplicação de modelos científicos.

Quadro 1 - Comparativo BNCC ↔ *Space Today*

| Competência/Habilidade BNCC | Vídeo do <i>Space Today</i> (título e data) | Potencial aplicação pedagógica |
|-----------------------------|---------------------------------------------|--------------------------------|
|-----------------------------|---------------------------------------------|--------------------------------|

| | | |
|-----------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|
| EM13CNT201 – Analisar interação Sol-Terra-Lua | “Por Que Não Temos Eclipse Todo Mês?” | Estudo de eclipses com simulações e análise de imagens reais |
| EM13CNT202 – Explicar movimento dos planetas | “Que Tal Plutão Voltar a Ser Planeta?” | Discussão de modelos astronômicos e classificação de corpos celestes |
| EM13CNT301 – Discutir origem e evolução do Universo | “O que Aconteceu Antes do Big Bang? Veja a Resposta de Stephen Hawking” | Debate em sala de aula sobre cosmologia e fronteiras do conhecimento científico. |

Fonte: Adaptado de BRASIL (2017) e Space Today (2017-2025)

2.4.2 Quadro comparativo BNCC ↔ Nerdologia

O Nerdologia, criado por Átila Iamarino e Filipe Figueiredo, diferencia-se pelo uso de elementos da cultura pop — filmes, séries, quadrinhos e games — como ponto de partida para explicar conceitos científicos. Essa estratégia aproxima a ciência do repertório cultural dos estudantes e estimula a argumentação crítica, especialmente quando se confronta ficção e evidências científicas.

Quadro 2 - Comparativo BNCC ↔ Nerdologia

| Competência/Habilidade BNCC | Vídeo do Nerdologia(título e data) | Potencial aplicação pedagógica |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|
| EM13CNT202 – Explicar movimento dos planetas | “Gravidade” | Modelagem matemática da gravitação e relação com órbitas planetárias |
| EM13CNT301 – Discutir origem e evolução do Universo | “O começo de tudo?” | Histórico das evidências do modelo do <i>Big Bang</i> |
| EM13CNT203 – Interpretar representações gráficas | “A revolução das medidas?” | Evolução das unidades de medidas e suas grandezas físicas. |

Fonte: Adaptado de BRASIL (2017) e Nerdologia (2021-2022)

2.4.3 Quadro comparativo BNCC ↔ Ciência Todo Dia

O Ciência Todo Dia, criado por Pedro Loos, apostava em animações e metáforas visuais para explicar conceitos abstratos da Física e da Astronomia. Sua linguagem é clara, visualmente estimulante e adequada a diferentes níveis de compreensão, o que favorece a inclusão de estudantes com diferentes ritmos de aprendizagem.

Quadro 3 - Comparativo BNCC ↔ Ciência Todo Dia

| Competência/Habilidade BNCC | Vídeo do Ciência Todo Dia (título e data) | Potencial aplicação pedagógica |
|-----------------------------------------------------|-------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|
| EM13CNT301 – Discutir origem e evolução do Universo | “Para ONDE o UNIVERSO está EXPANDINDO?” | Análise de modelos cosmológicos e debate interdisciplinar com filosofia |
| EM13CNT203 – Interpretar representações gráficas | “A Relatividade Geral Explicada” | Simulação com aplicativos que demonstram dilatação temporal |

EM13CNT201 – Analisar interação Sol-Terra-Lua

“E Se a Terra Parasse de Girar?”

Estudo de consequências físicas e biológicas com base em evidências científicas

Fonte: Adaptado de BRASIL (2017) e Ciência Todo Dia (2021-2022)

Dessa forma, a análise dos canais de divulgação científica permite identificar convergências entre suas características e as competências e habilidades previstas na BNCC, especialmente no que se refere à interpretação de fenômenos, à argumentação fundamentada e à construção de modelos explicativos. Essa síntese abre caminho para a avaliação de seu potencial pedagógico, apresentada na seção seguinte, na qual são discutidos os resultados dessa articulação entre mídias digitais e ensino formal de Astronomia.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

Este trabalho caracteriza-se como uma pesquisa qualitativa de caráter exploratório e bibliográfico, fundamentada na análise de artigos científicos, documentos oficiais e materiais de divulgação científica em plataformas digitais. O objetivo central foi investigar como a Astronomia, enquanto conteúdo previsto pela Base Nacional Comum Curricular (BNCC), pode ser potencializada no Ensino Médio por meio do uso pedagógico de canais de divulgação científica no YouTube.

A escolha pela abordagem qualitativa deve-se ao fato de que ela possibilita interpretar fenômenos educacionais em suas dimensões sociais, culturais e discursivas, sem a necessidade de quantificação numérica, mas priorizando a compreensão e interpretação crítica dos dados.

O levantamento bibliográfico contemplou artigos acadêmicos nacionais e internacionais, além de textos oficiais, como a própria BNCC. Foram selecionados materiais que discutem tanto a inserção da Astronomia no currículo escolar quanto o papel das tecnologias digitais e mídias audiovisuais no processo de ensino-aprendizagem. O critério de inclusão foi a relevância para os seguintes eixos:

1. Ensino de Astronomia no contexto da BNCC;
2. Estratégias pedagógicas mediadas por tecnologias digitais;
3. Potencial dos canais de divulgação científica na formação do pensamento crítico.

Além da literatura acadêmica, o estudo realizou uma análise de conteúdo de três canais de divulgação científica no YouTube: Nerdologia, Space Today e Ciência Todo Dia. A análise considerou aspectos como:

- Linguagem utilizada;
- Recursos audiovisuais;
- Natureza dos temas abordados;
- Potenciais articulações com competências e habilidades previstas na BNCC.

A triangulação entre bibliografia especializada, documentos normativos e análise dos canais buscou conferir robustez teórica ao estudo, além de assegurar coerência metodológica entre os objetivos da pesquisa e as estratégias empregadas.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise qualitativa revelou que os canais Space Today, Nerdologia e Ciência Todo Dia apresentam potencial expressivo para a integração curricular no Ensino Médio, especialmente no ensino de Astronomia, ainda que cada um deles possua limitações e especificidades que exigem mediação docente criteriosa. O Quadro 4 sintetiza essas potencialidades, mas a análise interpretativa permite observar de forma mais aprofundada suas contribuições e limites pedagógicos.

Quadro 4 - Comparativo entre canais

| Canal | Potencialidades | Limitações | Habilidades BNCC |
|------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|
| Space Today | Conteúdo atual e rigor científico; abordagem detalhada de fenômenos e missões espaciais; uso de fontes confiáveis (NASA, ESA, artigos revisados por pares). | Linguagem técnica; vídeos extensos que podem exigir recortes; necessidade de preparação prévia dos alunos. | EM13CNT201, EM13CNT204, EM13CNT301 |
| Nerdologia | Integração com cultura pop; linguagem acessível; alto potencial de engajamento inicial; estimula pensamento crítico. | Alguns temas superficiais para objetivos mais técnicos; risco de foco excessivo na narrativa. | EM13CNT202, EM13CNT205, EM13CNT301 |
| Ciência Todo Dia | Uso de analogias e recursos gráficos; clareza conceitual; favorece a compreensão de conceitos abstratos; estimula interdisciplinaridade. | Menor frequência de vídeos sobre Astronomia; alguns episódios mais reflexivos que factuais. | EM13CNT201, EM13CNT203, EM13CNT301 |

Fonte: Elaboração própria a partir de BRASIL (2017), Mendes *et al.*, (2019), Albagli *et al.*, (2022), Lima *et al.*, (2022) e Monteiro (2023)

4.1 Space Today: aprofundamento e atualização científica

Conforme sintetizado no Quadro 4, o Space Today destaca-se pelo rigor científico e pela atualização constante de seus conteúdos configuram-no como um canal relevante para o aprofundamento conceitual e a aproximação dos estudantes com o estado da arte da Astronomia. Seus vídeos abordam descobertas recentes, como a detecção de exoplanetas, a cosmologia observational e os avanços oriundos do telescópio James Webb. Essa característica dialoga diretamente com as

habilidades EM13CNT201, EM13CNT204 e EM13CNT301 da BNCC, pois favorece a compreensão de fenômenos celestes e a reflexão sobre a origem e evolução do universo (BRASIL, 2017). Entretanto, a linguagem técnica e o detalhamento elevado podem gerar sobrecarga cognitiva em alunos com menor repertório prévio, conforme discutido por Sweller (2011) na Teoria da Carga Cognitiva. Nesse sentido, a função do professor como mediador é essencial, cabendo-lhe selecionar trechos específicos, preparar atividades introdutórias e estimular debates que facilitem a apropriação conceitual. Tal mediação é corroborada por Lima *et al.*, (2022), que defendem o uso de vídeos científicos como estratégia de estímulo ao pensamento crítico, desde que integrados a sequências didáticas contextualizadas.

4.2 Nerdologia: ponte cultural e engajamento inicial

No caso do Nerdologia, observa-se, a partir do Quadro 4, que o canal se apresenta como ponte entre a cultura pop e a ciência, favorecendo o engajamento inicial dos estudantes por meio da associação de filmes, séries, quadrinhos e jogos eletrônicos com conceitos astronômicos. Essa estratégia reforça o princípio da aprendizagem significativa defendido por Ausubel (2003), segundo o qual, novos conceitos são assimilados de forma mais efetiva quando conectados ao repertório cultural prévio do aprendiz. Alinhado às habilidades EM13CNT202 e EM13CNT205, o canal instiga a análise crítica de fenômenos físicos representados na ficção, como viagens interestelares e buracos de minhoca, possibilitando que o estudante diferencie ficção científica de conhecimento científico validado. Todavia, como indicam Mendes, Gonzaga e Moura (2019), o risco reside na superficialidade de alguns episódios, em que a narrativa envolvente sobrepõe-se à densidade conceitual. Essa constatação reforça a necessidade de curadoria docente, de modo a selecionar episódios que conciliem entretenimento e rigor, complementando-os com leituras ou atividades experimentais. Nesse ponto, Goulart (2019) lembra que a popularização científica só se torna recurso pedagógico efetivo quando mediada criticamente, evitando a passividade e promovendo investigação ativa em sala de aula.

4.3 Ciência Todo Dia: clareza conceitual e visualização de fenômenos

Já o Ciência Todo Dia, conforme destacado no Quadro 4, por sua vez, ganha destaque pelo equilíbrio entre clareza conceitual e fundamentação teórica, utilizando animações, analogias visuais e metáforas como recursos didáticos. Essa característica favorece a compreensão de conceitos abstratos, como a relatividade geral e a curvatura do espaço-tempo, em consonância com as habilidades EM13CNT201, EM13CNT203 e EM13CNT301 da BNCC.

A utilização de recursos gráficos reforça o que Mayer (2009) denomina de “aprendizagem multimídia”, segundo a qual a integração de palavras e imagens potencializa a construção de representações mentais. Apesar dessa vantagem, a menor frequência de vídeos voltados especificamente à Astronomia limita seu uso como fonte exclusiva, exigindo complementação com materiais de outros canais ou de bibliografia especializada. Monteiro (2023) enfatiza que a associação desse tipo de recurso às metodologias ativas, como sala de aula invertida e aprendizagem baseada em projetos, amplia o protagonismo estudantil, estimulando a formulação de hipóteses e a autonomia investigativa.

Dessa forma, considerando os diferentes enfoques apresentados, pode-se integrar os resultados em uma análise conjunta: o Space Today fortalece o aprofundamento conceitual; o Nerdologia desperta a curiosidade inicial e promove conexões culturais; e o Ciência Todo Dia contribui para a clareza e visualização de fenômenos abstratos. Essa análise evidencia que os canais não devem ser utilizados de forma isolada ou acrítica, mas integrados em propostas pedagógicas planejadas, de modo a combinar engajamento, rigor científico e metodologias inovadoras. Essa perspectiva vai ao encontro de Albagli, Pereira e Maciel (2022), que defendem o uso estratégico da divulgação científica digital como recurso complementar capaz de transformar a prática docente e aproximar os estudantes da cultura científica contemporânea.

Dessa forma, os resultados e discussão apresentados nesta seção evidenciam que os três canais analisados não apenas possuem potencialidades pedagógicas distintas, mas também complementares, cuja utilização estratégica pode enriquecer o ensino de Astronomia no Ensino Médio, em consonância com as diretrizes da BNCC.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presente investigação evidenciou que a inserção da Astronomia no Ensino Médio brasileiro, embora contemplada na Base Nacional Comum Curricular (BNCC), enfrenta desafios estruturais, pedagógicos e formativos que dificultam sua efetiva implementação de forma contínua e interdisciplinar. Entre os principais entraves estão a formação docente insuficiente na área, especialmente no que se refere à integração da Astronomia com outras disciplinas das Ciências da Natureza, além da escassez de recursos didáticos especializados, tanto físicos (telescópios, laboratórios) quanto digitais (softwares de simulação, bancos de dados astronômicos), bem como a falta de diretrizes metodológicas claras que orientem práticas interdisciplinares e projetos investigativos no contexto escolar.

Essas lacunas corroboram o que apontam Langhi e Nardi (2012) e Oliveira e Carvalho (2023), ao destacarem que a mera inclusão de conteúdos astronômicos nos documentos oficiais não garante sua apropriação efetiva no cotidiano escolar. É necessário um esforço coordenado entre políticas públicas, formação docente e inovação pedagógica.

Neste cenário, os canais *Space Today*, *Nerdologia* e *Ciência Todo Dia* emergem como ferramentas potencialmente estratégicas para o ensino de Astronomia, cada um trazendo contribuições específicas, tais como: O *Space Today* aproxima os estudantes do estado da arte da ciência astronômica, incentivando o contato com pesquisas e descobertas recentes; o *Nerdologia* atua como ponte entre o conhecimento científico e a cultura pop, favorecendo a motivação inicial e a aprendizagem significativa; e o *Ciência Todo Dia* apresenta conceitos complexos de forma visual e acessível, favorecendo a compreensão de fenômenos abstratos.

A análise cruzada com a BNCC demonstrou que, quando utilizados com mediação pedagógica intencional, esses recursos digitais podem favorecer o desenvolvimento de competências como o letramento científico, a argumentação baseada em evidências e a capacidade de resolver problemas complexos. Para maximizar o potencial dessas mídias, recomenda-se que professores adotem práticas como a seleção criteriosa de conteúdos digitais, considerando objetivos de aprendizagem e perfil da turma, bem como a elaboração de roteiros de análise e atividades complementares, que estimulem a reflexão crítica e a aplicação prática dos conceitos, a integração com metodologias ativas, como sala de aula invertida (Bergmann; Sams, 2012), aprendizagem baseada em projetos (Bender, 2014) e resolução colaborativa de problemas, além do uso combinado de recursos digitais e experiências presenciais, como observações astronômicas orientadas, visitas a planetários e oficinas de simulação computacional.

Além do uso pedagógico, é fundamental que as escolas e redes de ensino implementem políticas institucionais de incentivo, garantindo infraestrutura tecnológica, acesso à internet de qualidade e programas de formação continuada voltados para a utilização crítica de mídias digitais no ensino de Ciências.

Conclui-se que a articulação entre currículo, mídias digitais e metodologias inovadoras não apenas fortalece o ensino de Astronomia, mas também contribui para a formação de cidadãos capazes de compreender e avaliar questões científicas contemporâneas — desde debates sobre exploração espacial até problemáticas ambientais globais. Por fim, recomenda-se que pesquisas futuras explorem estudos de caso em escolas, analisando o impacto da integração de canais de divulgação

científica no desempenho e na motivação dos estudantes, bem como investigações longitudinais que permitam avaliar os efeitos dessa abordagem no desenvolvimento do pensamento científico ao longo do tempo.

REFERÊNCIAS

ALBAGLI, S; PEREIRA, P. L; MACIEL, M. L. S. **Breve panorama da divulgação científica brasileira no YouTube e nos podcasts**. Brasília: IBICT, 2022.

AUSUBEL, D. P. **Educational Psychology: A Cognitive View**. New York: Holt, Rinehart and Winston, 1968.

BENDER, W. N. **Project-Based Learning: Differentiating Instruction for the 21st Century**. Thousand Oaks, CA: Corwin Press, 2014.

BERGMANN, J; SAMS, A. **Flip Your Classroom: Reach Every Student in Every Class Every Day**. Washington, DC: International Society for Technology in Education, 2012.

BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília: Ministério da Educação, 2017. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/>. Acesso em: ago. 2025.

CIÊNCIA TODO DIA. **Para onde o universo está expandindo?** YouTube, data aproximada: 2 anos atrás ≈ 2023. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=lHuCHeP4EHU>. Acesso em: ago. 2025.

CIÊNCIA TODO DIA. **A Relatividade Geral Explicada**. YouTube, há aproximadamente 4 anos ≈ 2021. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=jYlr3G9yB8s>. Acesso em: ago. 2025.

CIÊNCIA TODO DIA. **E se a Terra parasse de girar?** YouTube, junho de 2018. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=8C5BwDR8Npl>. Acesso em: ago. 2025.

COSTA JUNIOR, E. **Divulgação e ensino de Astronomia e Física por meio de abordagens informais**. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 40, n. 4, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1590/1806-9126-RBEF-2018-0051>.

KUHN, T. S. **A Estrutura das Revoluções Científicas**. 10. ed. São Paulo: Perspectiva, 2011. Tradução de Beatriz Vianna Boeira e Nelson Boeira. Disponível em: <https://plato.stanford.edu/entries/thomas-kuhn/>. Acesso em: ago. 2025.

LIMA, M. C.; SANTOS, F. R.; MARTINS, D. B. M. **Mídias digitais na formação crítica e no desenvolvimento de competências cognitivas no ensino de Ciências**. Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia, n. 30, p. 83-102, 2022.

MARCELINO, W. H. C. A Astronomia nos currículos brasileiros atuais: da BNCC ao currículo do Ensino Médio potiguar. **Anais do Congresso Nacional de Educação – CONEDU**, 2023.

MAYER, R. E. **Multimedia Learning**. 2. ed. New York: Cambridge University Press, 2009. Disponível em: <https://doi.org/10.1017/CBO9780511811678>. Acesso em: ago. 2025.

MENDES, L. H. R; GONZAGA, E. P; MOURA, S. V. O. **Análise do canal Nerdologia: um modelo de edutainment no YouTube.** Revista de Ensino de Ciências e Matemática – REEnCiMa, v. 10, n. 6, p. 39-55, 2019.

MONTEIRO, C. M. S. **A aprendizagem com entretenimento: uma análise do uso de vídeos educacionais no Ensino Médio.** Revista de Educação e Cultura Contemporânea, v. 20, n. 54, p. 93-108, 2023.

NERDOLOGIA. **Gravidade!** YouTube, 7 nov. 2013. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=CcM4eEE4R0Q>. Acesso em: ago. 2025.

NERDOLOGIA. **O começo de tudo.** YouTube, 16 jan. 2014. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=owzsDqyRc0Q>. Acesso em: ago. 2025.

NERDOLOGIA. **A revolução das medidas.** YouTube, 30 out. 2014. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=Qwq1b8S3vFI>. Acesso em: ago. 2025.

OLIVEIRA, J. R; CARVALHO, C. H. **A BNCC e o ensino de Astronomia: uma análise crítica das propostas curriculares do Ensino Médio.** Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia, n. 29, p. 35-49, 2023.

SILVA, A. P; OLIVEIRA, A. M. **A importância da Astronomia para o letramento científico e o ensino de Ciências.** Revista de Educação, Ciência e Cultura, v. 19, n. 1, p. 56-72, 2022.

SPACE TODAY. **Por que não temos eclipse todo mês?** YouTube, 21 ago. 2017. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=UvsvGKnw1kl>. Acesso em: ago. 2025.

SPACE TODAY. **Que tal Plutão voltar a ser planeta?** YouTube, 2018. Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=luF5Kx_oRbY. Acesso em: ago. 2025.

SPACE TODAY. **O que aconteceu antes do Big Bang? Veja a resposta de Stephen Hawking.** YouTube, 2018. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=eIV0RmR9zEY>. Acesso em: ago. 2025.

SWELLER, J; AYRES, P; KALYUGA, S. **Cognitive Load Theory.** New York: Springer, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/978-1-4419-8126-4>. Acesso em: ago. 2025.

POTENCIAL TERAPÊUTICO DO GÊNERO ERYTHRINA: UMA REVISÃO INTEGRATIVA SOBRE PROPRIEDADES ANSIOLÍTICAS, SEDATIVAS E ANTICONVULSIVANTES

Luan Antônio dos Santos Cabral¹

RESUMO: As plantas medicinais constituem uma fonte relevante de compostos bioativos com potencial terapêutico para o tratamento de transtornos neuropsiquiátricos, como a ansiedade, cuja prevalência vem aumentando mundialmente. O gênero *Erythrina*, da família Fabaceae, é amplamente utilizado na medicina popular brasileira, especialmente na região Nordeste, devido às suas propriedades ansiolíticas, sedativas e anticonvulsivantes. Estudos apontam que espécies desse gênero contêm alcaloides, flavonoides e isoflavonas, que atuam sobre o sistema nervoso central, principalmente pela modulação dos receptores GABAérgicos, promovendo efeitos ansiolíticos, sedativos e neuroprotetores em modelos pré-clínicos. Apesar dos relatos tradicionais e das evidências experimentais, ainda há lacunas significativas em relação à validação clínica e segurança do uso terapêutico da planta, em virtude da ausência de ensaios clínicos controlados e estudos toxicológicos aprofundados. Além disso, a variabilidade química dos extratos, influenciada por fatores ambientais e métodos de preparo, dificulta a padronização e compromete a eficácia dos fitoterápicos derivados. Portanto, conclui-se que o gênero *Erythrina* possui potencial promissor para o desenvolvimento de tratamentos fitoterápicos para transtornos ansiosos, desde que sejam realizados estudos clínicos rigorosos, padronização dos extratos e regulamentação adequada para garantir a segurança e eficácia do seu uso.

PALAVRAS-CHAVE: *Erythrina*; fitoterápicos; mulungu.

ABSTRACT: Medicinal plants constitute a relevant source of bioactive compounds with therapeutic potential for the treatment of neuropsychiatric disorders, such as anxiety, whose prevalence is increasing worldwide. The genus *Erythrina*, of the Fabaceae family, is widely used in Brazilian folk medicine, especially in the Northeast region, due to its anxiolytic, sedative, and anticonvulsant properties. Studies indicate that species of this genus contain alkaloids, flavonoids, and isoflavones, which act on the central nervous system, primarily by modulating GABAergic receptors, promoting anxiolytic, sedative, and neuroprotective effects in preclinical models. Despite traditional reports and experimental evidence, there are still significant gaps regarding the clinical validation and safety of the plant's therapeutic use, due to the lack of controlled clinical trials and in-depth toxicological studies. Furthermore, the chemical variability of extracts, influenced by environmental factors and preparation methods, hinders standardization and compromises the efficacy of derived herbal medicines. Therefore, it is concluded that the genus *Erythrina* has promising potential for the development of herbal treatments for anxiety disorders, provided that rigorous clinical studies are carried out, extracts are standardized, and adequate regulations are in place to ensure the safety and efficacy of its use.

KEY WORDS: *Erythrina*; phytotherapeutics; mulungu.

1. INTRODUÇÃO

O gênero *Erythrina*, pertencente à família Fabaceae, compreende aproximadamente 115 espécies distribuídas predominantemente em regiões tropicais de todo o mundo, estendendo-se também a áreas quente-temperadas, como o sul do

¹Licenciatura em Ciências Biológicas. Universidade Federal de Pernambuco. E-mail: luan.cabral@ufpe.br

continente africano, a Cordilheira do Himalaia e o sudeste dos Estados Unidos (Brandão, 1993). As espécies desse gênero apresentam ampla plasticidade ecológica, sendo encontradas em uma variedade de habitats que incluem desde florestas tropicais úmidas de terras baixas até desertos subtropicais extremamente áridos e formações florestais montanas de coníferas, localizadas a mais de 3.000 metros de altitude (Neill, 1993).

Do ponto de vista taxonômico, *Erythrina* está subdividida atualmente em cinco subgêneros e 26 seções, conforme revisão recente realizada por Kaushal *et al.*, (2020). Das cerca de 115 espécies reconhecidas, 70 ocorrem nas Américas, 31 no continente africano e 12 estão distribuídas entre a Ásia e a Oceania. No Brasil, identificam-se aproximadamente 12 espécies nativas ou naturalizadas, sendo que oito delas ocorrem na região Nordeste, evidenciando a representatividade da flora nordestina na diversidade do gênero (Guedes-Oliveira *et al.*, 2023).

2. DESENVOLVIMENTO

Historicamente, diversas espécies de *Erythrina* vêm sendo empregadas na medicina popular, com destaque para algumas práticas terapêuticas no Nordeste brasileiro. A casca e os frutos dessas plantas são utilizados de forma empírica em tratamentos tradicionais, apesar de ainda haver escassez de comprovação científica quanto à eficácia e à segurança de seu uso medicinal (Barros, 1982). Preparações feitas a partir da casca são popularmente conhecidas por apresentarem propriedades sudoríferas, calmantes, emolientes e expectorantes. Já os frutos secos, quando utilizados na forma de cigarros medicinais, são tradicionalmente empregados como anestésicos locais em casos de dor de dente (Ferro *et al.*, 1988).

A infusão da casca também é amplamente utilizada como sedativo natural, no alívio de tosses e bronquites, além de ser mencionada como auxiliar no tratamento de verminoses e hemorroidas. O uso do decocto (cozimento prolongado da casca) é indicado na medicina popular para acelerar a maturação de abscessos gengivais. Adicionalmente, há registros de uso tópico da planta para alívio de sintomas decorrentes de picadas de lacraias (*Scolopendramorsitans*) e escorpiões (*Tityus bahiensis*) (Lorenzi; Matos, 2002).

Diante do crescente interesse científico pelas alternativas naturais no tratamento de doenças psiquiátricas, destaca-se a relevância do gênero *Erythrina* na fitoterapia moderna, especialmente no contexto dos transtornos de ansiedade. A ansiedade figura atualmente entre as condições psiquiátricas mais comuns no mundo. No Brasil, os transtornos ansiosos configuram-se entre os diagnósticos mais prevalentes, afetando predominantemente a população feminina (Brandão, 2015).

Dados da Organização Mundial da Saúde (OMS, 2017) apontam que mais de 18 milhões de brasileiros sofrem com algum tipo de transtorno de ansiedade, número que coloca o país entre os líderes mundiais em prevalência dessa condição.

Nesse cenário, a busca por tratamentos complementares e menos invasivos tem se intensificado. Pesquisas recentes vêm indicando que determinadas plantas medicinais podem desempenhar papel importante como coadjuvantes no manejo dos sintomas de ansiedade, atuando como ansiolíticos naturais (Sarris, 2017). Entre essas plantas, as espécies do gênero *Erythrina* ganham destaque por seus efeitos sedativos, calmantes e por sua ação sobre o sistema nervoso central. Estudos apontam que compostos fitoquímicos presentes nessas espécies, como alcaloides, flavonoides e isoflavonas, podem contribuir significativamente para a atividade ansiolítica e anticonvulsivante observada em experimentações pré-clínicas (Teixeira; Melo, 2006; Gonçalves et al., 2014).

Diante do exposto, o presente trabalho tem como objetivo realizar uma revisão integrativa da literatura sobre as propriedades medicinais das espécies do gênero *Erythrina*, com ênfase na sua aplicação tradicional e potencial terapêutico no tratamento de transtornos de ansiedade. Serão abordados aspectos botânicos, etnofarmacológicos e farmacológicos da planta, além de discutir suas possíveis ações como sedativo natural e anticonvulsivante, considerando os conhecimentos populares e os achados científicos disponíveis até o momento.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

Este trabalho foi desenvolvido por meio de uma pesquisa do tipo descritiva, com abordagem qualitativa, utilizando-se da metodologia de revisão bibliográfica integrativa. O objetivo dessa estratégia foi reunir, organizar e analisar criticamente o conhecimento científico já produzido sobre as propriedades medicinais do gênero *Erythrina*, com foco especial em suas aplicações no tratamento de transtornos de ansiedade.

Para a realização deste estudo, foram selecionadas fontes confiáveis e amplamente reconhecidas da literatura científica, tanto nacional quanto internacional. As bases de dados consultadas englobaram a Scientific Electronic Library Online (SciELO) e a Biblioteca Virtual em Saúde (BVS), além de publicações oficiais disponibilizadas por órgãos governamentais, como o Ministério da Saúde (MS) e a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). Ademais, consideraram-se artigos científicos provenientes de periódicos indexados, bem como monografias, dissertações, teses acadêmicas e revistas científicas.

Os critérios de inclusão definidos para a seleção dos materiais contemplaram

os seguintes aspectos: disponibilidade integral e gratuita dos textos, publicação no idioma português e relevância direta com a temática central do estudo, apresentando abordagens claras e fundamentadas sobre o uso medicinal das espécies do gênero *Erythrina*. Foram excluídos os trabalhos que não atendiam a esses critérios ou que apresentavam inconsistências metodológicas.

A busca e a triagem dos materiais foram realizadas de forma sistemática, com o intuito de garantir a qualidade e a atualidade das informações coletadas. Os dados pertinentes extraídos dos estudos selecionados foram organizados, sintetizados e analisados de maneira crítica e estruturada, a fim de proporcionar uma visão ampla, coerente e embasada sobre as potencialidades farmacológicas e terapêuticas do gênero *Erythrina*, especialmente no contexto da fitoterapia aplicada ao tratamento da ansiedade.

Essa abordagem permitiu não apenas a identificação dos principais achados científicos sobre o tema, mas também a valorização do conhecimento tradicional relacionado ao uso popular dessas espécies, respeitando os princípios da interdisciplinaridade e da integração entre saberes populares e acadêmicos.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Usos Tradicionais e Etnobotânicos do Gênero *Erythrina*

O uso de plantas medicinais no Brasil está profundamente enraizado na cultura popular e religiosa, consolidando-se como parte do conhecimento tradicional transmitido entre gerações. *Erythrina mulungu*, uma das espécies mais conhecidas do gênero, é amplamente utilizada por suas propriedades sedativas, ansiolíticas e anticonvulsivantes. Seu emprego é especialmente comum no tratamento de sintomas leves de ansiedade, insônia, agitação e outros distúrbios do sistema nervoso central (Botelho; De Oliveira; De Andrade, 2021).

Infusões da casca de *E. mulungu* são utilizadas em várias regiões do Brasil em forma de banhos e "garrafadas medicinais" com o objetivo de promover relaxamento, tranquilidade emocional e proteção espiritual. No candomblé, é frequente o uso de decotos das lascas do tronco ou da raiz durante o período de reclusão dos iniciantes nos rituais, com a intenção de promover serenidade (Durigan, 2004). Partes da planta são comercializadas em feiras livres e casas de artigos religiosos, havendo inclusive substituição entre diferentes espécies do gênero conforme a disponibilidade local.

Lorenzi e Matos (2008) destacam que diversas espécies de *Erythrina* são usadas popularmente como calmantes e sedativos naturais, notadamente em situações de estresse, nervosismo e insônia. *Erythrina velutina*, por exemplo, é

bastante difundida no Nordeste brasileiro, onde folhas, frutos e principalmente a casca do caule são empregadas em preparações artesanais com fins terapêuticos (Ferreira et al., 2021; Ramos et al., 2020).

4.2 Compostos Fitoquímicos Ativos e Mecanismos de Ação

A eficácia terapêutica atribuída às espécies de *Erythrina* está fortemente associada à presença de metabólitos secundários, especialmente alcaloides, flavonoides e isoflavonas. Esses compostos são reconhecidos por sua atuação sobre o sistema nervoso central, apresentando potencial ansiolítico, sedativo e anticonvulsivante (Gonçalves et al., 2014).

Do ponto de vista farmacológico, os alcaloides eritrínicos, como eritrevina, 11 α -hidroxi-eritrevina e erisotrina, são apontados como os principais responsáveis pelos efeitos terapêuticos. Estudos in vivo demonstraram que esses compostos exercem sua ação possivelmente por meio da modulação dos receptores GABA-A, que são os principais alvos dos benzodiazepínicos sintéticos (Rossete, 2015). O aumento da atividade GABAérgica promove a inibição neuronal, o que justifica os efeitos de relaxamento, redução da ansiedade e controle de crises epilépticas.

Além disso, há evidências de que os flavonoides presentes em *Erythrina* também atuam como moduladores alostéricos positivos desses mesmos receptores, reforçando os efeitos ansiolíticos sem os efeitos adversos comuns aos fármacos sintéticos (Palumbo; Gardin; Nakamura, 2016). As principais espécies de *Erythrina* estudadas, seus compostos bioativos e os efeitos farmacológicos identificados estão resumidos no quadro 1.

Quadro 1 – Espécies do gênero *Erythrina*, seus principais compostos bioativos e efeitos farmacológicos associados

| Espécie de <i>Erythrina</i> | Compostos Bioativos Principais | Efeitos Farmacológicos Observados | Referências |
|-----------------------------|----------------------------------------------------|-------------------------------------------|--------------------------------------|
| <i>Erythrina mulungu</i> | Alcaloides (eritrevina, isomerossina), flavonoides | Ansiolítico, sedativo, anticonvulsivante | Rossete (2015); Santos (2022) |
| <i>Erythrina velutina</i> | Alcaloides, flavonoides, isoflavonas | Sedativo, calmante natural | Silva (2012); Ferreira et al. (2021) |
| <i>Erythrina falcata</i> | Alcaloides diversos | Ação calmante e sedativa | Gonçalves et al. (2014) |
| <i>Erythrina variegata</i> | Flavonoides, isoflavonas | Efeitos ansiolíticos e anti-inflamatórios | Flausino Jr. e Souza (2006) |

Fonte: Própria autoria (2025)

4.3 Atividades Ansiolíticas e Sedativas: Estudos e Evidências

A ansiedade é um dos transtornos mentais mais prevalentes no Brasil e no mundo, sendo caracterizada por medo e preocupação excessivos, com alterações fisiológicas e comportamentais importantes. Embora existam medicamentos eficazes,

como benzodiazepínicos e antidepressivos, esses podem causar dependência e efeitos colaterais significativos. Por isso, cresce o interesse por alternativas fitoterápicas mais seguras (Sarris, 2017).

Estudos com *E. mulungu* mostraram que os alcaloides presentes na planta apresentaram efeitos ansiolíticos tanto em tratamentos agudos quanto crônicos com modelos animais (Botelho *et al.*, 2021). Santos (2022) confirmou a eficácia das substâncias eritrevina e 11-hidroxi-eritrevina na redução da ansiedade e na indução do sono, inclusive sugerindo seu uso em forma de alcoolaturas como alternativa fitoterápica.

A utilização tradicional, embora não seja evidência científica por si só, é reforçada pelos resultados experimentais. No entanto, ainda não há ensaios clínicos com seres humanos que confirmem esses efeitos com a mesma robustez.

4.4 Propriedades Anticonvulsivantes e Neuroprotetoras

Além dos efeitos sedativos e ansiolíticos, *E. mulungu* tem demonstrado atividade anticonvulsivante. Rossete (2015) conduziu um estudo com ratos Wistar induzidos ao status epilepticus (SE) com pilocarpina, tratando-os com diferentes doses dos alcaloides isolados da planta. Os animais tratados apresentaram redução significativa na incidência de crises, aumento da latência para início das convulsões e menor taxa de mortalidade.

A análise histológica do hipocampo revelou que os tratamentos com alcaloides protegeram regiões críticas como CA1, CA3 e Giro Denteado da degeneração neuronal, o que indica efeito neuroprotetor. Esses dados apontam para um promissor potencial de uso da planta não apenas como ansiolítico, mas também em distúrbios neurológicos mais complexos como a epilepsia.

Outros estudos, como os de Da Costa *et al.*, (2022) e Silva *et al.*, (2020), também confirmam essas propriedades, sugerindo que os compostos isolados de *Erythrina* possuem um amplo espectro de ação no sistema nervoso central.

4.5 Limitações, Toxicidade e Desafios da Padronização

Apesar dos resultados promissores, é necessário cautela quanto ao uso indiscriminado de produtos à base de *Erythrina*. Mello *et al.*, (2006) alertam que ainda há carência de estudos toxicológicos abrangentes que incluam avaliação de efeitos sobre reprodução, genotoxicidade, mutagenicidade e teratogenicidade. O uso prolongado e em doses elevadas pode apresentar riscos desconhecidos, especialmente quando associado à automedicação.

Adicionalmente, como destacam Cavallieri *et al.*, (2019), a composição dos

princípios ativos pode variar de acordo com a região geográfica, época da colheita, condições de armazenamento e modo de preparo. Tais variações comprometem a reproduutibilidade dos efeitos terapêuticos e dificultam a padronização de extratos, exigindo normas rigorosas de controle de qualidade para fins terapêuticos.

Tlumaski (2020), por exemplo, observou que algumas amostras comerciais de casca de *E. mulungu* apresentavam níveis inaceitáveis de impurezas e materiais estranhos, o que reforça a necessidade de regulamentação sanitária rigorosa e de boas práticas de coleta, beneficiamento e comercialização.

4.6 Análise Final dos Dados Levantados

A análise dos estudos aqui reunidos evidencia que as espécies do gênero *Erythrina*, em especial *E. mulungu* e *E. velutina*, apresentam elevado potencial terapêutico, com destaque para as propriedades ansiolíticas, sedativas e anticonvulsivantes. Os compostos isolados demonstraram efeitos relevantes em modelos animais, especialmente pela ação nos receptores GABAérgicos, com potencial comparável aos fármacos convencionais, porém com menor risco de efeitos adversos.

Contudo, a ausência de estudos clínicos em humanos, a falta de padronização dos extratos vegetais e a carência de dados toxicológicos consistentes limitam a recomendação formal de uso seguro e eficaz. Diante disso, destaca-se a necessidade de avanços na pesquisa científica, regulamentação e integração entre o conhecimento tradicional e a medicina baseada em evidências.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presente revisão integrativa da literatura permitiu observar que o gênero *Erythrina*, amplamente distribuído em regiões tropicais e subtropicais do mundo, possui expressivo potencial medicinal, sendo objeto de interesse tanto da medicina tradicional quanto da pesquisa científica. No contexto brasileiro, especialmente na região Nordeste, algumas espécies vêm sendo utilizadas empiricamente como sedativos naturais e no tratamento de diversas afecções, incluindo distúrbios ansiosos, inflamações, infecções e até picadas de animais peçonhentos.

Entre os principais aspectos observados, destaca-se o uso popular da casca e dos frutos da planta como calmantes, sudoríficos, emolientes e anestésicos, ainda que muitos desses efeitos careçam de comprovação científica robusta. A análise das fontes consultadas indicou que a *Erythrina* contém compostos bioativos, como alcaloides, flavonoides e isoflavonas, que podem atuar de forma positiva sobre o sistema nervoso central, justificando seu uso como ansiolítico natural e sedativo.

Contudo, ressalta-se que o uso medicinal da *Erythrina* ainda exige cautela, considerando a escassez de ensaios clínicos bem controlados e de estudos toxicológicos aprofundados que comprovem sua segurança e eficácia. A continuidade de pesquisas nessa área é essencial, sobretudo com foco em isolamento de princípios ativos, padronização de extratos e avaliação farmacológica em modelos animais e humanos.

Dessa forma, este trabalho reforça a importância de ampliar os estudos sobre a *Erythrina*, buscando consolidar seus potenciais farmacológicos no contexto da fitoterapia moderna. Também se destaca a necessidade de políticas públicas que promovam o incentivo à pesquisa de plantas medicinais e a educação sanitária sobre o uso seguro e consciente desses recursos no cuidado à saúde mental.

REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, A. P. **Plantas medicinais e mágicas de mercado público no Nordeste do Brasil.** J. Ethnopharmacol, v. 110, p. 76-91, 2007.

BARROS, M. A. G. **Flora medicinal do Distrito Federal.** Brasil Florestal, Brasília, DF, v. 12, n. 50, p. 35-45, 1982.

BOTELHO, R. M; DE OLIVEIRA, L. S; DE ANDRADE, L. G. **Estudo da utilização popular da espécie medicinal Erythrina mulungu Mart. Ex Benth no transtorno da ansiedade.** Revista Ibero-americana de Humanidades, Ciências e Educação, v. 7, n. 10, p. 1331-1345, 2021.

BRANDÃO, L. E. M. **Avaliação dos efeitos do extrato de Passiflora cincinnata Masters em camundongos: efeitos na ansiedade e potencial neuroprotetor.** [Dissertação de mestrado]. Pós-Graduação em Psicobiologia. Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2015.

BRANDÃO, M. **O gênero Erythrina L. no PAMG - herbário da Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais.** Daphne, Belo Horizonte, v. 3, n. 1, p. 20-25, jan. 1993.

CAVALLIERI, K. **Estudo químico e avaliação biológica dos alcaloides presentes em Erythrina mulungu (Fabaceae).** 2019.

COSTA, E. M. **Influência das plantas do gênero Erythrina no sistema nervoso: Uma revisão integrativa.** Research, Society and Development, v. 11, n. 16, 2022.

DURIGAN, G. **Plantas do cerrado paulista: imagens de uma paisagem ameaçada.** São Paulo: Páginas & Letras Editora Gráfica, 2004. p. 201.

FERREIRA, G. D. **Tintura de mulungu (*Erythrina velutina*): preparo e caracterização de parâmetros de qualidade.** Journal of Biology & Pharmacy, v. 17, n. 1, 2021.

FERRO, D; PEREIRA, A. M. S. **Fitoterapia: conhecimentos tradicionais e científicos.** Vol. 1. 1. ed. São Paulo: Bertolucci, 2018. p. 340.

FERRO, E. S. **Atividade farmacológica do mulungu (*Erythrina velutina* Willd.).** In: SIMPÓSIO DE PLANTAS MEDICINAIS DO BRASIL, 10., 1988. Resumos. São Paulo: Escola Paulista de Medicina, 1988.

FLAUSINO JUNIOR, O. A; SOUZA, R. L. N. **Análise fitoquímica e estudo biomonitorado da atividade ansiolítica de *Erythrina mulungu* (Leguminosae-Papilionaceae) em camundongos submetidos a diferentes modelos animais de ansiedade,** 2006.

GONÇALVES, L. O. **Caracterização genética de mulungu (*Erythrina velutina* Willd.) em áreas de baixa ocorrência.** Revista Ciência Agronômica, v. 45, n. 2, p. 290-298, 2014.

GUEDES-OLIVEIRA, R. ***Erythrina* L. (Phaseoleae, Papilioideae, Leguminosae) do Brasil: um tratamento nomenclatural atualizado com notas sobre etimologia e nomes vernáculos.** PhytoKeys, v. 1, 2023.

KAUSHAL, A. **Revisão etnomedicinal, fitoquímica, terapêutica e farmacológica do gênero *Erythrina*.** Revista Internacional de Estudos de Botânica, v. 6, p. 642-648, 2020.

LORENZI, H; MATOS, F. J. A. **Plantas medicinais no Brasil: nativas e exóticas cultivadas.** Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2002. 512 p.

LORENZI, H; MATOS, F. J. A. **Plantas medicinais no Brasil: nativas e exóticas.** 2. ed. São Paulo: Instituto Plantarum de Estudos da Flora Ltda, 2008. p. 281.

MELLO, F. B; LANGELOH, A; DE MELLO, J. R. B. **Toxicidade pré-clínica de fitoterápico contendo *Passiflora alata*, *Erythrina mulungu*, *Leptolobiumelegans* e *Adonis vernalis*.** Lat Am J Pharm, v. 26, n. 2, p. 191-200, 2007.

NEILL, D. A. **The genus *Erythrina*: taxonomy, distribution and ecological differentiation.** In: WESTLEY, S. B.; POWELL, M. H. (Ed.). *Erythrina in the New and Old Worlds*. Paia: NitrogenFixingTree Association, 1993. p. 15-27.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DE SAÚDE. **Depression and Other Common Mental Disorders: Global Health Estimates.** Genebra, 2017.

PALUMBO, C. F. G; GARDIN, N. E; NAKAMURA, U. M. ***Erythrina mulungu* Mart. ex Benth e *Erythrina velutina* Willd: aspectos farmacológicos e perspectiva antroposófica de plantas brasileiras.** Arte Med Ampl, v. 36, n. 4, p. 152-161, 2016.

RAMOS, R. M. **Estudo comparativo da composição fitoquímica, citotoxicidade e potencial antioxidante e fotoprotetor da casca e folha de *Erythrina velutina*.** Brazilian Journal of Development, v. 6, n. 6, p. 33140-33158, 2020.

ROSSETTE, E. A. G. **Análise da atividade anticonvulsivante e neuroprotetora de alcaloides eritrínicos da planta *Erythrina mulungu* Mart. ex Benth em ratos submetidos ao modelo de epileptogênese induzida pela pilocarpina.** 2013. Dissertação (Mestrado em Biotecnologia) – Universidade de Ribeirão Preto, Ribeirão Preto, 2013.

SANTIAGO, I. F; DAMASCENO, H. G. M. C; CAVELET, L. C. **Perfil farmacológico da *E. mulungu* (*Erythrina velutina*) no transtorno de ansiedade.** Revista Iberoamericana de Humanidades, Ciências e Educação, v. 8, n. 10, p. 1711-1720,

2022.

SANTOS, M. F. **O uso da Erythrina velutina (Mulungu) como recurso terapêutico para os transtornos de ansiedade**. 2022. 44 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Gestão dos Recursos Ambientais do Semiárido) – Instituto Federal da Paraíba, Campus Picuí, 2022.

SARRIS, J. **Herbal medicines in the treatment of psychiatric disorders: 10-year updated review**. Phytotherapy Research, v. 32, n. 7, p. 1147-1162, 2018.

SILVA, A. H. **Desenvolvimento e caracterização do extrato de Erythrina velutina para o tratamento de doenças neurodegenerativas**. 2012. 113 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2012.

SILVA, L. S. A. **Potencial terapêutico de Erythrina velutina (mulungu) na ansiedade e insônia**. 2020. Monografia (Bacharelado em Farmácia) – Universidade Federal de Campina Grande, Cuité, 2020.

SILVA, R. S. **Utilidades do Mulungu (Erythrina velutina Willd.)**. Brazilian Journal of Development, v. 6, n. 3, p. 13779-13785, 2020.

TEIXEIRA, S. A; MELO, J. I. M. **Plantas medicinais utilizadas no município de Jupi, Pernambuco, Brasil**. Iheringia: Série Botânica, v. 61, n. 1-2, p. 5-11, 2006.

O PAPEL DA AVALIAÇÃO PSICOLÓGICA NO PROCESSO DE RECRUTAMENTO E SELEÇÃO: UMA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Antônio Carlos Nascimento dos Reis¹
Kedma de Souza Maia²
Raquel do Vale Campelo³

RESUMO: O recrutamento e seleção de pessoal se configura como um desafio estratégico central para as organizações, impactando diretamente sua produtividade, cultura e sustentabilidade, sendo imprescindível o investimento em estratégias que assegurem a melhor condução deste processo. Dessa forma, objetivo deste estudo foi analisar a relevância da aplicação de testes psicológicos no processo de recrutamento e seleção de pessoas. Este estudo se trata de uma revisão bibliográfica de artigos científicos publicados entre os anos de 2020 a 2025 nos bancos de dados Scielo, Lilacs e Google Acadêmico, para esta seleção foram utilizados como critérios de inclusão, a data de publicação, nos idiomas inglês e português e que estivessem hospedados em revistas científicas. Os critérios de exclusão foram os artigos selecionados em outras línguas, sem fundamento científico e que não atendessem os critérios de inclusão. Com base no levantamento, foi observado que a avaliação psicológica, em conformidade com as ferramentas próprias para tal, é de suma relevância para o êxito do processo de recrutamento e seleção de pessoas, utilizando de estratégias como entrevistas, aplicação de testagens psicológicas, dinâmicas de grupos, entre outros.

PALAVRAS-CHAVE: Psicologia Organizacional; Testagem Psicológica; Avaliação do Perfil.

ABSTRACT: Recruiting and selecting personnel is a central strategic challenge for organizations, directly impacting their productivity, culture, and sustainability. It is therefore essential to invest in strategies that ensure the best possible conduct of this process. This study aimed to analyze the relevance of applying psychological tests in the recruitment and selection process. This is a literature review of scientific articles published between 2020 and 2025 in the Scielo, Lilacs, and Google Scholar databases. The inclusion criteria for this selection were publication date, in English and Portuguese, and being hosted in scientific journals. The exclusion criteria were articles selected in other languages, without scientific basis, or that did not meet the inclusion criteria. Based on the survey, it was observed that psychological assessment, in accordance with the appropriate tools for this purpose, is of great relevance for the success of the recruitment and selection process, using strategies such as interviews, psychological testing, group dynamics, among others.

KEY WORDS: Organizational Psychology; Psychological Testing; Profile Assessment.

1. INTRODUÇÃO

O recrutamento e seleção de pessoal se configura como um desafio estratégico central para as organizações, impactando diretamente sua produtividade, cultura e sustentabilidade. Nesse contexto, a avaliação psicológica emerge como uma ferramenta científica e técnica indispensável, que transcende a análise de

¹MBA em Gestão de Pessoas. UEA. E-mail: antonio.carlos.psi@nortetech.net

²Graduação em Psicologia. Faculdade Nilton Lins. E-mail: kedma.familia@gmail.com

³Graduação em Psicologia. Uninorte. E-mail: raqueldovallesz16@gmail.com

competências e qualificações técnicas para investigar os traços de personalidade, habilidades cognitivas e tendências comportamentais dos candidatos (Soligo *et al.*; 2020). A sua aplicação visa garantir uma correspondência mais precisa entre o perfil do profissional e as demandas da vaga, promovendo uma integração mais eficaz e duradoura (Pontes, 2022).

A integralidade da questão torna-se evidente ao considerarmos o alto custo financeiro e operacional associado a contratações inadequadas, que se reflete em elevadas taxas de *turnover* e em um clima organizacional fragilizado. Sendo possível destacar cerca de 56% desta situação no mercado brasileiro, apontando tanto para questões relacionadas ao processo de recrutamento e seleção, quanto para questões direcionadas as organizações em si (Melo; Andrade, 2023).

O impacto negativo de uma má contratação pode representar perdas financeiras substanciais, além de comprometer a coesão das equipes e a imagem da empresa. Assim, a otimização dos processos seletivos por meio de métodos cientificamente validados é uma necessidade crítica para a gestão de pessoas (Fagundes e Andrade, 2025). Brandão, *et al.*, (2023) explica que a atuação da psicologia perpassa invariavelmente pela avaliação psicológica no ato de recrutamento e seleção de pessoas, o que não reduz sua prática à tal finalidade, mas se configura em uma condição pertinente e de grande teor técnico, uma vez que cabe a esta ciência este tipo de avaliação.

De acordo com Soligo *et al.*, (2020), a avaliação psicológica deve ser compreendida sob uma perspectiva plural, contemplando desde a aplicação de técnicas e habilidades específicas até o manejo de testagens e instrumentos direcionados a este fim, com o devido aprofundamento do profissional de psicologia habilitado para tal. Esta pesquisa se justifica pelo interesse em aprofundar os conhecimentos na temática da avaliação psicológica voltada para os processos de recrutamento e seleção, além da experiência dos mesmos junto ao setor de recursos humanos. Sendo pertinente também a apresentação da motivação da mesma por sua contribuição para o meio acadêmico e profissional da psicologia. Assim, esta revisão de literatura tem como objetivo analisar a relevância da aplicação de testes psicológicos no processo de recrutamento e seleção de pessoas.

2. DESENVOLVIMENTO

2.1 Fundamento da psicologia no processo de recrutamento e seleção

Anterior ao aprofundamento na psicologia enquanto ciência aplicada aos processos de recrutamento e seleção de pessoas, é salutar a compreensão conceitual

da psicologia organizacional, considerando inclusive os possíveis campos de atuação da mesma.

Para Freitas e Santos (2023), a Psicologia Organizacional, também conhecida como Psicologia do Trabalho, é um ramo da psicologia que se dedica a compreender os fenômenos do comportamento humano em ambientes de trabalho. Seu objetivo é desenvolver estratégias para identificar como esses comportamentos influenciam a gestão de recursos humanos e os resultados da organização.

Uma das suas principais atribuições é harmonizar os interesses da empresa com o bem-estar psicossocial dos colaboradores, buscando um equilíbrio que promova tanto a produtividade quanto a saúde mental dos trabalhadores (Vasquez; Hutz, 2021).

Freitas *et al.*, (2022) elucidaram que a Psicologia Organizacional tem o estudo das influências do comportamento individual no contexto coletivo como temática central, centrando principalmente na melhora dos resultados vinculados à gestão de pessoas.

Carmargo e Macedo (2020) contribuíram ainda ao afirmar que as atribuições da Psicologia Organizacional incluem, mas não se limitam a contribuir para a motivação e o engajamento no trabalho, participar do diagnóstico organizacional e da avaliação do clima, elaborar programas de treinamento e desenvolvimento, e conduzir o processo de recrutamento e seleção, que envolve a aplicação de testes psicológicos e outras técnicas avaliativas.

Cabe também à este ramo da psicologia a participação em atividades de avaliação do clima organizacional e o auxílio na construção de perfis de competências para cargos. Além disso, sua atuação se estende à mediação de conflitos internos, à avaliação de desempenho, à condução de programas de integração para novos colaboradores e a outras intervenções diretamente relacionadas à sua prática profissional (Cunha; Rodrigues; Silva, 2023).

A atuação da psicologia diretamente no processo de recrutamento e seleção de pessoas vai além da condução de entrevistas ou aplicação de dinâmicas de grupo, uma vez que cabe ao profissional de psicologia atentar para aspectos psicológicos de cada candidato, bem como avaliar se estes se enquadram no perfil necessário requerido pela vaga (Mota; Araújo; Barbosa, 2021).

No que tange ao recrutamento de pessoas, Domingues e Santos (2022) explicaram que a psicologia organizacional tem suas atribuições definidas principalmente pela avaliação do perfil esperado do candidato à vaga proposta, sendo esta etapa identificada como a voltada para a atração de candidatos, os quais

passarão posteriormente pelo processo de seleção.

O olhar especializado da psicologia organizacional é fundamental no processo seletivo, pois esse é o primeiro contato entre o candidato e a empresa. Principalmente para analisar não apenas as qualificações e conhecimentos técnicos, mas também os aspectos de personalidade do candidato, como sua capacidade de trabalhar em equipe. A avaliação desses dois conjuntos de atributos é essencial para a tomada de decisão em qualquer organização (Romeiro *et al.*, 2025).

No processo de seleção, Silva *et al.*, (2024) afirmaram que a psicologia organizacional tem como função avaliar se o candidato possui o perfil ideal para a vaga. Essa análise vai além do imediato, uma vez que busca prever, a longo prazo, se o profissional conseguirá atender às demandas do cargo e se haverá um bom ajuste com a cultura da empresa.

De acordo com Costa *et al.*, (2022), a psicologia organizacional é fundamental para o recrutamento e seleção, trazendo diversos benefícios. Destacamos, por exemplo, a otimização de tempo e recursos, a diminuição de problemas futuros causados por contratações inadequadas e a redução do *turnover*. Isso acontece porque um bom alinhamento entre as expectativas dos funcionários e a cultura da empresa minimiza a rotatividade de pessoal.

2.2 Recrutamento e seleção de pessoas e as ferramentas de avaliação psicológica

Uma das atribuições específicas da psicologia organizacional é a avaliação psicológica a qual:

A avaliação psicológica no contexto organizacional e do trabalho tornou-se, ao longo do tempo, uma ferramenta poderosa de tomada de decisão que, quando implementada de modo apropriado, traz benefícios incontestáveis para os indivíduos, para as organizações e para a sociedade em geral (SCHWAB; MAHL, 2017, p. 107).

Enquanto ferramentas de avaliação psicológica de uso da psicologia organizacional, é possível destacar a entrevista, a realização de dinâmicas de grupo e a aplicação de testes psicológicos, os quais são realizados a critério do selecionador (Borsa; Lins; Rosa, 2022).

A entrevista psicológica no âmbito da psicologia organizacional consiste no momento em que o psicólogo tem o primeiro contato com o candidato, buscando identificar se este último tem as características necessárias para preencher a vaga em aberto. É na ocasião da entrevista que o psicólogo avalia inicialmente o candidato e projeta seu desempenho ao longo do tempo na função a ser exercida, utilizando de técnicas de avaliação (Silva *et al.*, 2024).

Segundo Longo *et al.*, (2022), dentre as técnicas reconhecidas cientificamente para a execução de entrevistas, é possível destar a Entrevista Comportamental, também reconhecida como entrevista STAR, a qual se baseia no princípio de que o comportamento passado é o melhor preditor do futuro. As perguntas são estruturadas para fazer o candidato descrever uma Situação, a Tarefa que ele precisava realizar, as Ações que tomou e o Resultado obtido. Isso permite avaliar competências de forma prática e concreta.

Figueiras *et al.*, (2019) esclarecem que a realização de entrevistas de caráter psicológico no âmbito do recrutamento e seleção de pessoas é de suma importância pois permite confrontar e aprofundar as informações obtidas em outras etapas, como testes e análise de currículo. Pode, por exemplo, investigar como os traços de personalidade identificados em um teste se manifestam em situações reais de trabalho.

Alves *et al.*, (2023) complementaram que explora a motivação real do candidato, seus valores, suas expectativas e seu alinhamento com a cultura da empresa. Isso ajuda a garantir que ele não será apenas um bom profissional, mas também um membro satisfeito e engajado da equipe a longo prazo.

No que tange às dinâmicas de grupo, a atuação da psicologia organizacional se dá com o intuito de simular situações que possam tanto ocorrer no dia a dia da prática de trabalho, quanto que possam fornecer informações sobre postura, competências e trabalho em equipe (Pasqualini; Martinse Filho, 2021).

De acordo com Fagundes e Andrade (2025), nessas atividades, os psicólogos observam como os candidatos interagem, colaboram e se comportam em um ambiente de equipe, revelando habilidades como liderança, comunicação e capacidade de negociação. As dinâmicas de grupo avaliam competências comportamentais que são essenciais para o trabalho em equipe, a cultura da empresa e o sucesso na vaga.

Em relação as habilidades comportamentais, Carvalho (2015) esclarece que as dinâmicas de grupos auxiliam na observação de habilidades como comunicação, a facilidade de trabalho em equipe, a capacidade de liderança, a tendência à proatividade e o manejo na resolução de problemas. Tais dinâmicas também auxiliam na avaliação da cultura organizacional, pois a interação entre os candidatos em uma dinâmica pode dar pistas sobre se eles se adaptariam à cultura da empresa. É possível observar quem se encaixa melhor no perfil da equipe, quem tem os valores da organização e quem demonstra atitudes que fortalecem o ambiente de trabalho.

E por último, um instrumento valioso de uso do psicólogo organizacional são os

testes psicológicos para avaliação de competências e de personalidade. Esta prática é assegurada exclusivamente ao psicólogo pela Lei nº 4.119 (Brasil, 1962), conforme

Art. 13. - Ao portador do diploma de Psicólogo é conferido o direito de ensinar Psicologia nos vários cursos de que trata esta lei, observadas as exigências legais específicas, e a exercer a profissão de Psicólogo.

§ 1º Constitui função privativa do Psicólogo e utilização de métodos e técnicas psicológicas com os seguintes objetivos:

- a) diagnóstico psicológico;
- b) orientação e seleção profissional;
- c) orientação psicopedagógica;
- d) solução de problemas de ajustamento.

Segundo Pedroso *et al.*, (2013), os testes psicológicos são ferramentas científicas essenciais no processo de recrutamento e seleção. Eles oferecem uma visão aprofundada e objetiva das características dos candidatos, que vai muito além das qualificações técnicas descritas em um currículo.

Neto e Fensterseifer (2021) afirmaram que os testes psicométricos na psicologia organizacional têm objetivos claros como avaliar as competências essenciais para a vaga, como a capacidade de atenção, e também os traços de personalidade do candidato. Essa dupla avaliação é fundamental para analisar as características pessoais e garantir que o profissional se encaixe no perfil esperado para o cargo.

2.3 Testes psicológicos aplicados no âmbito da psicologia organizacional

Os testes psicológicos são instrumentos de avaliação que medem as características de cada pessoa diante de questões e situações específicas. Eles ajudam a analisar traços individuais e podem ser aplicados em diversos contextos, como na clínica, na escola e em organizações (Freitas, 2022).

De acordo com Freitas (2022), a avaliação psicológica, por meio de testes psicométricos, visa identificar características de comportamento e personalidade do indivíduo. Essa análise é conduzida tanto em resposta a situações específicas apresentadas quanto por meio da contextualização de eventos de sua vida. O objetivo é mensurar aspectos como cognição, emocionalidade, padrões de ação e traços de personalidade, entre outros elementos do seu perfil psicológico.

Hutz (2015) explica que, na prática clínica, os testes psicológicos servem como instrumentos para o psicodiagnóstico. Sua finalidade é tanto aprofundar a compreensão da estrutura da personalidade do paciente quanto analisar a presença de sintomatologia que possa indicar transtornos. Assim, a aplicação desses testes favorece a tomada de decisões clínicas e a condução mais assertiva do processo

terapêutico.

Reppold *et al.*, (2020) complementaram que no contexto educacional, a aplicação de testes psicológicos se destina a avaliar as condições de aprendizagem dos estudantes. Os testes buscam identificar possíveis implicações cognitivas que possam comprometer o processo de aquisição do conhecimento, além de mensurar escores de inteligência e outras aptidões relevantes para o desempenho escolar.

Para Andrade *et al.*, (2021), os testes psicológicos podem ser classificados em dois tipos principais: quantitativos e qualitativos. Os testes qualitativos, de caráter projetivo, visam compreender aspectos subjetivos e singulares da personalidade do indivíduo. Em contraste, os testes quantitativos são de natureza psicométrica, mensurando características individuais a partir de parâmetros e normas estatísticas predefinidas.

A psicometria, no âmbito da avaliação de potenciais intelectuais, não se restringe à mensuração do quociente de inteligência. A análise da capacidade cognitiva de um indivíduo é essencial também para identificar possíveis dificuldades de adaptação social e a presença de transtornos ou síndromes, oferecendo um diagnóstico mais completo e preciso (Reppold *et al.*, 2020).

No contexto organizacional, os testes psicológicos de aptidão são ferramentas essenciais. Sua finalidade é medir características específicas e pertinentes às exigências da vaga, o que os torna cruciais para o processo de seleção. Ao avaliar competências e habilidades individuais, esses testes permitem uma escolha mais precisa e fundamentada do candidato (Silva; Andrade, 2022).

De acordo com Gurka e Nogueira (2022), a seleção de instrumentos de avaliação psicológica é uma etapa crítica, pois cada categoria de testes possui uma variedade de ferramentas. A escolha criteriosa de um teste representativo para cada grupo é fundamental para o sucesso do processo seletivo. Isso ocorre porque a eficácia da avaliação depende da combinação adequada de diferentes instrumentos, que devem estar alinhados aos objetivos específicos do recrutamento e seleção.

No que concerne aos testes voltados para a avaliação de personalidade e comportamento dos selecionados, Silva *et al.*, (2024) esclareceram que os mesmos buscam mapear traços de personalidade e padrões de comportamento que são importantes para o desempenho na função e a convivência na equipe, sendo devidamente escolhidos em conformidade com o cargo a ser preenchido.

De acordo com Ribeiro *et al.*, (2023) no contexto do recrutamento e seleção é possível destacar algumas metodologias específicas como o IFP. O Inventário Fatorial de Personalidade – IFP, avalia a personalidade com base em cinco fatores principais:

Extroversão, Agradabilidade, Conscienciosidade, Neuroticismo e Abertura para Experiência. A análise desses traços ajuda a prever a confiabilidade do candidato, sua capacidade de trabalhar em equipe e sua resiliência.

O Teste Palográfico, segundo Silva *et al.*, (2024), analisa a personalidade do candidato através da forma como ele desenha traços verticais. A análise do tamanho, ritmo, inclinação e pressão dos traços podem revelar características como produtividade, ritmo de trabalho, dinamismo e organização, sendo considerado um dos testes psicométricos de maior utilização no mercado atualmente, pois é de fácil manipulação, atendimento adequado das disposições testadas e baixo custo.

Testes de Aptidão e Habilidades Cognitivas são defendidos por Freitas (2022) como ferramentas que avaliam as capacidades mentais do candidato, como raciocínio, atenção e memória, que são cruciais para o aprendizado e a resolução de problemas, as quais são preconizadas nos cargos em processo de seleção.

Segundo Gurka e Nogueira (2022), os Testes de Raciocínio Lógico medem a capacidade de resolver problemas, identificar padrões e tomar decisões de forma analítica. São importantes para vagas que exigem pensamento estratégico e adaptabilidade a novas situações, pois fornecem uma medida objetiva do potencial de um candidato para aprender, se adaptar a novas situações e tomar decisões eficazes.

Os testes de raciocínio lógico podem ter diferentes formatos, sendo os mais comuns, os de Sequências Numéricas ou Gráficas, em que o candidato deve descobrir a lógica por trás de uma sequência de números ou figuras e indicar qual seria o próximo elemento. Sequencialmente os testes de relação entre Formas e Símbolos, nos quais o candidato precisa identificar a relação entre diferentes formas e completar uma série ou encontrar a peça que falta. E por fim os de Dedução Lógica, quando o candidato recebe um conjunto de afirmações e precisa deduzir qual seria a conclusão verdadeira com base nas premissas (Gurka; Nogueira, 2022).

Sobre os Testes de Atenção, Gurka e Nogueira (2022) explicaram que estes têm como função avaliar a capacidade de manter o foco e a concentração em uma tarefa, mesmo com distrações, sendo possível citar o Teste de Atenção Concentrada – AC como exemplo, o qual é utilizado em larga escala para cargos que exigem precisão e atenção aos detalhes. Por fim, os Testes de Raciocínio Verbal e Numérico, avaliam a capacidade de compreender textos e trabalhar com dados e números, habilidades essenciais para funções que envolvem análise, interpretação e comunicação.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

Este trabalho consiste em uma revisão bibliográfica sistemática, com o objetivo de sintetizar o conhecimento científico já realizado sobre a temática. O processo de

seleção se deu com a busca pelos artigos em bases de dados eletrônicas e plataformas de pesquisa acadêmica, sendo possível citar: PubMed/MEDLINE, SciELO, LILACS, Scopus/Web of Science e a plataforma Google Scholar.

Enquanto estratégia de busca foi utilizada uma combinação de palavras-chave relacionadas ao tema, com as principais palavras-chave “avaliação psicológica, recrutamento e seleção de pessoas, testes psicológicos e psicologia organizacional.

Os critérios de inclusão e exclusão foram definidos para garantir a relevância e a qualidade da amostra, sendo os de inclusão a seleção de artigos originais, revisões ou inéditos, teses e dissertações publicados entre 2020 e 2025, nos idiomas português, inglês e/ou espanhol, que abordassem diretamente a temática do estudo. Os critérios estabelecidos para exclusão de achados se deram para artigos de opinião, editoriais, cartas ao editor, resumos de eventos científicos e publicações que não se enquadrassem no período ou idiomas definidos.

Após a busca inicial, os artigos foram selecionados em duas etapas: primeiramente pela leitura dos títulos e resumos, e em seguida pela leitura completa dos textos selecionados para verificar a aderência aos critérios, totalizando então dez artigos para apresentação e discussão. Os artigos selecionados foram devidamente categorizados de acordo com os objetivos propostos por este estudo.

Os dados dos artigos selecionados foram extraídos e organizados em uma tabela, contendo as seguintes informações: autor(es), ano de publicação, tipo de estudo, metodologia, principais resultados e conclusões. A análise dos dados seguiu uma abordagem qualitativa e descritiva. Os resultados foram sintetizados por meio de uma análise temática, agrupando os achados dos estudos em categorias principais. Essa síntese buscou identificar padrões, convergências, divergências e lacunas na literatura, permitindo a construção de uma argumentação coesa para as discussões do artigo. As principais limitações deste estudo estão relacionadas aos vieses inerentes às revisões de literatura, como o conhecimento de artigos relevantes que não foram indexados nas bases de dados escolhidas ou publicados em outros idiomas tenham sido inadvertidamente excluídos, a qualidade e a metodologia dos estudos originais possam ter influenciado a interpretação dos resultados, e o viés de publicação, onde estudos com resultados positivos são mais propensos a serem publicados, pode ter afetado a amostra.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

No que concerne aos achados, os dez trabalhos selecionados o foram após um processo de inclusão inicial de noventa estudos, com exclusão de oitenta em razão do não cumprimento dos critérios estabelecidos.

Quadro 1 – Artigos selecionados na pesquisa bibliográfica

| Ord | Autor | Título | Ano | Resultados |
|-----|-----------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 | Assis; Alves | Apropriações de instrumentos de orientação profissional, vocacional e de carreiras para a gestão de pessoas | 2025 | A aplicabilidade de instrumentos como QUATI, Escala de Maturidade para a Escolha Profissional, Escala EAE-EP, Coleção Avaliação dos Interesses Profissionais, Guia de Orientação Profissional e de Carreira, e TDP, ofereceram suporte eficaz em diferentes fases da vida profissional. |
| 2 | Brandt; Rui | Avaliação Psicológica, processo seletivo e organizações: avaliando a evolução da psicologia nas relações de trabalho | 2020 | É imprescindível que o profissional de psicologia esteja apto para a aplicação de testes psicológicos. |
| 3 | Czekster | A utilização de testes no processo de recrutamento e seleção em empresas com base na psicologia organizacional | 2022 | A aplicação dos testes psicológicos como um auxílio para o processo seletivo, traz inúmeras vantagens a empresa, como a produtividade do funcionário e consequentemente da empresa, menos gastos com novos processos seletivos e cursos para a capacitação em cada resultado dos processos, e maior lucratividade. |
| 4 | Jesus; Barbaho | O uso de testes psicológicos no contexto organizacional: os benefícios de seu uso em uma empresa têxtil do interior de Minas Gerais | 2021 | O uso dos testes psicológicos trazem ganhos para o processo de recrutamento e seleção. |
| 5 | Marcos | Psicologia Organizacional: a função do psicólogo no processo de recrutamento e seleção | 2021 | O psicólogo organizacional é percebido como um especialista nas questões humanas, sendo importante para os processos de recrutamento e seleção. |
| 6 | Neto; Bandeira; Macêdo | Novas ferramentas para encontrar talentos: recrutamento e seleção on-line | 2020 | A informatização das empresas influenciou diretamente as etapas relativas ao Recrutamento e Seleção. |
| 7 | Rosa; Link | A Evolução das competências como ferramenta de avaliação no processo de recrutamento e seleção | 2020 | A importância de um processo de recrutamento e seleção focado em competências, podendo selecionar a pessoa que melhor se ajusta à posição disponível. |
| 8 | Silva; Silva | O Papel da Psicologia Organizacional no âmbito do Recrutamento e Seleção | 2025 | Ao avaliar competências e habilidades, personalidade e particularidades individuais, a Psicologia Organizacional favorece conexões produtivas e saudáveis entre o colaborador e a empresa. |
| 9 | Suosa; Passarelli; Pugliese | A inteligência artificial no recrutamento e seleção de pessoas | 2019 | Sistemas inteligentes vêm diminuindo os custos, financeiros e de tempo, na contratação de novos funcionários e aumentando a probabilidade de empresas |

| | | | | |
|----|------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | | | | encontrarem profissionais qualificados. |
| 10 | Vasconcelo; Rizzato; Andrade | A Importância do Processo de Recrutamento e Seleção para uma gestão empresarial eficiente em micro e pequenas empresas | 2022 | O processo de recrutamento e seleção eficiente é imprescindível para montar equipes e obtenção de êxito. |

Fonte: Própria autoria (2025)

4.1 Recrutamento e seleção: fundamentos da psicologia organizacional

Quando se trata da importância da Psicologia Organizacional para o processo de recrutamento e seleção de pessoas, é imprescindível identificar inicialmente o contexto em que esta especialidade da psicologia se estabelece, principalmente com o intuito de compreender as nuances atuais da psicologia no ambiente do trabalho (Romeiro et al., 2025).

Sobre isto, Silva e Silva (2025) esclarecem que a Psicologia Organizacional passou por fases específicas de forma a atingir seu patamar inicial, iniciando-se com a visão mecanicista sob o viés industrial voltados para a produção, seguindo-se da fase com foco direcionado a qualidade de vida dos empregados e o clima organizacional, e a terceira com o intuito de humanizar os processos de trabalho.

Romeiro et al., (2025) confirmam tal achado ao complementar que o caminho atual da Psicologia Organizacional não se resume ao tratamento de pessoas com o intuito simplório de atingir metas, mas que tem como função a consolidação do bem estar pessoal e institucional, sendo pertinente sua atuação de forma mais próxima tanto dos empregados quanto dos processos de gestão.

No que concerne ao processo de recrutamento e seleção Silva e Silva (2025) afirmam que a Psicologia Organizacional impacta diretamente em ambos, uma vez que o recrutamento se determina para o início do referido processo, com a identificação de potenciais candidatos.

Andrade et al., (2022) complementam que o recrutamento deve ser construído de forma a atrair candidatos para uma organização, podendo estender suas buscas tanto interna quanto externamente à organização. Feijoo e Pietrani (2015) conferem tal achado ao determinar que cabe a Psicologia Organizacional a busca por profissionais pelo processo de recrutamento, lançando assim mão de técnicas e procedimentos próprios para tal.

Sobre o processo de seleção, Andrade et al., (2022) e Brandt e Rui (2020) se completaram ao afirmar que o mesmo é competência da Psicologia Organizacional considerando as técnicas da ciência psicologia como competente para reconhecer as

qualidades e potencialidades de um determinado candidato, para uma vaga em específico.

Silva e Silva (2025) complementaram que na fase de seleção de pessoas, cabe ao profissional de psicologia filtrar os candidatos anteriormente recrutados, de forma a avaliar as habilidades de cada potencial candidato.

Lima e Rabelo (2018) corroboram tais achados uma vez que entende a Psicologia Organizacional como especialidade que conhece as melhores técnicas e reconhecimento de habilidades pessoais e profissionais, bem como é determinante na indicação dos candidatos para cada cargo em aberto

Em relação à avaliação psicológica no contexto organizacional, Silva e Silva (2025), Andrade *et al.*, (2022) e Brandt e Rui (2020), são unâimes em apresentar este tipo de avaliação como crucial para o recrutamento e seleção de pessoas, uma vez que possibilita a aplicação de instrumentos, metodologias, testagens e entrevistas que atendem de forma satisfatória as demandas das organizações, principalmente no que concerne aos recursos humanos.

Borsa *et al.*, (2022) evidenciaram esta relevância ao afirmar que a avaliação psicológica, quando devidamente adotada no processo de recrutamento e seleção de pessoas é determinante para o êxito do mesmo, uma vez que possui ferramentas próprias para tal, não somente o conhecimento dos profissionais, mas também ferramentas que contribuem para a melhor seleção dos candidatos.

4.2 Ferramentas de avaliação psicológica no processo de recrutamento e seleção de pessoas

No processo de avaliação psicológica em recrutamento e seleção é salutar a identificação dos meios utilizados pelos profissionais de psicologia para obtenção de êxito, sendo necessário inclusive o aprofundamento nas metodologias a serem adotadas para tal.

Andrade *et al.*, (2022), determinaram que as ferramentas de recrutamento se iniciam com análise de currículo e entrevista inicial, sendo ambas determinantes para a triagem dos candidatos, buscando atender de forma mais concisa as necessidades do cargo proposto.

Rosa e Link (2020) afirmaram ainda que o processo de recrutamento atende a uma cadeia de etapas a serem cumpridas, iniciando-se com a requisição da vaga, definição do perfil para vaga e definição do processo de seleção, sendo complementado por Bandeira *et al.*, (2020) com a sequência do anúncio da vaga e os tipos de recrutamento a serem seguidos.

Sobre isto, Figueiras *et al.*, (2019) confirmaram os achados ao afirmar que o recrutamento não se limita a uma triagem de currículos e perfis, mas que deve contemplar todo o início de seleção de pessoas, agregando etapas que sustentam todo o processo. Hallak e Carvalho (2011) complementaram ainda que com um processo de recrutamento bem executado, toda a seleção dos candidatos se torna mais fluída e exitosa.

No que concerne a seleção de pessoal, tanto Rosa e Link (2020), quanto Andrade *et al.*, (2022) determinaram que esta etapa do processo deve ser alinhado por dois fatores, sendo o primeiro as exigências do cargo determinadas pela organização e o perfil apresentado pelos profissionais previamente recrutados. Bandeira *et al.*, (2020) complementaram estes achados ao afirmar que a escolha do candidato é determinada pelo ajuste plausível destes ambos determinantes.

Carvalho (2015) corrobora estes resultados ao apontar a necessidade de reconhecimento da importância entre o que a organização almeja em relação a vaga proposta e as qualidades e potencialidades do candidato, sendo então crucial a aplicação de ferramentas competentes para tal.

Em relação as ferramentas de seleção, Andrade *et al.*, (2022) apresentaram a aplicação de testes psicológicos e realização de dinâmicas de grupo como estratégias importantes e exitosas para averiguar diversos aspectos dos candidatos. Rosa e Link (2020) complementaram com a apresentação da necessidade de aplicação de provas situacionais e testes de conhecimentos específicos, enquanto Bandeira *et al.*, (2020) apresentaram ainda a entrevista individual como importantes nesse processo.

Como confirmação destes achados, Cobrero *et al.*, (2003) determinaram que a seleção de pessoas no meio organizacional não deve se restringir a simples aplicação de uma ferramenta ou ainda pela escolha aleatória da mesma, sendo imprescindível a combinação das melhores ferramentas para essa ação.

4.3 Psicologia organizacional e testes psicológicos

Dentre as ferramentas da psicologia organizacional de maior uso no processo de recrutamento e seleção, os testes psicológicos ganham destaque tanto pela popularidade quanto pelos resultados efetivos apresentados pelos mesmos.

Sobre isto, Marcos (2021) determina que os testes psicológicos, por se tratarem de uma metodologia específica ao psicólogo, tem a função primordial de avaliar características dos candidatos no que tange a traços de personalidade muitas vezes não perceptivas de imediato. Jesus e Barbalho (2021) complementaram que estes testes quando atentam para traços de personalidade são decisivos em grande

parte das seleções, uma vez que apontam possíveis conexões ou não com o perfil pedido pela vaga.

Carvalho (2015) apresenta como confirmação destes dados encontrados acerca da importância dos testes psicológicos, uma vez que estas ferramentas, quando utilizadas para avaliação de traços de personalidade, têm êxito comprovado uma vez que facilitam a seleção do candidato.

Czekster (2022) apresenta ainda como utilização importante de testes psicológicos em processos de recrutamento e seleção a indicação de aptidões que os candidatos possuem, sendo pertinente a sua identificação para estabelecer pontos de seleção. Neste sentido Assis e Alves (2025) determinaram que estas aptidões em geral não são observadas de forma imediata, sendo necessário que os testes sejam aplicados.

Passarelli *et al.*, (2020) afirmaram ainda que estas testagens contribuem de forma direta para a redução da rotatividade de pessoal nas organizações, uma vez que ao identificar traços particulares dos candidatos e determinadas aptidões dos mesmos, contribui diretamente para que os empregados se adequem ao perfil da vaga e as demandas das organizações.

Em relação a estes achados Bosa (2018) determina que as aptidões determinadas por uma organização devem ser seguidas a rigor pelo processo de recrutamento e seleção, sendo pertinente a utilização de todas as ferramentas de identificação das mesmas, destacando-se principalmente a utilização de testes psicológicos.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A avaliação psicológica é um componente fundamental e de grande relevância no processo de recrutamento e seleção de pessoas. A análise dos estudos demonstra que a aplicação de testes psicológicos e outras ferramentas avaliativas proporcionam uma abordagem mais objetiva, rigorosa e preditiva, superando as limitações de métodos baseados unicamente em currículos e entrevistas não estruturadas.

Este estudo, com o alcance dos objetivos propostos, reforça que a relevância da avaliação psicológica reside na sua capacidade de mensurar aspectos-chave que influenciam diretamente o desempenho e a permanência do profissional na organização. A avaliação psicológica não deve ser a única base para a decisão, mas sim um complemento indispensável que enriquece a análise do perfil do candidato.

Para pesquisas futuras, sugere-se a investigação do impacto da digitalização na avaliação psicológica, bem como estudos sobre a validade cultural dos testes em diferentes contextos e o seu efeito na experiência do candidato. Em suma, a avaliação

psicológica se estabelece como um pilar estratégico da gestão de pessoas, transformando o recrutamento em um processo mais assertivo e alinhado aos objetivos da organização.

REFERÊNCIAS

- ALVES, G. C. M; ASSIS, F. A. A. **Apropriações de instrumentos de orientação profissional, vocacional e de carreiras para a gestão de pessoas.** Revista Uniaraguaia, v. 20, n. 1, p. 265-280, 2025.
- BANDEIRA, D. R; ANDRADE, J. M de; PEIXOTO, E. M. **O uso de testes psicológicos: Formação, avaliação e critérios de restrição.** Psicologia: Ciência e Profissão, v. 41, p. e252970, 2021.
- BORSA, J. C; LINS, M. R. C; DA ROSA, H. L. R. S. **Dicionário de avaliação psicológica.** Votor Editora, 2022.
- BRANDÃO, M. E. O; DOS SANTOS, M. F. R; MEDINA, C. M. **A Importância do Recrutamento e Seleção Humanizado dentro das empresas.** Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação, v. 9, n. 10, p. 926-937, 2023.
- CAMARGO, M. L; MACEDO, R. C. J. **Concepções sobre Psicologia Organizacional e do Trabalho entre estudantes de Psicologia.** Semina: Ciências Sociais e Humanas, v. 41, n. 1, p. 63-80, 2020.
- CARVALHO, I. M. V. **Recrutamento e seleção por competências.** Editora FGV, 2015.
- CUNHA, A. C; RODRIGUES, T. T. A; DA SILVA, R. T. P. **A Importância da psicologia organizacional nas empresas.** Revista Mato-grossense de Gestão, Inovação e Comunicação, v. 1, n. 2, p. 118-129, 2023.
- CZEKSTER, J. T. R. **A utilização de testes no processo de recrutamento e seleção em empresas com base na psicologia organizacional.** Trabalho de Conclusão de Curso - Psicologia, p. 15-15, 2022.
- DA COSTA, A. **A prática do psicólogo frente a seleção de pessoal.** Anais de Psicologia, v. 1, n. 1, p. 24-26, 2022.
- DOMINGUES, P. S; DOS SANTOS, E. J. **O sofrimento psíquico em processos de recrutamento e seleção: um convite à gestão humanizada.** Revista Científica UMC, v. 7, n. 2, 2022.
- FAGUNDES, S. M; DE ANDRADE, V. L. P. **A contribuição estratégica do psicólogo organizacional frente às mudanças comportamentais da geração Z.** Cadernos de Psicologia, v. 7, n. 13, 2025.
- FIGUEIRAS, B. S. **A importância do recrutamento e seleção na organização: tipos de entrevista.** Revista Científica Unilago, v. 1, n. 1, 2019.
- FREITAS, M. N. C. **Psicologia organizacional e do trabalho: Perspectivas teórico-práticas.** Votor Editora, 2022.
- FREITAS, M. N. C; SANTOS, J. C. **Capacitismo e Inclusão: contribuições teórico-**

práticas da Psicologia Organizacional e do Trabalho. Vetur Editora, 2023.

GURKA, D. P. Q; NOGUEIRA, M. S. **O papel do psicólogo organizacional: a evolução do saber e da prática dentro da organização.** Caderno de Publicações Univag, n. 12, 2022.

HUTZ, C. S. **O que é avaliação psicológica: métodos, técnicas e testes.** Psicometria, v. 1, p. 11-21, 2015.

JESUS, C. T. M. **O uso de testes psicológicos no contexto organizacional: os benefícios de seu uso em uma empresa têxtil do interior de minas gerais.** 2021.

LONGO, L. B. F. **Psicologia organizacional: diagnóstico e intervenção a partir das demandas de uma microempresa do ramo farmacêutico no interior de Minas Gerais.** Anais do Seminário Científico do UNIFACIG, n. 8, 2022.

MELO, A. C; ANDRADE, J do N. T. **Recrutamento e seleção: Do analógico ao digital.** ID on line. Revista de psicologia, v. 17, n. 66, p. 126-142, 2023.

MOTA, M. M; DE ARAÚJO, I. P; BARBOSA, L. C. S. **Atuação do (a) Psicólogo (a) Organizacional e do Trabalho no contexto hospitalar: desafios e possibilidades.** Somma: Revista Científica do Instituto Federal do Piauí, v. 7, n. 1, p. 1-17, 2021.

NETO, A. D; BANDEIRA, P. S. R. S; MACÊDO, M. E. C. **Novas Ferramentas para encontrar Talentos: Recrutamento e Seleção On-Line.** ID on line. Revista de psicologia, v. 14, n. 50, p. 964-974, 2020.

PASQUALINI, J. C; MARTINS, F. R; EUZÉBIOS FILHO, A. **A “Dinâmica de Grupo” de Kurt Lewin: proposições, contexto e crítica.** Estudos de Psicologia (Natal), v. 26, n. 2, p. 161-173, 2021.

PONTES, B. R. **Planejamento, recrutamento e seleção de pessoal.** LTr Editora, 2022.

REPPOLD, C. T. **Perfil dos psicólogos brasileiros que utilizam testes psicológicos: Áreas e instrumentos utilizados.** Psicologia: Ciência e Profissão, v. 40, p. e201348, 2020.

RIBEIRO, A. **Inventário de Felicidade no Trabalho (IFT) – Análise fatorial para a construção de uma versão reduzida.** In: Livro de resumos do XI Congresso Iberoamericano de Avaliação Psicológica: Avaliação psicológica–Modelos, metodologias e aplicações. 2023. p. 116-117.

ROSA, P. F. M; LINKE, P. P. **A evolução das competências como ferramenta de avaliação no processo de recrutamento e seleção.** Revista Scientia Alpha, v. 1, n. 1, 2024.

SILVA, L. R; SILVA, A. A. **O papel da psicologia organizacional no âmbito do recrutamento e seleção.** Revista Faculdades do Saber, v. 10, n. 24, p. 645-657, 2025.

SILVA, L. A. S. **A prática da psicologia no ambiente organizacional.** ANALECTA-Centro Universitário Academia, v. 10, n. 2, 2024.

SILVA, R; ANDRADE, V. **A psicologia organizacional e implicações das técnicas de seleção: uma análise no contexto nacional.** Cadernos de Psicologia, v. 3, n. 5, 2022.

SOLIGO, A de F. **Formação em Psicologia: estágios e avaliação psicológica.** Psicologia: ciência e profissão, v. 40, p. e243432, 2020.

SOUSA, D. M. M de; PASSARELLI, S. E; PUGLIESI, J. B. **A inteligência artificial no recrutamento e seleção de pessoas.** 2020.

VASCONCELO, I. R; RIZZATTI, M. R; ANDRADE, J do N. T. **A Importância do processo de Recrutamento e Seleção para uma Gestão Empresarial eficiente em Micro e Pequenas Empresas.** ID on line. Revista de psicologia, v. 16, n. 64, p. 76-90, 2022.

VAZQUEZ, A. C. S; HUTZ, C. S. (Ed.). **Psicologia positiva organizacional e do trabalho na prática.** Hogrefe, 2021.

A ESCUTA ESPECIALIZADA E O DEPOIMENTO ESPECIAL NO PROCESSO PENAL BRASILEIRO: DESAFIOS DA PRODUÇÃO PROBATÓRIA E DA PROTEÇÃO INTEGRAL DE CRIANÇAS E ADOLESCENTES VÍTIMAS DE VIOLÊNCIA SEXUAL

Alan Fernandes dos Santos¹

RESUMO: O presente artigo analisa a tensão existente entre a necessidade de produção probatória no processo penal brasileiro e a proteção integral de crianças e adolescentes vítimas de violência sexual, à luz da lei 13.431/2017 e do decreto 9.603/2018. Examina-se a distinção conceitual e procedural entre a escuta especializada (ee), voltada à proteção social e provimento de cuidados pela rede de proteção, e o depoimento especial (de), destinado à produção de prova judicial. Aborda-se a problemática da revitimização institucional, os desafios de implementação dos institutos, a ausência de capacitação profissional e a desarticulação da rede intersetorial. Conclusivamente, demonstra-se que a conciliação entre prova e proteção exige respeito estrito às finalidades legais de cada procedimento, fortalecimento da rede de proteção, capacitação continuada, pactuação de fluxos intersetoriais e utilização subsidiária do de, buscando-se provas por outros meios, conforme determina o art. 22 da lei 13.431/2017.

PALAVRAS-CHAVE: Revitimização; Institucional; Cuidado; Produção probatória; Processo legal.

ABSTRACT: This article analyzes the tension between the need for evidence production in Brazilian criminal proceedings and the comprehensive protection of children and adolescents who are victims of sexual violence, in light of Law 13,431/2017 and Decree 9,603/2018. It examines the conceptual and procedural distinction between specialized hearings (ee), aimed at social protection and the provision of care by the protection network, and special testimony (de), intended for the production of judicial evidence. It addresses the problem of institutional revictimization, the challenges of implementing the institutions, the lack of professional training, and the lack of coordination within the intersectoral network. In conclusion, it demonstrates that the reconciliation between evidence and protection requires strict respect for the legal purposes of each procedure, strengthening of the protection network, ongoing training, agreement on intersectoral flows, and subsidiary use of de, seeking evidence by other means, as determined by Article 22 of Law 13.431/2017.

KEY WORDS: Revictimization. Institutional. Care. Evidence production. Legal proceedings.

1. INTRODUÇÃO

A violência sexual contra crianças e adolescentes constitui fenômeno criminológico de extrema gravidade, com incidência alarmante no Brasil. Segundo o Anuário Brasileiro de Segurança Pública de 2025, foram registrados 87.545 casos de estupro e estupro de vulnerável em 2024, representando recorde histórico. Desses, parcela significativa envolve vítimas menores de 14 anos, submetidas a violência sexual perpetrada, em 67,9% dos casos, por agressores do próprio núcleo familiar.

A persecução penal desses crimes enfrenta desafio probatório singular, pois

¹Bacharel em Direito pela Universidade do Estado da Bahia – UNEB, Tecnólogo em Perícia e Investigação Criminal pela Anhanguera, Pós-graduado em Direito Público Licitatório pela Faculdade Focus. Email: alansantos.adv@gmail.com

diferentemente de outros delitos, os crimes sexuais praticados contra vulneráveis ocorrem, frequentemente, sem testemunhas, em ambiente privado, sem deixar vestígios físicos duradouros, e com dinâmica de silenciamento da vítima mediante ameaças, manipulação afetiva ou coação moral.

Nesse contexto probatório adverso, a palavra da vítima assume, historicamente, papel central e, por vezes, exclusivo como elemento de convicção judicial. A jurisprudência consolidada reconhece que, nos crimes contra a dignidade sexual, a palavra da vítima possui especial relevância, ante a clandestinidade com que, em regra, são praticados. A Súmula 593 do STJ vai além, estabeleceu que "o crime de estupro de vulnerável se configura com a conjunção carnal ou prática de ato libidinoso com menor de 14 anos, sendo irrelevante eventual consentimento da vítima para a prática do ato, sua experiência sexual anterior ou existência de relacionamento amoroso com o agente", consagrando a presunção absoluta de vulnerabilidade.

Concomitantemente a essa evolução jurisprudencial, o ordenamento jurídico brasileiro inaugurou, por meio da Lei nº 13.431/2017 e do Decreto nº 9.603/2018, um sistema normativo específico voltado à prevenção e repressão da revitimização de crianças e adolescentes. Nesse contexto, a legislação instituiu o Depoimento Especial (DE), que consiste em um procedimento de oitiva, realizado em ambiente acolhedor e conduzido por profissional capacitado. O instituto exige a aplicação de técnicas de entrevista investigativa e gravação audiovisual obrigatória, em estrita observância aos princípios da proteção integral (art. 8º, Lei 13.431/17; arts. 11, 12, 20-27, Decreto 9.603/18).

Entretanto, a Lei nº 13.431/2017 impôs desafios operacionais ao sistema de justiça. Ao passo que o art. 11, §2º, determina a irrepetibilidade da oitiva (salvo estrita necessidade e anuêncio), o art. 22 exige o esgotamento de outras vias investigativas para evitar que a palavra da vítima seja o único lastro probatório. Essa arquitetura normativa evidencia uma colisão de interesses: a demanda por produção de prova para a condenação versus a garantia de não revitimização da criança ou adolescente. Emerge, assim, o seguinte problema de pesquisa: Como conciliar, no âmbito do processo penal brasileiro, a necessidade de produção probatória mediante a oitiva de crianças e adolescentes vítimas de violência sexual com a garantia constitucional de proteção integral e não revitimização estabelecida pela Lei 13.431/2017?

O presente artigo tem como objetivo geral analisar criticamente a problemática da produção probatória no processo penal envolvendo vítimas crianças e adolescentes de violência sexual, investigando os limites e possibilidades do Depoimento Especial, a aplicação do art. 22 da Lei 13.431/17, e propondo diretrizes hermenêuticas e

operacionais para a conciliação entre prova e proteção.

Especificamente, o estudo busca examinar a especificidade probatória dos crimes sexuais contra vulneráveis e a relevância da palavra da vítima, bem como analisar a natureza jurídica e os limites do Depoimento Especial. Em seguida, problematiza-se a irrepetibilidade da oitiva e a produção antecipada de prova sob a ótica do contraditório, investigando a aplicabilidade prática do art. 22 da Lei nº 13.431/17. Por fim, após analisar a jurisprudência dos Tribunais Superiores sobre o tema, o trabalho visa propor critérios técnico-jurídicos para a decisão acerca da realização do Depoimento Especial nos casos concretos.

Para o desenvolvimento deste estudo, adotou-se o método hipotético-dedutivo, operacionalizado por meio de revisão bibliográfica e documental de abordagem qualitativa. O levantamento de dados abrangeu a legislação pátria, com ênfase na Lei nº 13.431/2017 e no Decreto nº 9.603/2018, bem como a jurisprudência atualizada do Superior Tribunal de Justiça (STJ), selecionada a partir de repositórios oficiais. A fundamentação teórica baseou-se em doutrina especializada nas áreas de Direito Processual Penal e Criminologia, priorizando obras que dialogam com o sistema de garantias e a proteção integral de vulneráveis.

A relevância do estudo justifica-se pela atualidade, complexidade e repercussão prática do tema. A implementação da Lei 13.431/2017 impõe aos operadores do Direito (magistrados, promotores, defensores, delegados) e aos profissionais da rede de proteção o desafio de compatibilizar imperativos aparentemente contraditórios: punir eficazmente os agressores sem revitimizar a vítima. A compreensão adequada dessa tensão, e a construção de soluções dogmaticamente fundamentadas e constitucionalmente conformes, são conditio sinequa non para a efetivação simultânea da justiça criminal e da proteção dos direitos da criança e do adolescente.

2. DESENVOLVIMENTO

2.1 A prova no processo penal e a especificidade dos crimes sexuais contra vulneráveis

A prova atua como instrumento de reconstrução histórica no processo, constituindo o conjunto de elementos aptos a demonstrar a veracidade de um fato relevante. Segundo Lopes Jr. (2021), são justamente "os meios através dos quais se fará essa reconstrução do fato passado". Não obstante o caráter polissêmico do vocábulo (Dezem, 2025), o ordenamento pátrio orienta-se pelo princípio do livre convencimento motivado, nos termos do art. 155 do CPP:

Art. 155. O juiz formará sua convicção pela livre apreciação da prova produzida em contraditório judicial, não podendo fundamentar sua decisão exclusivamente nos elementos informativos colhidos na investigação, ressalvadas as provas cautelares, não repetíveis e antecipadas. (BRASIL, 1941, com redação dada pela Lei 11.690/2008, grifo nosso).

O referido postulado assegura ao julgador autonomia na apreciação do acervo probatório, afastando, via de regra, o sistema da prova tarifada. Há, todavia, exceções legais, a exemplo da indispensabilidade do exame pericial nos delitos transeuntes (art. 158, CPP). Em contrapartida, impõe-se o dever inafastável de motivar racionalmente o convencimento, o que blinda o processo contra o subjetivismo e o arbítrio.

O Brasil adota o sistema da persuasão racional do juiz, também chamado de livre convencimento motivado, em que o juiz é livre para formar seu convencimento, valorando as provas que constam nos autos, mas com o dever de fundamentar, de explicar, de justificar o porquê de ter decidido dessa ou daquela maneira. É um sistema misto, pois combina a liberdade de valoração (rechaçando a prova tarifada) com o dever de motivação (afastando a íntima convicção) (Lopes Júnior, 2020, p. 481).

O art. 156 do CPP estabelece os poderes instrutórios do juiz, permitindo-lhe, de ofício, determinar a produção de provas que entender necessárias, desde que respeitados os limites do contraditório e da imparcialidade. Esse dispositivo foi objeto de intenso debate doutrinário, com parte da doutrina (garantista) sustentando sua incompatibilidade com o sistema acusatório (CPP, art. 3º-A, incluído pela Lei 13.964/2019 - "Pacote Anticrime"); outra parte (mais tradicional) defendendo sua constitucionalidade, desde que exercido com parcimônia, para suprir lacunas probatórias essenciais à descoberta da verdade processual.

A instrução probatória nos crimes contra a dignidade sexual de vulneráveis reveste-se de singularidades. Sob a ótica multidisciplinar de Furniss (1993), destaca-se a "síndrome do segredo", mecanismo pelo qual o agressor — geralmente figura de referência para a criança — assegura o silêncio através de coação ou manipulação da realidade. Tal contexto reverbera diretamente na colheita da prova, manifestando-se através: (i) da revelação tardia (*delay in disclosure*); (ii) da narrativa fragmentada e progressiva, que evolui da minimização para a descrição integral da violência; e (iii) da retratação, compreendida aqui não como mentira, mas como sintoma da ambivalência afetiva e do trauma.

Sob o prisma da prova material, crimes sexuais contra vulneráveis frequentemente não deixam vestígios físicos perenes. Embora o exame de corpo de delito seja indispensável quando há rastro (art. 158, CPP), sua conclusão nem sempre

é definitiva. Isso ocorre porque, em atos libidinosos diversos da conjunção carnal, a ausência de lesões genitais ou anais é comum. Mesmo nos casos de penetração, a rápida cicatrização e a existência de himens complacentes podem mascarar a ruptura. Ademais, a cronicidade dos abusos e o lapso temporal entre o último ato e a perícia reduzem drasticamente a probabilidade de detecção de vestígios (CHILDHOOD BRASIL; MDHC, 2023).

Quanto à prova testemunhal, crimes sexuais ocorrem, tipicamente, na clandestinidade, sem testemunhas oculares. Eventuais testemunhas são indiretas, relatando apenas mudanças de comportamento da vítima, reproduzindo relatos dela, presenciando o contexto de convivência abusiva, mas não o ato sexual em si. A palavra da vítima, portanto, torna-se, em muitos casos, o único elemento probatório direto sobre a autoria e materialidade do fato.

A partir disso a jurisprudência dos Tribunais Superiores reconhece essa especificidade. O STJ pacificou o entendimento de que "nos crimes contra a dignidade sexual, a palavra da vítima possui especial relevância" (Superior Tribunal de Justiça STJ- AgRg no AgRg no AREsp 2157131 CE 2022/0197964-5).

Nos crimes sexuais (estupro, importunação sexual etc.), que geralmente são cometidos na clandestinidade (longe dos olhos de testemunhas), a palavra da vítima assume especial relevância probatória, mormente quando corroborada por outros elementos de prova (v.g., laudo pericial, mensagens trocadas com o acusado, testemunhas indiretas). Não se trata de dar valor absoluto ao seu depoimento, mas de reconhecer que, em certas circunstâncias, pode ser o único elemento direto de prova disponível, sendo suficiente para a condenação se for firme, coerente e não desmentido pelo restante do acervo probatório (Lima, 2020, p. 865).

Não se trata de atribuir valor probatório absoluto à palavra da vítima, mas de reconhecer que, quando isolada como única prova direta, ela pode, se firme, coerente, harmônica com as demais circunstâncias dos autos, e não contraditada por outras provas robustas, fundamentar decreto condenatório, desde que observados os demais requisitos.

2.2 O depoimento especial e escuta especializada como meio de prova: natureza jurídica, validade e limites

A distinção entre Escuta Especializada e Depoimento Especial é nevrálgica, e sua incompreensão prática acarreta consequências deletérias ao processo penal. A confusão entre os institutos gera distorções na atuação da rede intersetorial, levando profissionais do cuidado a realizarem escutas investigativas — invadindo a esfera da persecução penal e causando revitimização. Simultaneamente, observa-se órgãos de

segurança e justiça delegando indevidamente à rede de proteção a responsabilidade pela 'confirmação' da violência. Tal cenário culmina na multiplicação desnecessária de oitivas, violando frontalmente o princípio da irrepetibilidade.

2.2.1 Escuta especializada e depoimento especial: definições, natureza e distinções conceituais

Nos termos do artigo 7º da Lei nº 13.431/2017, a Escuta Especializada é o procedimento de entrevista conduzido por órgãos da rede de proteção (saúde, assistência, educação). Sua finalidade precípua é o acompanhamento da vítima, devendo o relato limitar-se ao estritamente necessário para o provimento de cuidados, distinguindo-se, portanto, da finalidade investigativa.

O Decreto 9.603/2018, em seu artigo 19, aprofunda e esclarece a definição:

Art. 19. A escuta especializada é o procedimento realizado pelos órgãos da rede de proteção nos campos da educação, da saúde, da assistência social, da segurança pública e dos direitos humanos, com o objetivo de assegurar o acompanhamento da vítima ou da testemunha de violência, para a superação das consequências da violação sofrida, limitado ao estritamente necessário para o cumprimento da finalidade de proteção social e de provimento de cuidados. (BRASIL, 2018, grifo nosso).

O Depoimento Especial é definido pelo artigo 8º da Lei 13.431/2017 como "o procedimento de oitiva de criança ou adolescente vítima ou testemunha de violência perante autoridade policial ou judiciária" (BRASIL, 2017). O Decreto 9.603/2018, em seu artigo 22, esclarece que o DE "será realizado em local apropriado e acolhedor, com a finalidade de produzir prova para o processo de investigação ou de responsabilização" (BRASIL, 2018).

O traço distintivo reside na natureza jurídica e na finalidade. A EE possui caráter eminentemente assistencial (proteger e cuidar), ao passo que o DE possui natureza instrumental, voltado à instrução probatória. O desvirtuamento dessas funções representa um equívoco técnico grave, capaz de gerar a revitimização institucional da criança ou adolescente.

Positivado pela Lei n. 13.431/2017, o depoimento especial, espécie de escuta protetiva 1, ingressa em sistema de garantia de direitos da criança e do adolescente vítima ou testemunha de violência, alterando a Lei n. 8.069/1990 (Estatuto da Criança e do Adolescente). (Madeira, 2022)

O Depoimento Especial, instituído pela Lei 13.431/2017, não é, tecnicamente, um novo meio de prova, visto que o CPP, em seus artigos 202 a 225, já previa a oitiva de testemunhas. Trata-se de modalidade especial de coleta de prova testemunhal,

com rito procedural diferenciado, destinado a crianças e adolescentes vítimas ou testemunhas de violência (BRASIL, 2017, art. 8º).

2.2.2 O procedimento do depoimento especial

A natureza jurídica do Depoimento Especial (DE) é de prova testemunhal qualificada, submetida a rigorosos requisitos formais e procedimentais com o escopo de compatibilizar a busca pela verdade processual com a doutrina da proteção integral. O rito, minuciosamente regulamentado no art. 12 da Lei nº 13.431/2017 e nos arts. 20 a 27 do Decreto nº 9.603/2018, exige que a oitiva seja conduzida por profissional especializado em entrevista forense. Esse facilitador atua como elo técnico entre o magistrado e a criança, devendo possuir formação específica em protocolos reconhecidos de entrevista investigativa, a exemplo do Protocolo NICHD ou do Protocolo Brasileiro de Entrevista Forense (PBEF).

A dinâmica procedural inicia-se obrigatoriamente com o esclarecimento dos direitos e o planejamento da participação da vítima, privilegiando-se, na sequência, a narrativa livre com intervenção mínima do entrevistador. As perguntas complementares, formuladas pelas partes e pelo magistrado na sala de audiência, submetem-se ao crivo judicial e são transmitidas via ponto eletrônico ao facilitador. Cabe a este reformulá-las, adaptando a linguagem ao estágio de desenvolvimento da criança, antes de dirigi-las ao depoente. Todo o ato é transmitido em tempo real para a sala de audiência e gravado em sistema audiovisual, integrando os autos como prova documental.

Ademais, o sistema normativo impõe vedações absolutas visando à blindagem psíquica da vítima: proíbe-se a acareação e qualquer contato, ainda que visual, com o suposto agressor, tramitando o feito em segredo de justiça. Respeitadas tais balizas, o Depoimento Especial goza de plena validade probatória, produzido sob o crivo do contraditório deferido. Todavia, vigora a regra da irrepetibilidade (art. 11), que veda a reiteração da oitiva, salvo se demonstrada a imprescindibilidade da medida e mediante expressa concordância da vítima ou de seu representante legal, consolidando sua natureza de prova antecipada.

2.2.3 A obrigatoriedade do procedimento e o regime de nulidades

A redação do caput do art. 11 da Lei 13.431/2017, conjugada com o art. 8º e com o art. 12, evidencia que o legislador estabeleceu o Depoimento Especial como procedimento obrigatório para a oitiva de crianças e adolescentes vítimas ou testemunhas de violência no âmbito dos processos judiciais, policiais ou administrativos. A obrigatoriedade, contudo, não é absoluta. A própria lei estabelece

exceções e condições de flexibilização.

A norma prevê ainda uma ressalva de ordem temporal. A locução "sempre que possível", insculpida no caput do art. 11, denota que a realização do DE em sede de produção antecipada, embora prioritária, comporta exceções. O legislador conferiu margem para adaptação caso a medida se mostre inexequível diante das particularidades do caso concreto.

Ainda também prevê ainda uma salvaguarda subjetiva no §2º do artigo 11. Trata-se da irrepetibilidade condicionada, que subordina qualquer nova inquirição a dois fatores simultâneos: a justificativa de imprescindibilidade técnica e a anuência expressa da vítima ou de seu representante. Essa construção legal implica que, uma vez realizado o Depoimento Especial, vigora a presunção de irrepetibilidade, somente afastada se respeitada a autonomia da criança ou adolescente em não ser revitimizada.

Por fim, o dispositivo legal estabelece ainda critérios materiais de aplicação cogente. Determina-se que o Depoimento Especial seja realizado, obrigatoriamente, em sede de produção antecipada de prova judicial sempre que a vítima for menor de sete anos ou se tratar de crime de violência sexual (art. 11, §1º). Diante de tais hipóteses taxativas, a realização do ato em momento processual diverso viola o devido processo legal específico.

Portanto, a obrigatoriedade do DE refere-se ao procedimento técnico, a forma da oitiva, não à necessidade de oitiva em si. Ou seja, se a autoridade competente decidir ouvir a criança ou adolescente, essa oitiva deve, obrigatoriamente, seguir o procedimento do DE (art. 12, Lei 13.431/17; arts. 20-27, Decreto 9.603/18).

A inobservância do procedimento do Depoimento Especial, isto é, a oitiva de criança ou adolescente vítima ou testemunha de violência sem observância dos requisitos do art. 12 da Lei 13.431/2017, constitui vício processual. O qual deve ensejar nulidade relativa. A distinção entre nulidade absoluta e nulidade relativa no processo penal fundamenta-se em critérios constitucionais e legais. A divisão doutrinária comum é entre nulidades relativas e absolutas. Quanto a absoluta temos que:

Decorre da violação de interesse processual de ordem pública. Tamanho o vício, que não haverá preclusão para a alegação desta matéria. Mesmo após o trânsito em julgado, pode ser alegada a existência de nulidade absoluta por meio de revisão criminal ou de habeas corpus (Dezem, 2021).

Da nulidade absoluta decorre o prejuízo presumido, pois é gestado da inobservância da norma. Quanto a nulidade relativa, para que seja declarada, é necessária a arguição em momento oportuno e a demonstração do prejuízo. Conforme

leciona Dezem (2021), a nulidade relativa decorre da violação de interesse eminentemente privado, exigindo que a parte demonstre o efetivo prejuízo processual para seu reconhecimento. O autor ressalta que, caso não seja arguida no momento oportuno, ocorrerá preclusão, impossibilitando sua alegação em momento posterior.

Não basta a simples alegação de que o procedimento legal não foi seguido. A parte que alega a nulidade, é necessário demonstrar de forma concreta qual foi o prejuízo causado. Este é o princípio do *pas de nullité sans grief* (não há nulidade sem prejuízo), consagrado no art. 563 do Código de Processo Penal.

O prejuízo pode se manifestar, por exemplo, se for demonstrado que a forma como a criança ou adolescente foi ouvida a constrangeu, intimidou ou influenciou suas respostas, comprometendo a credibilidade da prova e, consequentemente, prejudicando o direito de defesa. Como nulidade relativa, a inobservância do procedimento do DE não é reconhecida de ofício pelo juiz, e não é declarada automaticamente. A parte, deve arguir a nulidade no momento processual oportuno e demonstrar o prejuízo concreto decorrente do vício (art. 563, CPP; art. 571, CPP). Se a nulidade for declarada, o ato viciado (a oitiva) deve ser anulado.

2.3 A problemática da irrepetibilidade e a produção antecipada de prova

A regra da irrepetibilidade, consubstanciada no art. 11, §2º, da Lei nº 13.431/2017, institui uma limitação inédita no processo penal brasileiro: a determinação de que a oitiva de crianças e adolescentes ocorra, via de regra, uma única vez. A norma possui clara teleologia protetiva, visando evitar a revitimização decorrente da sucessão de depoimentos nas diversas fases da persecução. Seja na etapa policial, na instrução processual ou em eventual fase recursal (CONSELHO NACIONAL DO MINISTÉRIO PÚBLICO, 2024).

2.3.1 Preclusão probatória e contraditório diferido

Se o DE é realizado uma única vez, em momento processual precoce, o contraditório é necessariamente diferido.

Como se demonstrou, o depoimento especial realizado na fase investigativa permite o contraditório diferido e se justifica pela indispensabilidade da sua realização, ainda que na ausência do suspeito e de seu defensor, desde que comprovados o periculum in mora e o fumus boni juris (Madeira, 2022).

Ainda que a defesa seja intimada, o grau de conhecimento dos fatos e de preparação defensiva é, naturalmente, inferior ao que seria em uma instrução penal ordinária.

A doutrina processual penal tradicional sustenta que a produção antecipada de prova, desde que realizada com respeito ao contraditório, é constitucionalmente válida, pois o contraditório, nesses casos, é deferido. O art. 156, I, do CPP autoriza expressamente o juiz a determinar, de ofício, antes de iniciada a ação penal, "a produção antecipada de provas consideradas urgentes e relevantes, observando a necessidade, adequação e proporcionalidade da medida" (BRASIL, 1941).

No entanto, parte da doutrina garantista critica essa prática, argumentando que:

Com a inserção do art. 3º-A no CPP, pela Lei n. 13.964/2019, o sistema acusatório foi erigido a princípio fundamental do processo penal brasileiro, vedando-se expressamente ao juiz substituir a atuação probatória do órgão de acusação. Logo, a iniciativa probatória do juiz, prevista no art. 156, I, do CPP, é com ele absolutamente incompatível, por violar a imparcialidade e a estrutura dialética do processo, devendo ser considerada tacitamente revogada (Lopes Júnior, 2020, p. 335).

Contudo a jurisprudência entende que "O fato de a defesa não ter participado diretamente do depoimento especial igualmente não caracteriza óbice ao exercício do contraditório e da ampla defesa, vez que, em situações como essas, nas quais a prova é antecipadamente produzida e não repetida em juízo, materializa-se o que, doutrinariamente, se intitula "contraditório deferido; postergado; adiado" (Tribunal de Justiça de São Paulo TJ-SP - Apelação Criminal: 1502621-71.2022.8.26.0438)

2.3.2 Impacto da irrepetibilidade na reavaliação da prova

Se o DE foi realizado uma única vez, e a gravação audiovisual foi juntada aos autos, o Tribunal, em sede de apelação, não pode determinar a realização de novo DE, salvo se demonstrada a imprescindibilidade e houver concordância da vítima/testemunha — art. 11, §2º, Lei 13.431/17)².

Essa limitação reforça a importância da qualidade técnica do DE realizado³. Se o profissional que conduziu o DE cometeu erros técnicos, ou se o juiz de primeiro grau deferiu perguntas inadequadas formuladas pelas partes, a prova estará irremediavelmente contaminada, com mínima ou quase nenhuma possibilidade de repetição.

2.4 A busca de outras provas (art. 22, lei 13.431/17) e seus limites práticos

O artigo 22 da Lei 13.431/2017 estabelece que:

²Superior Tribunal de Justiça STJ - AGRAVO REGIMENTAL NOS EMBARGOS DE DECLARAÇÃO NO HABEAS CORPUS: AgRg nos EDcl no HC 765562 SP 2022/0263515-7.

³A produção de prova não prejudicará o andamento do processo, nem poderá ser adiada para data posterior à audiência de instrução e julgamento, salvo se justificada a necessidade da medida.

As autoridades responsáveis pela investigação e pela ação penal envidarão esforços investigativos para que o depoimento especial não seja o único meio de prova, devendo acompanhar outros elementos de convicção, conforme o caso. (BRASIL, 2017, grifo nosso).

O artigo 22 sintetiza o esforço legislativo de equilibrar a balança penal. A diretriz para que o Depoimento Especial não figure como meio exclusivo de prova sinaliza não apenas a cautela quanto à suficiência probatória da palavra da vítima, mas, sobretudo, a responsabilidade do Estado na condução da investigação. Busca-se, assim, retirar dos ombros da criança ou adolescente o peso exclusivo da responsabilização do agressor. Todavia, a aplicação prática desse ideal de "esforço investigativo" confronta-se com a realidade da ausência de vestígios na maioria dos casos.

2.4.1 Quais são as "outras provas" possíveis em crimes sexuais contra vulneráveis?

Conforme exposto em seção anterior, crimes sexuais contra vulneráveis frequentemente não deixam vestígios físicos duradouros e não têm testemunhas oculares. Quais provas, então, podem ser buscadas para corroborar a palavra da vítima (via DE) ou, no limite, substituí-la?

No que tange à prova pericial, o exame de corpo de delito enfrenta limitações intrínsecas. Conforme exposto, o laudo resta frequentemente inconclusivo, especialmente em atos libidinosos diversos da conjunção carnal ou quando há lapso temporal significativo entre o fato e a perícia. Sua relevância, contudo, é inegável: quando positivo, constitui prova material robusta; quando negativo, não afasta a materialidade delitiva. Nesses casos, aplica-se a inteligência do art. 167 do Código de Processo Penal, onde diz que "não sendo possível o exame por haverem desaparecido os vestígios, a prova testemunhal poderá suprir-lhe a falta" (BRASIL, 1941).

Complementarmente, a prova documental, consubstanciada em registros médicos, escolares, laudos psicológicos e fichas de atendimento da rede de proteção, atua como elemento indiciário. Embora sejam provas indiretas que não comprovam a materialidade per se, são fundamentais para demonstrar um contexto compatível com o abuso, revelar impactos psicológicos e documentar revelações anteriores.

Destaca-se também a prova testemunhal indireta, composta por depoimentos de familiares, professores e profissionais de saúde que acolheram a revelação espontânea da vítima ou presenciaram mudanças comportamentais. Ainda que não tenham presenciado o ato sexual (testemunhas de *auditu*), tais relatos possuem força

probante para corroborar a palavra da vítima e conferir verossimilhança à acusação.

Cumpre-se observar o que sinaliza a doutrina sobre esse tipo de prova:

A testemunha de 'ouvir dizer' (*hearsay testimony*) é aquela que não presenciou o fato e apenas transmite o que lhe foi dito por outra pessoa. Em geral, seu valor probatório é baixíssimo, pois, além de ser um depoimento de segunda mão, não permite que a defesa exerça sobre a fonte da informação o salutar contraditório. Contudo, não se pode negar que pode servir como prova corroboradora, especialmente quando se trata de declarações espontâneas da vítima a pessoas de sua confiança logo após o evento traumático (Lopes Jr., 2020, p. 396).

Adicionalmente, ganha relevo a prova material digital, compreendendo mensagens eletrônicas trocadas entre as partes, imagens, vídeos armazenados em dispositivos do agressor e histórico de navegação. Quando existente, constitui prova direta e robusta, embora sua obtenção não seja possível em muitos casos.

Quanto à confissão do réu, trata-se de prova direta de autoria, porém de ocorrência extremamente rara em crimes sexuais contra vulneráveis. Ressalte-se que, mesmo quando o acusado confessa, a admissão dos fatos frequentemente se dá de forma parcial ou minimizadora.

Por fim, admite-se a utilização de prova emprestada, consistente em depoimentos ou documentos produzidos em outros processos envolvendo as mesmas partes. Sua validade, contudo, depende de autorização judicial, estrita observância do contraditório e demonstração de pertinência temática.

2.4.2 O paradoxo do art. 22: dever de buscar provas que, frequentemente, não existem

O art. 22, ao impor o dever de "envidar esforços investigativos", pressupõe que existam outras provas a serem buscadas. No entanto, a natureza do crime sexual contra vulnerável, conforme extensivamente exposto, é tal que, em muitos casos, não há outras provas materiais ou testemunhais diretas disponíveis. O que fazer, nesses casos?

O dispositivo impõe um dever de diligência ao Ministério Público e à autoridade policial e, subsidiariamente, ao juiz (art. 156, CPP). Devem esgotar as possibilidades investigativas. Mas, se, após esgotadas essas diligências, restar apenas a palavra da vítima (via DE), essa prova pode fundamentar a condenação, desde que seja firme, coerente, harmônica com as demais circunstâncias dos autos, e não contraditada por outras provas robustas, como sinalizado em item anterior.

Interpretar o art. 22 no sentido de que a ausência de outras provas impede a condenação seria esvaziar a eficácia da persecução penal de crimes sexuais contra

vulneráveis, gerando impunidade sistemática, o que contraria a finalidade protetiva da Lei 13.431/17 e os deveres constitucionais de proteção à infância (art. 227, CF/88) e de punição de crimes graves (art. 144, CRFB/88).

2.5 Jurisprudência dos tribunais superiores: súmula 593/STJ e a palavra da vítima

A jurisprudência do Superior Tribunal de Justiça (STJ) consolidou, ao longo das últimas décadas, entendimentos relevantes sobre a prova em crimes sexuais, especialmente envolvendo vítimas vulneráveis.

2.5.1 Súmula 593/STJ: presunção absoluta de vulnerabilidade

Essa Súmula consagra a presunção absoluta de vulnerabilidade para menores de 14 anos (art. 217-A, CP). Significa que, para a configuração do tipo penal, é irrelevante: O consentimento da vítima, pois a criança/adolescente menor de 14 anos não possui capacidade jurídica para consentir em ato sexual; A experiência sexual anterior da vítima, ainda que a vítima já tenha mantido relações sexuais com terceiros, isso não afasta a vulnerabilidade; A existência de namoro ou relacionamento amoroso com o agressor⁴. A Lei n. 13.718 de 2018, seguiu a Súmula 593 do STJ de 2017, reforçando a não isenção de pena.

A Súmula 593 tem impacto direto sobre a estratégia defensiva em crimes de estupro de vulnerável. Teses defensivas baseadas em consentimento, provocação da vítima, experiência sexual anterior, namoro, são juridicamente inviáveis à luz da Súmula 593. Resta à defesa, portanto, explorar as teses absolutórias clássicas: a negativa de autoria e a inexistência do fato. No plano processual, a estratégia consiste em impugnar a validade do Depoimento Especial apontando eventuais nulidades ou, ainda, demonstrar a fragilidade do arcabouço probatório, pugnando pela absolvição com fulcro na dúvida razoável (*in dubio pro reo*).

2.5.1.1 Palavra da vítima: especial relevância, mas não prova tarifada

É pacífico o entendimento do Superior Tribunal de Justiça no sentido de que, nos crimes contra a liberdade sexual, a palavra da vítima assume especial relevância probatória. Tal posicionamento fundamenta-se na natureza clandestina dessas infrações, cometidas majoritariamente à revelia de testemunhas oculares. Desse modo, o relato da ofendida não pode ser desconsiderado, notadamente quando

⁴Cumpre destacar que a jurisprudência recente do STJ tem dado importante relevo a "constituição de família", considerando erro de proibição e inexistência de efetiva ofensa ao bem jurídico tutelado. Disponível em: <https://www.stj.jus.br/sites/portalp/Paginas/Comunicacao/Noticias/2025/06102025-Para-Quinta-Turma-erro-de-proibicao-afasta-estupro-de-vulneravel-em-caso-de-relacao-amorosa-com-menor.aspx#:~:text=Erro%20de%20proibi%C3%A7%C3%A3o%20afasta%20estupro%20de%20vulner%C3%A1vel%20em%20rela%C3%A7%C3%A3o%20com%20menor>. Acesso em: nov. 2025.

corroborado por outros elementos de convicção, conforme reiterado no julgamento do AgRg no AREsp 1.994.996/TO e em diversos outros precedentes da Corte⁵.

Dessa orientação jurisprudencial, extraem-se vetores fundamentais para a valoração da palavra da vítima. Primeiramente, reconhece-se a especial relevância da palavra da vítima, conferindo-lhe peso probatório diferenciado em razão da clandestinidade intrínseca ao delito sexual. Tal característica permite que o relato da ofendida, mesmo quando constitua o único elemento direto de prova, enseje a condenação, desde que se revista de credibilidade.

Todavia, essa suficiência probatória não é automática. A jurisprudência impõe rígidos *standards* de qualidade, exigindo que o depoimento apresente: (i) firmeza, caracterizada pela segurança e ausência de hesitações excessivas; (ii) coerência interna, com uma narrativa lógica e livre de contradições graves; e (iii) harmonia externa, devendo o relato ser compatível com o restante do contexto probatório.

Por fim, ressalte-se que não se trata de prova tarifada. O valor da palavra da vítima não é absoluto ou pré-fixado em lei. Cabe ao magistrado valorá-la à luz do princípio do livre convencimento motivado (art. 155, CPP), fundamentando racionalmente a credibilidade atribuída ao depoimento frente às demais provas.

2.5.2 Retratação da vítima: valoração pelo juiz

Em casos de retratação, a jurisprudência do STJ⁶ orienta que o juiz deve valorar qual dos relatos merece maior credibilidade, considerando as circunstâncias do caso concreto. Os tribunais avaliam a retratação com especial cautela, considerando a possibilidade de que a vítima esteja sendo coagida, ameaçada ou manipulada pelo agressor ou por familiares para mudar seu depoimento.

Para decidir sobre a manutenção da condenação ou a absolvição, o juiz analisará a consistência da primeira declaração. Se o relato inicial da vítima foi rico em detalhes, coerente e corroborado por outras provas, as circunstâncias da retratação e o confronto com outras provas. Se o conjunto probatório inicial for robusto e a retratação se apresentar frágil e isolada, a tendência é que a condenação seja mantida⁷.

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O enfrentamento do problema de pesquisa revelou que a aparente colisão entre a eficiência da persecução penal e a proteção da infância pode ser solucionada

⁵STJ - AgRg no HC 854563 RO 2023/0333779-6; STJ - AgRg no HC 763553 SP 2022/0252874-1; STJ - AgRg no AREsp 2317583 SP - Publicado em 13/03/2024; STJ - AgRg no AREsp 2274084 MG - Publicado em 18/08/2023.

⁶STJ - Agravo Regimental no Agravo em Recurso Especial: AgRg no AREsp 2613767 MS 2024/0138288-3

⁷STJ - AgRg no HC 935574 SP - Publicado em 18/09/2024.

através de rigor técnico e procedural. Diante do exposto, apresenta-se a síntese conclusiva sobre os limites e possibilidades da Lei nº 13.431/2017.

A conciliação entre a produção probatória e a proteção integral não configura uma antinomia insuperável, mas uma tensão dialética que exige interpretação sistemática. Impõe-se a aplicação ponderada dos princípios constitucionais da proteção integral (art. 227, CF/88) e do devido processo legal (art. 5º, LV, CF/88), em harmonia com as normas processuais penais, à luz da Lei nº 13.431/2017.

Ressalte-se que a referida legislação não vedou a oitiva de crianças e adolescentes, tampouco a tornou medida excepcional. O que se estabeleceu foi a exigência de um rigor procedural específico, o Depoimento Especial, visando evitar a revitimização, aliado ao dever do sistema de justiça de envidar esforços investigativos para que a palavra da vítima não figure como meio exclusivo de prova (art. 22). Conclui-se, portanto, que o Depoimento Especial constitui meio de prova lícito, válido e constitucionalmente conforme, desde que observado estritamente o rito legal (art. 12, Lei 13.431/17; arts. 20-27, Decreto 9.603/18). A inquirição realizada sob tais moldes não viola, *per se*, a proteção integral; ao contrário, o instituto opera como instrumento de conciliação, permitindo a coleta da prova de forma humanizada e menos traumática que o método tradicional.

Ademais, a norma impõe o esgotamento das possibilidades investigativas pelos órgãos de persecução penal. Entretanto, a eventual inexistência de outras provas não pode conduzir à absolvição automática. A palavra da vítima, quando obtida com rigor técnico (DE) e revestida de coerência, é suficiente para o decreto condenatório. Entendimento diverso transformaria o art. 22 em instrumento de impunidade para crimes praticados na clandestinidade, subvertendo a lógica de proteção integral que orienta o diploma legal.

Embora a regra da irrepetibilidade (art. 11, §2º) vise mitigar a revitimização, ela não impõe um óbice absoluto à realização do ato quando este se mostrar necessário. Cabe à autoridade competente avaliar, no caso concreto, a imprescindibilidade do Depoimento Especial, guiando-se por três vetores fundamentais.

O primeiro é a existência de revelação espontânea anterior. Se a vítima já relatou os fatos de forma detalhada e tal relato foi devidamente documentado e judicializado, esvazia-se a necessidade de nova oitiva, mormente se houver provas corroborantes, em homenagem ao art. 22 da Lei nº 13.431/2017⁸.

O segundo vetor refere-se à condição biopsicológica da vítima. Em casos envolvendo crianças de tenra idade (menores de sete anos) ou vítimas com deficiência

⁸Essa cautela decisória encontra respaldo, inclusive, nas diretrizes do Conselho Nacional do Ministério Público (CNMP).

e trauma agudo, a insistência na oitiva pode gerar risco de descompensação emocional grave. Nesses cenários, impõe-se a aplicação do princípio da proporcionalidade, sopesando-se a necessidade probatória frente ao dano potencial à integridade psíquica.

Assim, considera-se a gravidade do delito. Crimes de alto potencial ofensivo podem justificar, proporcionalmente, uma maior necessidade de produção de prova oral, ainda que sob risco controlado de revitimização, visto que a impunidade de infrações graves também constitui forma de violência institucional e insegurança social. A palavra da vítima no DE, embora relevante, submete-se ao livre convencimento motivado. Sua aptidão condenatória depende de firmeza e coerência; na dúvida, prevalece a absolvição (art. 386, VII, CPP). Igual cautela aplica-se à retratação, que não invalida automaticamente o relato inicial se este for robusto e corroborado. Validada a produção antecipada pelo contraditório deferido, conclui-se que a realização do DE não é automática, mas depende de decisão que pondere necessidade e proporcionalidade. Preenchidos tais requisitos, o rito torna-se impositivo.

Por fim, é imperioso reiterar que a Escuta Especializada, realizada pela rede de proteção, não possui função probatória, nos termos do art. 19, §4º, do Decreto nº 9.603/2018. Embora gere subsídios informativos compartilháveis com o sistema de justiça (art. 13, Lei 13.431/17), ela não substitui o Depoimento Especial quando a prova judicial se faz necessária. A confusão entre esses institutos representa um equívoco técnico grave, capaz de gerar, simultaneamente, revitimização e anomia probatória.

Conclui-se que a Lei nº 13.431/2017 oferece o instrumental normativo adequado para conciliar prova e proteção. Contudo, sua efetividade concreta depende de fatores extrajurídicos: a capacitação técnica continuada, a compreensão das distinções conceituais, o esforço investigativo para romper a dependência da prova oral e a interpretação sistemática do ordenamento à luz da Constituição e do ECA. Nem impunidade, nem revitimização. A via intermediária, qual seja a justiça sem revitimização, é possível, desde que os operadores do Direito e a rede de proteção atuem com rigor técnico, sensibilidade humana e compromisso ético irrenunciáveis com a dignidade da criança e do adolescente.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Conselho Nacional de Justiça. **Recomendação nº 33, de 23 de novembro de 2010.** Recomenda aos tribunais a criação de serviços especializados para escuta de crianças e adolescentes vítimas ou testemunhas de violência nos processos judiciais. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 25 nov. 2010.

BRASIL. Constituição da República Federativa do Brasil de 1988. Brasília, DF: Senado Federal, 1988. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Constituicao/ConstituicaoCompilado.htm. Acesso em: nov. 2025.

BRASIL. Decreto nº 9.603, de 10 de dezembro de 2018. Regulamenta a Lei nº 13.431, de 4 de abril de 2017, que estabelece o sistema de garantia de direitos da criança e do adolescente vítima ou testemunha de violência. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 11 dez. 2018. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2018/decreto/d9603.htm. Acesso em: nov. 2025.

BRASIL. Decreto-Lei nº 3.689, de 3 de outubro de 1941 . Código de Processo Penal. **Diário Oficial da União**, Rio de Janeiro, RJ, 13 out. 1941. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto-lei/del3689.htm. Acesso em: nov. 2025.

BRASIL. Lei nº 8.069, de 13 de julho de 1990. Dispõe sobre o Estatuto da Criança e do Adolescente e dá outras disposições. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 16 jul. 1990. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l8069.htm. Acesso em: nov. 2025.

BRASIL. Lei nº 13.431, de 4 de abril de 2017. Estabelece o sistema de garantia de direitos da criança e do adolescente vítima ou testemunha de violência e altera a Lei nº 8.069, de 13 de julho de 1990 (Estatuto da Criança e do Adolescente). **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 5 abr. 2017. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2017/lei/l13431.htm. Acesso em: nov. 2025.

BRASIL. Superior Tribunal de Justiça. Agravo Regimental no Agravo em Recurso Especial nº 2.157.131/CE. Relator: Min. Ribeiro Dantas. Brasília, DF, 2022. **Diário da Justiça Eletrônico**, Brasília, DF, Disponível em: <https://www.stj.jus.br>. Acesso em: nov. 2025.

BRASIL. Superior Tribunal de Justiça. Agravo Regimental no Agravo em Recurso Especial nº 2.613.767/MS. Brasília, DF, 2024. **Diário da Justiça Eletrônico**, Brasília, DF, Disponível em: <https://www.stj.jus.br>. Acesso em: nov. 2025.

BRASIL. Superior Tribunal de Justiça. Agravo Regimental nos Embargos de Declaração no Habeas Corpus nº 765.562/SP. Brasília, DF, 2022. **Diário da Justiça Eletrônico**, Brasília, DF. Disponível em: <https://www.stj.jus.br>. Acesso em: nov. 2025.

BRASIL. Superior Tribunal de Justiça. **Súmula nº 593.** O crime de estupro de vulnerável se configura com a conjunção carnal ou prática de ato libidinoso com menor de 14 anos, sendo irrelevante eventual consentimento da vítima para a prática do ato, sua experiência sexual anterior ou existência de relacionamento amoroso com o agente. Brasília, DF: STJ, 2017. Disponível em: <https://www.stj.jus.br>. Acesso em: nov. 2025.

BRASIL. Tribunal de Justiça de São Paulo. Apelação Criminal nº 1502621-71.2022.8.26.0438. Relator: [nome não informado]. São Paulo, SP, 2022. **Diário da Justiça Eletrônico**, São Paulo, SP, Disponível em: <https://www.tjsp.jus.br>. Acesso em: nov. 2025.

INFÂNCIA BRASIL; MINISTÉRIO DOS DIREITOS HUMANOS E DA CIDADÂNIA. **Guia de Escuta Especializada de Crianças e Adolescentes.** Brasília, DF: MDHC, 2023.

CONSELHO FEDERAL DE SERVIÇO SOCIAL. **Nota Técnica sobre a Escuta Especializada.** Organização: Maurílio Castro de Matos. Brasília, DF: CFESS, 2019.

CONSELHO NACIONAL DE JUSTIÇA; UNICEF. **Depoimento especial de crianças e adolescentes:** guia prático para a implementação da Lei nº 13.431/2017. Brasília, DF: CNJ, 2020.

CONSELHO NACIONAL DO MINISTÉRIO PÚBLICO. **Orientações Técnicas:** Escuta Especializada de Crianças e Adolescentes Vítimas ou Testemunhas de Violência. Brasília, DF: CNMP, [2024]. Disponível em: <https://www.cnmp.mp.br>. Acesso em: nov. 2025.

DEZEM, G. M. **Curso de Processo Penal.** 6. ed. São Paulo: Thomson Reuters Brasil, 2025. Disponível em: <https://www.jusbrasil.com.br/doutrina/curso-de-processo-penal-ed-2025/3959552760>. Acesso em: nov. 2025.

DIGIÁCOMO, M. J. **Estatuto da Criança e do Adolescente:** Lei nº 8.069/1990 e legislação correlata. 8. ed. Curitiba: MPeDitora, 2021.

FALEIROS, V de P; FALEIROS, E. S. **Escola que Protege:** enfrenta a violência contra crianças e adolescentes. Brasília, DF: MEC, 2008. Disponível em: https://pronacampo.mec.gov.br/images/pdf/bib_volume31_escola_que_protege_enfrentando_a_violencia_contra_criancas_e_adolescentes.pdf. Acesso em: nov. 2025.

FÓRUM BRASILEIRO DE SEGURANÇA PÚBLICA. **Anuário Brasileiro de Segurança Pública 2025.** São Paulo: FBSP, 2025. 434 p.

FURNISS, T. **Manual Multiprofissional de Abuso Sexual Infantil:** gestão integrada, terapia e intervenção legal. Londres: Routledge, 1993.

LIMA, F da S. **Depoimento Especial e Escuta Especializada de Crianças e Adolescentes Vítimas de Violência Sexual:** um estudo sobre a implementação da Lei nº 13.431/2017 em Natal/RN. 2020. Dissertação (Mestrado em Serviço Social) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2020.

LIMA, R. B de. **Manual de Processo Penal:** volume único. 8. ed. Salvador: JusPodivm, 2020.

LOPES JR, A. **Direito Processual Penal.** 17. ed. São Paulo: Saraiva Educação, 2020.

MADEIRA, G; BADARÓ, G. H; CRUZ, R. S. M. **Código de Processo Penal.** São Paulo: Thomson Reuters Brasil, 2022. v. 2. Disponível em: <https://www.jusbrasil.com.br/doutrina/codigo-de-processo-penal-vol-2-ed-2022/3465880252>. Acesso em: nov. 2025.

FILHO, N. S. F. **Manual Esquemático de Criminologia.** 11. ed. São Paulo: Saraiva Educação, 2021.

PUREZA, D. **Manual de Criminologia.** 3.ed. Salvador: JusPodivm, 2024.

TRÁFICO DE DROGAS E O IMPACTO NA SEGURANÇA PÚBLICA: UMA REVISÃO DE LITERATURA

Maicon Miguel da Silva¹

RESUMO: Esta revisão bibliográfica investiga a inter-relação entre segurança pública e o tráfico de drogas, examinando como as estruturas do crime organizado influenciam a dinâmica social e impõem desafios às estratégias de enfrentamento. A pesquisa fundamenta-se em um arcabouço teórico composto por estudos sobre criminalidade, políticas públicas de segurança e justiça social, com o propósito de sistematizar as principais abordagens repressivas e preventivas adotadas no Brasil, bem como suas limitações. A metodologia adotada consistiu na seleção criteriosa de artigos científicos, obras acadêmicas e documentos disponíveis em bases de dados reconhecidas, permitindo uma análise abrangente e atualizada das políticas de segurança pública e seus efeitos no enfrentamento ao tráfico de entorpecentes. O estudo evidencia a importância da atuação integrada entre os órgãos de segurança, da implementação de ações preventivas e do uso estratégico da inteligência policial como elementos fundamentais para o aprimoramento das intervenções. Os resultados apontam que as políticas centradas exclusivamente na repressão têm apresentado eficácia limitada na redução da criminalidade e no controle do tráfico em longo prazo. Aspectos como corrupção institucional, escassez de recursos e falta de articulação entre os diferentes setores da segurança pública comprometem a efetividade das ações e enfraquecem a resposta estatal ao tráfico de drogas. A análise também ressalta a relevância de estratégias preventivas, especialmente aquelas voltadas para programas sociais e educacionais em comunidades vulneráveis, como forma de reduzir a adesão ao tráfico. Conclui-se que o enfrentamento ao tráfico de drogas exige uma abordagem multisectorial, que combine ações repressivas e preventivas, além de investimentos na estrutura da segurança pública e no combate à corrupção, visando à construção de um modelo de segurança mais eficiente e sustentável.

PALAVRAS-CHAVE: Segurança Pública; Tráfico de Drogas; Políticas de Combate; Prevenção.

ABSTRACT: This literature review investigates the interrelationship between public safety and drug trafficking, examining how organized crime structures influence social dynamics and pose challenges to counterstrategies. The research is based on a theoretical framework composed of studies on crime, public security policies, and social justice, with the purpose of systematizing the main repressive and preventive approaches adopted in Brazil, as well as their limitations. The methodology adopted consisted of the careful selection of scientific articles, academic works, and documents available in recognized databases, allowing for a comprehensive and up-to-date analysis of public security policies and their effects on combating drug trafficking. The study highlights the importance of integrated action between security agencies, the implementation of preventive measures, and the strategic use of police intelligence as fundamental elements for improving interventions. The results indicate that policies focused exclusively on repression have had limited effectiveness in reducing crime and controlling trafficking in the long term. Aspects such as institutional corruption, scarcity of resources, and lack of coordination between different public security sectors compromise the effectiveness of actions and weaken the state's response to drug trafficking. The analysis also highlights the relevance of preventive strategies, especially those focused on social and educational programs in vulnerable communities, as a way to reduce involvement in trafficking. It concludes that combating drug trafficking requires a multisectoral approach that combines repressive and preventive actions, as well as investments in public security infrastructure and the fight against corruption, with a view to building a more efficient and sustainable security model.

KEY WORDS: Public Safety; Drug Trafficking; Countermeasures; Prevention.

¹Aluno de graduação tecnológica - Faculdade Focus.

1. INTRODUÇÃO

De acordo com Jesus (2016), a segurança pública constitui um dos pilares fundamentais para o bem-estar coletivo, embora enfrente obstáculos cada vez mais complexos diante da expansão do tráfico de drogas. Este fenômeno caracteriza-se pela comercialização de substâncias ilícitas que alimentam redes criminosas e contribuem significativamente para o aumento da violência em diversas comunidades. A presença do tráfico não apenas intensifica a criminalidade, mas também gera um ambiente de insegurança generalizada, afetando diretamente a rotina da população e exigindo respostas mais sofisticadas das instituições responsáveis pela segurança.

O tráfico de drogas representa um desafio estrutural à segurança pública, explorando lacunas como a ausência de policiamento eficaz em áreas periféricas e a limitação de recursos destinados ao enfrentamento do crime. Esse cenário favorece o fortalecimento de organizações criminosas que dominam territórios e estabelecem formas de poder paralelo. Como consequência, a sensação de insegurança se agrava, e as ações das autoridades muitas vezes se mostram insuficientes para conter a escalada da violência e o recrutamento de jovens para atividades ilícitas. Diante dessa realidade, torna-se imprescindível uma abordagem multidisciplinar, que envolva não apenas o aparato policial, mas também políticas sociais e educacionais voltadas à prevenção (Martins, 2020).

O papel da segurança pública no enfrentamento ao tráfico é multifacetado, englobando ações repressivas, controle de fronteiras e investimentos em inteligência para desarticular redes criminosas. No entanto, a repressão isolada tem se revelado limitada, uma vez que o tráfico se adapta constantemente às novas circunstâncias. Estratégias que aliem o trabalho policial ao desenvolvimento social podem oferecer soluções mais duradouras, criando alternativas para indivíduos em situação de vulnerabilidade e reduzindo os fatores que favorecem o ingresso no mundo do crime (Barcinski; Cúnico, 2016).

A persistência do tráfico e seus efeitos sobre a segurança pública evidenciam a necessidade de aprofundar as investigações sobre a eficácia das políticas públicas e das ações de enfrentamento ao crime organizado. A pesquisa nesse campo é essencial para fornecer subsídios teóricos e práticos às instituições de segurança, contribuindo para o aprimoramento das políticas preventivas. Assim, é fundamental considerar não apenas os mecanismos de repressão, mas também iniciativas voltadas à prevenção e à reinserção social, promovendo uma análise crítica e atualizada dos desafios e das possíveis soluções no contexto da segurança pública e do tráfico de drogas (Araujo, 2019).

A questão central que orienta esta pesquisa é: de que forma o tráfico de drogas impacta a segurança pública e quais estratégias se mostram mais eficazes para seu enfrentamento? O objetivo geral consiste em analisar os efeitos do tráfico sobre a segurança pública, identificando as principais políticas e estratégias de combate adotadas no Brasil e avaliando sua efetividade. Os objetivos específicos são: (I) realizar uma revisão da literatura sobre as estratégias de combate ao tráfico de drogas no Brasil e em outros países; (II) investigar os impactos do tráfico nos índices de criminalidade e na percepção de insegurança em áreas urbanas e rurais; (III) examinar os desafios e limitações das políticas públicas atuais no enfrentamento e prevenção do tráfico de drogas e suas implicações para a segurança pública.

A atuação do tráfico de drogas representa um dos principais fatores de instabilidade social e de agravamento da violência nas comunidades, afetando diretamente a eficácia das políticas de segurança. A pesquisa sobre esse tema é crucial para avaliar as medidas existentes e propor novas abordagens que reduzam os danos sociais e econômicos provocados pelo crime organizado. Ao oferecer uma análise abrangente e atualizada sobre os impactos do tráfico na segurança pública, este estudo busca contribuir para o desenvolvimento de políticas mais integradas e eficazes, que combinem ações repressivas com estratégias preventivas voltadas à inclusão social.

A metodologia adotada nesta pesquisa é de natureza bibliográfica, com base na coleta, análise e síntese de materiais previamente publicados, incluindo artigos científicos, revisões sistemáticas, meta-análises e obras acadêmicas relevantes. As fontes foram selecionadas em bases de dados reconhecidas, como JusBrasil e Google Acadêmico, utilizando palavras-chave como “segurança pública”, “tráfico de drogas”, “políticas de combate ao crime” e “criminalidade”. Os critérios de inclusão consideraram a relevância temática, a atualidade das publicações e a qualidade metodológica, permitindo uma compreensão aprofundada das estratégias de enfrentamento ao tráfico e seus reflexos na segurança pública.

2. DESENVOLVIMENTO

2.1 Estratégias policiais e de repressão direta

Segundo Picanço e Lopes (2016), o enfrentamento ao tráfico de drogas no Brasil é conduzido por meio de diversas estratégias repressivas e ações policiais que visam desmantelar as redes de distribuição e mitigar os efeitos do crime organizado sobre a segurança pública. As operações de apreensão de entorpecentes ocupam posição central nesse processo, sendo realizadas em locais estratégicos e regiões com elevada incidência de atividades ilícitas. Tais operações têm como objetivo

interceptar substâncias ilegais antes que alcancem os consumidores, além de capturar indivíduos envolvidos na comercialização, enfraquecendo as estruturas operacionais do tráfico. A apreensão de drogas, portanto, representa não apenas uma medida de contenção, mas também uma demonstração da presença estatal e da capacidade institucional de enfrentamento ao problema.

Outro aspecto relevante no combate ao tráfico é o reforço das zonas de fronteira, considerando que grande parte das drogas consumidas no país é proveniente do exterior. Esse reforço implica em maior vigilância e controle, com o uso de tecnologias e equipamentos que auxiliam na identificação de substâncias ilícitas e movimentações suspeitas. As ações são intensificadas em regiões fronteiriças com países produtores, como Bolívia, Colômbia e Paraguai. A atuação conjunta entre diferentes corporações, como a Polícia Federal, o Exército e a Polícia Rodoviária Federal, é essencial para garantir uma resposta coordenada e eficaz diante da complexidade do tráfico internacional (Picanço; Lopes, 2016).

As atividades investigativas também desempenham papel fundamental nas estratégias de repressão. Profissionais especializados coletam dados que permitem mapear as estruturas das organizações criminosas, identificando lideranças, rotas de distribuição e padrões operacionais. A inteligência policial, nesse contexto, viabiliza intervenções mais precisas e seguras, reduzindo os riscos para os agentes envolvidos. Para isso, são utilizados recursos tecnológicos como monitoramento eletrônico e análise de bases de dados, que facilitam a identificação de conexões entre suspeitos (Jesus, 2019).

Além das investigações convencionais, a utilização de agentes infiltrados tem se mostrado uma técnica eficaz no combate ao tráfico. Ao se inserirem nas organizações criminosas, esses agentes obtêm informações privilegiadas sobre as operações internas, permitindo à polícia compreender melhor a dinâmica das facções. Embora eficiente tal estratégia envolve riscos elevados e exige suporte institucional robusto para garantir a segurança e o anonimato dos envolvidos (Jesus, 2019).

De acordo com Santoro *et al.*, (2018), as operações de repressão direta ao tráfico frequentemente fazem uso de armamentos e veículos especializados, como blindados, helicópteros e armas de grande porte, com o intuito de garantir a segurança dos agentes e minimizar os riscos à população. No entanto, o uso intensivo da força em áreas densamente povoadas levanta questões éticas e sociais sobre os limites da atuação policial nesses contextos.

O tráfico de drogas, por sua vez, adapta constantemente suas práticas para escapar da repressão, investindo em tecnologias de comunicação e logística que

dificultam a interceptação. Em resposta, as forças de segurança aprimoraram seus métodos de monitoramento, utilizando drones, interceptações telefônicas e sistemas de vigilância para rastrear atividades suspeitas. Tais ferramentas se tornaram indispensáveis para aumentar a precisão das operações e reduzir falhas (Santoro et al., 2018).

Um dos desafios das ações repressivas é o impacto nas comunidades onde o tráfico está presente. Intervenções policiais em áreas periféricas podem gerar transtornos à população local, que sofre com a violência e a presença constante das forças de segurança. Isso cria uma relação ambígua entre a polícia e os moradores, onde a percepção de segurança nem sempre acompanha a intensidade das ações repressivas. É necessário, portanto, equilibrar a atuação policial com o respeito ao bem-estar da população (Feffermann, 2018). Outro obstáculo enfrentado é a reincidência criminal. Muitos indivíduos, mesmo após cumprirem pena, retornam ao tráfico, evidenciando a fragilidade do sistema penal em promover a reintegração social. Essa realidade reforça a necessidade de políticas que não se limitem à repressão, mas que também incluem medidas preventivas e de inclusão social, especialmente para populações vulneráveis ao aliciamento pelo crime (Feffermann, 2018).

A atuação das facções criminosas em áreas urbanas representa mais um desafio, pois essas organizações estabelecem sistemas próprios de segurança, com indivíduos armados e estratégias de vigilância para impedir a ação policial. O enfrentamento a essas estruturas exige planejamento detalhado e intervenções prolongadas, capazes de desarticular o poder paralelo exercido sobre os moradores (Portella et al., 2019).

Conforme Lima et al., (2016), apesar dos esforços contínuos das forças de segurança, o tráfico de drogas permanece como um fenômeno resiliente. As ações repressivas são fundamentais, mas insuficientes por si só. Para que o combate ao tráfico seja efetivo, é necessário integrá-las a políticas sociais e preventivas, promovendo uma abordagem mais abrangente e sustentável, capaz de reduzir a influência do crime organizado e fortalecer a segurança pública.

2.2 Relação entre tráfico de drogas e criminalidade

Conforme apontam Costa et al., (2021), a conexão entre o tráfico de drogas e a criminalidade tem sido objeto de amplas investigações, revelando uma relação direta que contribui significativamente para o agravamento dos índices de violência em diferentes contextos sociais. O tráfico, ao estruturar organizações criminosas e estabelecer hierarquias internas, atua como um vetor de dinamização do ambiente

delituoso. Essa atividade ilícita não apenas sustenta o mercado de entorpecentes, como também influencia diretamente a ocorrência de crimes como homicídios e assaltos, especialmente em regiões onde sua presença é mais acentuada. Dessa forma, o tráfico de drogas funciona como um catalisador da criminalidade, com impactos profundos em comunidades vulneráveis.

A expansão do tráfico é frequentemente acompanhada por disputas territoriais entre facções criminosas que almejam o controle do comércio de drogas. Essa rivalidade resulta em confrontos armados, elevando os índices de homicídios e violência extrema, afetando não apenas os envolvidos diretamente, mas também os moradores das áreas conflituosas. A luta pelo domínio de espaços estratégicos intensifica a criminalidade nas periferias urbanas, onde a atuação do Estado é limitada e a segurança pública se mostra fragilizada. Esse cenário evidencia o papel do tráfico na perpetuação de ciclos de violência que comprometem a coesão social (Costa et al., 2021).

Além disso, o tráfico de drogas está diretamente relacionado ao aumento de crimes patrimoniais, como furtos e roubos. A necessidade de sustentar o vício leva muitos usuários a praticarem delitos para adquirir entorpecentes, contribuindo para a instabilidade da segurança urbana. Regiões próximas a pontos de venda de drogas tendem a apresentar maior incidência de assaltos e arrombamentos, demonstrando como a demanda por substâncias ilícitas impacta a criminalidade cotidiana (Shikida et al., 2019).

A violência urbana fomentada pelo tráfico não se limita aos crimes contra a vida e o patrimônio. A presença de pontos de comercialização de drogas favorece a formação de zonas de exclusão, onde o poder paralelo imposto por organizações criminosas prevalece sobre a autoridade estatal. Nesses locais, a segurança é comprometida, e os moradores são frequentemente intimidados, dificultando a atuação das forças policiais. Essa dinâmica reforça a marginalização de determinadas áreas e dificulta sua integração ao tecido urbano (Shikida et al., 2019).

A insegurança gerada pelo tráfico afeta diretamente a qualidade de vida das populações residentes em áreas dominadas por facções. O convívio constante com a violência provoca efeitos psicológicos negativos, como estresse e ansiedade, além de sentimentos de medo e impotência. O envolvimento de jovens e adolescentes com o tráfico representa uma ameaça ao desenvolvimento dessas comunidades, perpetuando ciclos de exclusão social e criminalidade. A correlação entre tráfico e criminalidade, portanto, também implica na deterioração do capital humano e no comprometimento do progresso social (Estrela et al., 2021).

A economia do tráfico é sustentada por uma rede de crimes que ultrapassa a comercialização de drogas, envolvendo práticas como lavagem de dinheiro, corrupção e extorsão. Para manter suas operações, o tráfico corrompe agentes públicos e manipula estruturas financeiras, enfraquecendo a aplicação da lei e comprometendo a integridade das instituições. Essa relação simbiótica entre tráfico e criminalidade institucionalizada transforma o mercado de drogas em uma atividade lucrativa para diversos atores, dificultando a repressão e favorecendo a impunidade (Añez *et al.*, 2020).

O fortalecimento das facções criminosas é outro reflexo da atuação do tráfico. Essas organizações, com estruturas hierárquicas bem definidas, utilizam os recursos obtidos com a venda de drogas para expandir suas atividades, como sequestros, extorsões e controle territorial. A ampliação da influência dessas facções intensifica a criminalidade urbana e permite sua atuação em diferentes estados e até em nível internacional. A relação entre tráfico e criminalidade se consolida a medida que essas organizações diversificam suas ações e ampliam sua presença em múltiplas esferas sociais (Amaral *et al.*, 2019).

A interferência do crime organizado em esferas políticas e sociais também é uma consequência da expansão do tráfico. Organizações criminosas buscam influenciar políticas públicas e infiltrar-se em estruturas governamentais para garantir sua impunidade e ampliar sua atuação. Essa prática representa uma ameaça à democracia e à governança, pois o poder do tráfico passa a desafiar diretamente as instituições estatais. Nesse contexto, o tráfico assume uma dimensão política, subvertendo os mecanismos formais de controle (Silva; Tourinho, 2019).

Apesar dos avanços nas ações de combate ao tráfico, a interdependência entre essa atividade e a criminalidade impõe desafios significativos à segurança pública. O tráfico perpetua ciclos de violência, exclusão e corrupção que dificultam a formulação de políticas eficazes. A complexidade das redes criminosas e sua capacidade de adaptação exigem estratégias integradas e multidisciplinares. As ações repressivas, embora necessárias, devem ser complementadas por políticas sociais que abordem as causas estruturais do envolvimento com o tráfico, oferecendo alternativas para populações vulneráveis (Matos; Barreto, 2020).

Como afirmam Vilela e Barros (2016), a correlação entre tráfico de drogas e criminalidade revela uma cadeia de efeitos que transcende o comércio de entorpecentes, afetando profundamente a segurança e o desenvolvimento social. O tráfico atua como propulsor da violência urbana, comprometendo comunidades e ameaçando a estabilidade institucional. O enfrentamento eficaz ao tráfico requer uma

compreensão aprofundada de suas interações com o crime em geral e a formulação de políticas públicas abrangentes, que promovam não apenas a repressão, mas também a prevenção e a recuperação social das áreas afetadas.

2.3 Desafios e limitações das políticas públicas de combate ao tráfico de drogas

Segundo Pessoa e Coimbra (2016), a formulação e execução de políticas de segurança pública voltadas ao enfrentamento do tráfico de drogas no Brasil enfrentam diversas limitações que comprometem sua efetividade. Um dos principais entraves é a insuficiência de recursos financeiros, humanos e tecnológicos disponíveis para os órgãos responsáveis pela segurança. A carência de investimentos restringe a capacidade operacional das instituições, dificultando a ampliação das ações, a aquisição de equipamentos modernos e a realização de operações de inteligência — elementos essenciais para lidar com a complexidade das redes de tráfico.

Além da limitação orçamentária, a corrupção constitui um obstáculo estrutural que fragiliza a implementação das políticas de segurança. Em diversos contextos, agentes vinculados às instituições de segurança pública estão envolvidos em práticas ilícitas, colaborando direta ou indiretamente com o tráfico de drogas. Essa realidade compromete a credibilidade das forças policiais perante a sociedade e enfraquece a estrutura institucional, permitindo que o tráfico se mantenha ativo sob a proteção de servidores corruptos. A corrupção institucionalizada gera um ambiente de impunidade, desestimula profissionais éticos e dificulta a consolidação de políticas eficazes (Chagas, 2024).

A precariedade da infraestrutura também limita a atuação das forças de segurança, especialmente em áreas periféricas e regiões de fronteira. A ausência de instalações adequadas e de equipamentos apropriados compromete a eficácia das operações, dificultando o controle de rotas de tráfico e o monitoramento das atividades criminosas. Essa fragilidade estrutural favorece a expansão de facções que exploram essas lacunas, tornando as ações de segurança insuficientes para desarticular redes criminosas consolidadas (Pessoa; Coimbra, 2020).

Outro desafio relevante é a falta de articulação entre os diferentes órgãos responsáveis pela segurança pública. A atuação fragmentada de instituições como a Polícia Civil, Polícia Militar e Polícia Federal impede uma resposta integrada e coordenada, essencial para o enfrentamento eficaz do tráfico. A ausência de alinhamento estratégico entre essas forças gera sobreposição de funções, conflitos de competência e falhas na troca de informações, comprometendo a eficiência das operações (Martins, 2020).

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise realizada sobre segurança pública e tráfico de drogas evidencia a complexidade e a multiplicidade de fatores que envolvem essa temática, demonstrando que o enfrentamento ao tráfico não pode se restringir a ações punitivas. O tráfico de drogas impacta diretamente a segurança das comunidades, perpetuando ciclos de violência, exclusão social e fragilidade institucional. Diante disso, torna-se necessário adotar uma abordagem integrada, que articule medidas repressivas com estratégias preventivas e sociais, considerando os determinantes socioeconômicos que favorecem o ingresso de indivíduos em atividades ilícitas. A pesquisa aponta como conclusão central a urgência de políticas públicas mais abrangentes, capazes de atender às demandas das populações vulneráveis e de oferecer alternativas concretas ao envolvimento com o crime. A inclusão de programas educacionais, culturais e assistenciais é essencial para fortalecer o capital social das comunidades e reduzir o aliciamento de jovens pelo tráfico. Tais iniciativas contribuem para a construção de perspectivas de futuro e para a promoção da justiça social.

Além disso, destaca-se a importância de uma atuação coordenada entre os diferentes órgãos de segurança pública, bem como da incorporação de tecnologias e técnicas de inteligência avançadas. A fragmentação institucional, aliada à precariedade de infraestrutura e à limitada utilização de recursos tecnológicos, compromete a efetividade das ações de combate. O investimento em inteligência policial e na modernização dos equipamentos é apontado como fator decisivo para o aprimoramento das estratégias de enfrentamento ao tráfico.

Outro aspecto relevante identificado é o impacto da corrupção sobre a eficácia das políticas de segurança. A presença de práticas ilícitas no interior das instituições públicas compromete a legitimidade das ações estatais e gera desconfiança entre os cidadãos. Assim, o combate à corrupção deve ser considerado um componente essencial das políticas de segurança, visando à restauração da credibilidade institucional e ao fortalecimento da participação comunitária. Conclui-se, portanto, que o enfrentamento ao tráfico de drogas exige uma abordagem multisectorial e sistêmica, que contemple ações repressivas qualificadas, medidas preventivas estruturadas e políticas sociais inclusivas. O sucesso das estratégias de segurança pública depende da capacidade do Estado de compreender e intervir sobre os fatores que sustentam o tráfico, promovendo o desenvolvimento comunitário e a justiça social. Somente por meio de políticas integradas e sustentáveis será possível avançar na construção de uma sociedade mais segura, equitativa e resiliente frente ao crime organizado.

REFERÊNCIAS

- AMARAL, J de A da S. **Determinantes da entrada das mulheres no tráfico de drogas: um estudo para o Acre (Brasil)**. 2019. 149 f. Tese (Doutorado em Desenvolvimento Regional e Agronegócio) - Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Toledo, 2019.
- AÑEZ, J. C de J. A. **Análisis socio-jurídico sobre la tipificación y sanción del delito de tráfico de drogas en la legislación ecuatoriana**. Revista Universidad y Sociedad, v. 12, n. 4, p. 371-376, 2020.
- ARAUJO, M. **Urban public works, drug traffick in gand militias: what are the consequences of the interactions between community work and illicit markets?** Journal of Illicit Economies and Development, v. 1, n. 2, p.164-176, 2019.
- BARCINSKI, M; CÚNICO, S. D. **Mulheres no tráfico de drogas: retratos da vitimização e do protagonismo feminino**. Civitas – Revista de Ciências Sociais, v. 16, p. 59-70, 2016.
- CHAGAS, R. P. **Narcogarimpo: as afinidades eletivas entre frentes de garimpo ilegal e a expansão do tráfico de drogas na Amazônia brasileira**. URVIO - Revista Latinoamericana de Estudios de Seguridad, n. 38, p. 32-48, 2024.
- CORTÉS, A. P. M. **Operaciones del Ejército mexicano contra el tráfico de drogas: revisión y actualidad**. Revista Política y Estrategia, n.128, p.17-53, 2016.
- COSTA, P. H. A da **Juventude brasileira e o trabalho no tráfico de drogas: pauperização, precarização e superexploração**. Gerais: Revista Interinstitucional de Psicologia, v.14, n. SPE, p.1-24, 2021.
- ESTRELA, M. L. P. **Mulheres e tráfico de drogas: uma análise crítica das tramas tecidas em produções científicas brasileiras**. 2021.
- FEFFERMANN, M. **O jovem/adolescente “trabalhador” do tráfico de drogas**. Cadernos da Defensoria Pública do Estado de São Paulo, p.137, 2018.
- HILARIO, M. E. **Breve análisis del delito de tráfico de drogas en la legislación peruana**. Cuadernos Jurídicos IusEt Tribunal, v. 4, n. 4, p. 89-107, 2018. DOI:<https://doi.org/10.18259/iet.2018006>.
- JESUS, M. G. M de. **O que está no mundo não está nos autos: a construção da verdade jurídica nos processos criminais de tráfico de drogas**. Tese (Doutorado) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, p. 25-43, 2016.
- JESUS, M. G. M de. **Verdade policial como verdade jurídica: narrativas do tráfico de drogas no sistema de justiça**. Revista Brasileira de Ciências Sociais, v. 35, n. 102, p. e3510210, 2019.
- LIMA, C. P. S. **As Mulheres nas redes do tráfico de drogas em Alagoas**. Dissertação (Mestrado em Sociologia) – Instituto de Ciências Sociais, Programa de Pós Graduação em Sociologia, Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 143 f, 2016.

MARTINS, A. F. P. **Crianças e adolescentes em trabalho infantil no tráfico de drogas: visibilizar para proteger.** SCIAS - Direitos Humanos e Educação, v. 3, n. 2, p. 111-130, 2020.

MARTINS, C. B. **Trabalho Invisível e Ilícito: reflexões criminológicas críticas e feministas do aumento do encarceramento de mulheres por tráfico de drogas no Brasil.** Revista Direito e Práxis, v. 11, p. 2635-2668, 2020.

MATOS, L. V; BARRETO, A. L. L de A. **Guerra às drogas e produção do espaço urbano: uma leitura socioespacial do tráfico de drogas em Salvador-BA.** Revista Brasileira de Ciências Criminais, v. 165, n. 2020, p. 245-271, 2020.

NETTO, R. M. R; CHAGAS, C. A. N. **Estratégias e mediatos utilizados pelo tráfico de drogas para integração dos presídios às redes territoriais externas: uma revisão da literatura.** Revista Opinião Jurídica, v. 16, n. 23, p. 110-139, 2018.

NETTO, R. M. R; CHAGAS, C. A. N. **O Método Hermenêutico-Dialético aplicado às Ciências Sociais: uma análise sobre sua utilização para o estudo do tráfico de drogas.** Textos & Contextos (Porto Alegre), v. 18, n. 2, p. e29611, 2019.

PESSOA, A. S. G. **Resiliência oculta na vida de adolescentes com envolvimento no tráfico de drogas.** Psicologia: Teoria e Pesquisa, v. 34, p. e34426, 2019.

PESSOA, A. S. G; COIMBRA, R. M. **Fatores de risco no contexto de adolescentes envolvidos no tráfico de drogas.** Estudos e Pesquisas em Psicologia, v. 20, n. 1, p. 119-141, 2020.

PESSOA, A. S. G; COIMBRA, R. M. **O “traficante” não vai à escola: processos de escolarização de adolescentes com envolvimento no tráfico de drogas.** Revista Educação em Questão, v. 54, n. 42, p. 190-217, 2016.

PICANÇO, F. S; LOPES, N. P de O. **O tráfico de drogas em formas: notas de pesquisas sobre o Rio de Janeiro.** Revista Análise Social, p. 96-120, 2016.

PORTELLA, D. D. A. **Homicídios dolosos, tráfico de drogas e indicadores sociais em Salvador, Bahia, Brasil.** Ciência & Saúde Coletiva, v. 24, p. 631-639, 2019.

SANTORO, A. E. R. **Gênero e prisão: o encarceramento de mulheres no sistema penitenciário brasileiro pelo crime de tráfico de drogas.** Meritum - Revista de Direito da Universida de FUMEC, v. 13, n. 1, p. 87-112, 2018.

SHIKIDA, P. F. A. **Crime econômico de tráfico de drogas: perfil, custo e retorno.** Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional, v. 15, n. 2, 2019.

SILVA, D. C; TOURINHO, L de O. S. **Divisão Sexual do Trabalho no Delito de Tráfico de Drogas.** Periódico do Núcleo de Estudos e Pesquisas sobre Gênero e Direito, Centro de Ciências Jurídicas – Universidade Federal da Paraíba, v. 8, n. 3, p. 107-126, 2019.

VARGAS, B. K de; FALCKE, D. **Criminalizadas e/ou vulneráveis? A trajetória no crime de mulheres aprisionadas por tráfico de drogas.** Revista Barbarói, v. 55, n. 1, p.195-194, 2019.

VILELA, T; BARROS, V. A de. **O acerto de contas no trabalho dotráfico de drogas varejista.** Gerais: Revista Interinstitucional de Psicologia, v. 9, n. 2, p. 162-181, 2016.

ANÁLISE DA SUBORDINAÇÃO BRASILEIRA AO CAPITAL ESTRANGEIRO SOB A PERSPECTIVA DA TEORIA MARXISTA DA DEPENDÊNCIA

Rafael da Silva Santos¹

RESUMO: Este artigo investiga a subordinação da economia brasileira ao capital estrangeiro, utilizando como arcabouço teórico a Teoria Marxista da Dependência (TMD). Analisa-se a trajetória do desenvolvimento brasileiro, desde o processo de industrialização por substituição de importações até o aprofundamento da dependência financeira, com foco nas transformações econômicas e políticas que moldaram essa relação. O estudo aborda as crises econômicas, as políticas governamentais e o impacto na distribuição de renda, evidenciando a persistência da dependência apesar das mudanças estruturais. Argumenta-se que a superexploração da força de trabalho e a remessa de lucros para os centros capitalistas são mecanismos centrais na reprodução dessa subordinação.

PALAVRAS-CHAVE: Desenvolvimento periférico; Economia brasileira; Substituição de importações; Teoria marxista da dependência.

ABSTRACT: This article investigates the subordination of the Brazilian economy to foreign capital, using Marxist Dependency Theory (MDT) as a theoretical framework. It analyzes the trajectory of Brazilian development, from the process of industrialization through import substitution to the deepening of financial dependence, focusing on the economic and political transformations that shaped this relationship. The study addresses economic crises, government policies, and the impact on income distribution, highlighting the persistence of dependence despite structural changes. It argues that the overexploitation of the workforce and the remittance of profits to capitalist centers are central mechanisms in the reproduction of this subordination.

KEY WORDS: Peripheral development; Brazilian economy; Import substitution; Marxist dependency theory.

1. INTRODUÇÃO

O presente artigo analisa a subordinação da economia brasileira ao capital estrangeiro sob a ótica da Teoria Marxista da Dependência (TMD). Este trabalho busca compreender como os mecanismos de dependência se manifestam e se reproduzem, mesmo diante de processos de industrialização e modernização. Historicamente, a inserção do Brasil no sistema capitalista global tem sido marcada por uma condição de dependência, moldada por forças externas e pela necessidade de acumulação de capital nos centros desenvolvidos. A TMD, com as contribuições de Marini (2005) e Dos Santos (1978), oferece um arcabouço crítico para entender essa dinâmica, que resulta na superexploração da força de trabalho e na transferência contínua de mais-valia para as economias centrais.

O trabalho explora as fases do desenvolvimento econômico brasileiro, com

¹Aluno de graduação tecnológica - Faculdade Focus.

ênfase na industrialização por substituição de importações (PSI) e no “milagre econômico”. A análise mostrou que o crescimento e a diversificação aumentaram a dependência e criaram novas vulnerabilidades. Indicadores macroeconômicos como inflação, balança comercial, dívida externa e distribuição de renda demonstram os impactos dessas políticas e a persistente vulnerabilidade da economia brasileira.

Este artigo está estruturado em seções que abordam: O Levante das Teorias do Desenvolvimento: Revisão crítica das teorias do desenvolvimento, com foco na TMD e suas críticas às abordagens tradicionais; A Trajetória do Desenvolvimento Brasileiro e o Aprofundamento das Relações de Dependência: Análise histórica do processo de industrialização brasileira, desde o pós-crise de 1929 até a crise da dívida externa, destacando a subordinação ao capital estrangeiro; e a Transformações na Economia Brasileira no Pós-Anos 1970: Neoliberalismo, Desenvolvimento e Dependência Financeira: Exame das mudanças econômicas e políticas a partir da década de 1970, com a ascensão do neoliberalismo e o aprofundamento da dependência financeira.

Por fim, o artigo apresentará as considerações finais, sintetizando os achados e reforçando a relevância da TMD para a compreensão da realidade brasileira e latino-americana, visando contribuir para o debate sobre a superação da dependência estrutural.

2. DESENVOLVIMENTO

2.1. O levante das teorias do desenvolvimento

A compreensão do desenvolvimento e do subdesenvolvimento tem sido objeto de intensos debates. As teorias tradicionais viam o subdesenvolvimento como uma fase a ser superada pela modernização e integração ao mercado global (Rostow, 1960). Contudo, a experiência de países periféricos, marcada pela persistência de desigualdades, levou ao questionamento dessas visões.

A Teoria Marxista da Dependência (TMD) surgiu na América Latina nas décadas de 1960 e 1970 como uma crítica radical, argumentando que o subdesenvolvimento é uma condição estrutural e intrínseca ao funcionamento do capitalismo global. Para a TMD, a relação entre países centrais e periféricos é de exploração, onde o desenvolvimento dos primeiros ocorre à custa do subdesenvolvimento dos segundos (Marini, 2005).

Um conceito central da TMD é a superexploração da força de trabalho. Marini (2005) explica que, para compensar a perda de valor nas trocas desiguais, as economias periféricas intensificam a exploração do trabalho, com jornadas prolongadas, maior intensidade e remuneração abaixo do valor. Isso permite a

acumulação de capital na periferia, mas de forma subordinada, reproduzindo a dependência.

Outro ponto fundamental é a transferência de valor da periferia para o centro, via troca desigual de mercadorias, remessa de lucros, juros de empréstimos e pagamentos de royalties (Dos Santos, 1978). Essa dinâmica impede que os países periféricos retenham o excedente necessário para um desenvolvimento autônomo. O Estado nos países dependentes, por sua vez, atua na reprodução dessas relações, favorecendo o capital estrangeiro e a superexploração. A industrialização, quando ocorre, é frequentemente controlada pelo capital transnacional, gerando dependência tecnológica e financeira.

Em síntese, a TMD oferece uma lente crítica para analisar o subdesenvolvimento como fenômeno ligado à dinâmica do capitalismo global, destacando a exploração, a transferência de valor e a superexploração como mecanismos centrais. Essa perspectiva é crucial para entender a inserção e manutenção do Brasil nessa estrutura de dependência.

2.2 A trajetória do desenvolvimento brasileiro e o aprofundamento das relações de dependência

A economia brasileira tem sido palco de transformações estruturais, impulsionadas por crises globais e políticas internas. Contudo, sob a ótica da TMD, o país não rompeu com a subordinação ao capital estrangeiro, aprofundando suas relações de dependência. Este capítulo detalha essa trajetória, desde as raízes da industrialização por substituição de importações (PSI) até o declínio desse modelo e a crise da dívida externa.

2.2.1 A formação do estado nacional e as raízes do PSI

Os primórdios da industrialização brasileira remontam às primeiras décadas do século XIX. A abertura dos portos em 1808 marcou o fim do exclusivismo econômico, consolidando uma economia primário-exportadora (Bresser-Pereira, 1985). A hegemonia do café, embora impulsionasse a acumulação de divisas, tornava a economia vulnerável a choques externos. A crise de 1929, por exemplo, teve um impacto devastador, forçando o governo a reorientar a política econômica para dinamizar o mercado interno. Medidas como controle de importações e elevação da taxa de câmbio estimularam a industrialização via PSI (Tavares, 1978).

Furtado (2005) destaca que, diante da impossibilidade de obter crédito externo para financiar o estoque de café, o governo optou por comprar e destruir o excedente, visando manter o emprego e a demanda. Essa intervenção estatal, juntamente com a

desvalorização cambial, que encareceu as importações, criou um ambiente favorável para o investimento industrial. A produção industrial cresceu 27% entre 1929 e 1935 (Bresser-Pereira, 1985). Embora o financiamento da indústria não fosse exclusivamente do reinvestimento de lucros, o setor externo continuou crucial na diversificação produtiva, mediante importações de equipamentos (Tavares, 2000). Contudo, a dependência da importação de bens de capital representava um novo estrangulamento externo, evidenciado pela redução do volume de importações durante a Segunda Guerra Mundial.

Em síntese, o PSI iniciado nos anos 1930 redirecionou o centro dinâmico da economia para o mercado interno, mas o crescimento foi limitado e dependente do mercado externo para importação de equipamentos, demonstrando a persistência da dependência tecnológica e de insumos. A ideologia de desenvolvimento econômico seria consolidada na década de 1950.

2.2.2 A estratégia de desenvolvimento via PSI após a II guerra mundial

O pós-Segunda Guerra Mundial consolidou a indústria como setor dinâmico no Brasil, impulsionando o PSI em bens de consumo duráveis e bens de capital, com forte participação do capital internacional (Vianna e Vilella, 2005). No governo Dutra (1946- 1950), a Instrução nº 17 da SUMOC aboliu o protecionismo, mas o desequilíbrio nabalança comercial levou à retomada do controle de importações em 1947, favorecendo o desenvolvimento industrial. O quinquênio 1946-1950 registrou crescimento industrial de 8,9% e avanço de 7,3% no PIB. O segundo governo Vargas (1951-1954) enfrentou novo colapso cambial.

A Instrução 70 da SUMOC (1953) estabeleceu leilões de câmbio, protegendo e estimulando a indústria doméstica (Vianna, 2005). As políticas intervencionistas estatais, voltadas ao controle do câmbio e à manutenção de reservas, mostraram-se eficazes no fomento industrial, com intensificação dos investimentos em bens de consumo duráveis e impulso na indústria de bens de capital, como a criação da Petrobrás (1953) e expansão da CSN (Bresser-Pereira, 1985).

No entanto, a primeira metade da década de 1950 terminou com instabilidade na balança comercial, queda na receita de exportações, endividamento externo e pressão inflacionária. A conjuntura era desfavorável, com forte dependência do mercado externo para financiamento e infraestrutura defasada (Bresser-Pereira, 1982).

É nesse contexto que Juscelino Kubitschek (1956-1961) adota a política cambial como principal instrumento. A Instrução 113 da SUMOC ampliou a importação de bens de produção sem cobertura cambial (investimento direto estrangeiro), dando

continuidade ao PSI. O Plano de Metas, influenciado pelas teses cepalinas, concentrou investimentos em indústrias de base, energia, transporte e bens intermediários, utilizando expansão monetária e crédito subsidiado (Villela, 2005). Os resultados foram expressivos: crescimento médio do PIB de 6% e da produção industrial de 11% ao ano. Contudo, a entrada de capital estrangeiro gerou grande remessa de lucros, impactando negativamente as reservas e elevando a dívida externa líquida para 3,4 bilhões de dólares (Villela, 2005). O Plano de Metas acentuou a desigualdade de renda e a inflação, mostrando sinais de esgotamento no início dos anos 1960.

2.2.3 O governo militar e o “Milagre Econômico”

A década de 1960 culminou na instauração do regime militar em 1964. O governo buscou combater a estagnação e o desequilíbrio externo com o Plano de Ação Econômica do Governo (Paeg) (Hermann, 2005). O Paeg implementou indexação financeira, contenção da expansão dos meios de pagamento, redução de gastos públicos e reformas nos sistemas financeiro, tributário e trabalhista, incluindo arrocho salarial e criação do FGTS. As reformas tributária e financeira aumentaram a arrecadação de forma regressiva e reorganizaram o SFB para sustentar a industrialização sem pressão inflacionária (Hermann, 2005).

O Paeg apresentou fraco desempenho nos primeiros anos (1964-1967), com crescimento do PIB de 4,2% e inflação média de 45,5%. A dívida externa chegou a 3 bilhões de dólares (Hermann, 2005). A política de abertura comercial e endividamento externo intensificou-se no hexênio de 1968 a 1973, o “milagre econômico”. O PIB cresceu em média 11% ao ano, com queda no IGP e equilíbrio na balança comercial, devido à forte entrada de capital estrangeiro (Hermann, 2005).

As estratégias do Paeg foram mantidas, mas com política monetária expansiva. A expansão da atividade econômica, redução da inflação e equilíbrio na balança comercial foram atribuídos à liquidez externa, termos de troca favoráveis e expansão do comércio mundial (Hermann, 2005). Apesar do crescimento, a dependência do financiamento externo tornou-se latente, refletida no aumento do déficit na conta corrente e remessa de lucros. O “milagre” deixou como legado o aprofundamento da dependência do capital e tecnologia estrangeiros, e um endividamento crescente, excedendo 8 bilhões de dólares (Giambiagi *et al.*, 2005).

2.2.4 O declínio do PSI e a crise da dívida externa

A fragilidade externa do Brasil acentuou-se no início da década de 1970, com crises capitalistas globais. Em 1973, a maturação dos investimentos do “milagre” levou

a uma mudança no perfil de crescimento, liderado pelo setor de bens de consumo duráveis. Contudo, o país mostrava-se dependente do capital financeiro e de importações de bens de capital e insumos, como petróleo (Hermann, 2005b). A dependência do petróleo, com 80% do consumo vindo de importações em 1973, tornou o Brasil suscetível a choques externos, como a crise de 1974.

Diante da conjuntura recessiva, o governo militar adotou o II Plano Nacional de Desenvolvimento (II PND), visando reduzir a restrição externa e retomar o crescimento (Hermann, 2005b). O plano, de natureza desenvolvimentista, englobava investimentos em setores estratégicos e ampliação das exportações (Tavares, 2000). A sustentação do II PND dependia do financiamento externo, viabilizado pelos “petrodólares” (Giambiagi *et al.*, 2005).

Embora o II PND tenha logrado êxito em alguns indicadores, a opção do governo em manter o endividamento externo gerou questionamentos. A pouca relevância atribuída ao desajuste da economia mundial e a não projeção de um agravamento substancial da crise foram apontadas como falhas (Fishlow, 1986; Carneiro, 1990). A falta de uma análise mais crítica da conjuntura internacional levou a decisões que agravaram a situação econômica do país.

A estratégia de ajuste estrutural logo se mostrou inconsistente, com a inflação descontrolada e a dívida externa líquida crescendo continuamente. A receita com exportações não conseguia cobrir os déficits em conta corrente, dada a conjuntura econômica recessiva nos países centrais. A partir de 1976, investimentos previstos foram suprimidos, e o II PND tornou-se “letra morta” no final da década, com novos choques do petróleo e elevação dos juros internacionais em 1979 (Lessa, 1988). A combinação de inflação, dívida externa e recessão marcou o início da “década perdida”.

O endividamento externo, que em 1974 viabilizava a elevação da atividade econômica, nos últimos anos da década de 1970 e durante a década de 1980, serviu em grande parte para pagar os juros da dívida, que ultrapassava os US\$ 4 bilhões em 1979 chegava a 9 bilhões em 1981. Bresser-Pereira (1985, p. 231) afirma que, a partir de 1981, o Brasil se endividava quase que exclusivamente para pagar juros, evidenciando a gravidade da situação. A dívida externa se tornou um ciclo vicioso, onde o país se endividava para pagar dívidas, comprometendo seu desenvolvimento futuro.

Além disso, o II PND não obteve êxito na correção do problema distributivo, pelo contrário, contribuiu para agravá-lo. Em 1980, a parcela economicamente ativa correspondente aos 50% mais pobres era responsável por 12,6% da renda total,

enquanto os 10% mais ricos concentravam 50,9% da renda, mostrando um aumento da desigualdade de renda em comparação com as décadas anteriores (Bresser-Pereira, 1985). O crescimento econômico não foi acompanhado por uma melhoria na distribuição de renda, o que é uma característica comum em economias dependentes.

Em suma, o parque industrial brasileiro foi forjado nos moldes das teses desenvolvimentistas cepalinas, com a substituição de importações estimulada pelo Estado. No entanto, mesmo após a formação do parque industrial, o país não conseguiu superar sua situação de subdesenvolvimento, que se complexificou na forma de dependência financeira. Os ganhos de crescimento econômico contrastaram com um aprofundamento da concentração de renda, e o plano acentuou a vulnerabilidade econômica do país, deixando-o imerso em uma dívida externa elevadíssima, que seria a causa central do cenário econômico recessivo enfrentado nas décadas seguintes. A experiência do II PND demonstra que o crescimento econômico sem uma ruptura com a lógica da dependência pode levar a um aprofundamento das desigualdades e a novas formas de subordinação.

2.3 Transformações na economia brasileira no pós-anos 1970: neoliberalismo, desenvolvimento e dependência financeira

A década de 1970 marcou um ponto de inflexão na economia mundial, com a incidência de crises capitalistas que reverberaram globalmente, gerando profundas transformações sociais e econômicas. Para o Brasil, esse período foi particularmente desafiador, pois coincidiu com o esgotamento do modelo de industrialização por substituição de importações (PSI) e o aprofundamento da crise da dívida externa. A resposta a esses desafios se deu em um contexto de ascensão do neoliberalismo, que redefiniu as relações entre Estado, mercado e sociedade, e intensificou a dependência financeira do país. É crucial entender que o neoliberalismo não surgiu como uma solução neutra para a crise, mas como uma ideologia que promovia a desregulamentação e a privatização, favorecendo o capital financeiro e transnacional.

2.3.1 A crise da dívida externa e a década perdida

O final da década de 1970 e o início dos anos 1980 foram caracterizados por um cenário de instabilidade econômica global, com o segundo choque do petróleo (1979) e a elevação das taxas de juros internacionais. Esses fatores agravaram a já delicada situação da dívida externa brasileira, que havia crescido exponencialmente durante o período do “milagre econômico” e o II Plano Nacional de Desenvolvimento (II PND). A estratégia de endividamento externo, que antes viabilizava o crescimento, passou a ser um fardo, com grande parte dos recursos sendo destinada ao pagamento

de juros, e não mais a investimentos produtivos (Bresser-Pereira, 1985). A dívida externa se tornou um mecanismo de transferência de riqueza dos países periféricos para os países centrais, evidenciando a lógica da dependência.

A “década perdida” de 1980 foi marcada por altas taxas de inflação, estagnação econômica e sucessivas renegociações da dívida externa. A incapacidade de gerar divisas suficientes para honrar seus compromissos levou o Brasil a uma profunda crise fiscal e cambial. A dependência financeira se tornou a face mais visível da subordinação, com o país refém das condicionalidades impostas por organismos internacionais, como o Fundo Monetário Internacional (FMI), que exigiam ajustes fiscais rigorosos e a abertura da economia (Carneiro, 1990). A imposição de programas de ajuste estrutural, que visavam à estabilização macroeconômica, frequentemente resultava em recessão, aumento do desemprego e deterioração das condições sociais, aprofundando a vulnerabilidade do país e aprofundando as desigualdades sociais. As políticas de austeridade, embora apresentadas como necessárias para a recuperação econômica, na prática, penalizavam as camadas mais pobres da população.

2.3.2 A ascensão do neoliberalismo e suas implicações para o Brasil

Em resposta à crise da dívida e à ineficiência percebida do modelo desenvolvimentista, as ideias neoliberais ganharam força no Brasil a partir da década de 1990. O Consenso de Washington, um conjunto de políticas econômicas propostas por instituições como o FMI e o Banco Mundial, tornou-se a cartilha para os países em desenvolvimento. Essas políticas incluíam a privatização de empresas estatais, a desregulamentação dos mercados, a abertura comercial e financeira, e a redução do papel do Estado na economia (Carcanholo, 2002). A premissa central era que a liberalização econômica e a menor intervenção estatal levariam a um crescimento mais eficiente e sustentável, ignorando as particularidades históricas e estruturais dos países periféricos.

No Brasil, a implementação das reformas neoliberais resultou em um processo de desindustrialização e na crescente financeirização da economia. A abertura comercial, sem a devida proteção à indústria nacional, expôs as empresas brasileiras à concorrência internacional, levando ao fechamento de fábricas, à perda de empregos e à redução da capacidade produtiva. A privatização de setores estratégicos, como telecomunicações, energia e mineração, transferiu o controle de importantes ativos para o capital estrangeiro, aprofundando a dependência tecnológica e financeira (Fiori, 1997). Esse processo não apenas diminuiu a capacidade do Estado de intervir na economia, mas também gerou uma maior concentração de poder

econômico nas mãos de grandes corporações transnacionais, que passaram a ditar os rumos da economia brasileira.

A financeirização da economia, por sua vez, transformou o Brasil em um destino atrativo para o capital especulativo, que buscava altas taxas de juros e lucros rápidos. Essa entrada de capital volátil, embora contribuisse para o equilíbrio da balança de pagamentos no curto prazo, aumentava a vulnerabilidade do país a choques externos e a crises financeiras. A dependência, antes predominantemente industrial e tecnológica, assumiu uma nova roupagem, agora com forte componente financeiro, onde a lógica da acumulação de capital se deslocou da produção para a esfera da circulação e especulação financeira. Isso resultou em uma economia mais suscetível a crises e menos capaz de gerar desenvolvimento autônomo e inclusivo, pois os recursos eram direcionados para a especulação e não para o investimento produtivo.

2.3.3 Desenvolvimento e dependência financeira no século XXI

No século XXI, o Brasil continuou a enfrentar os desafios da dependência em um cenário global em constante mutação. Embora tenha havido períodos de crescimento econômico impulsionados pelo boom das commodities, a estrutura produtiva do país permaneceu vulnerável às flutuações do mercado internacional. A dependência de produtos primários para exportação e a baixa complexidade da pauta exportadora limitaram as possibilidades de um desenvolvimento autônomo e sustentável. A valorização das commodities, embora tenha gerado superávits comerciais em alguns momentos, não foi acompanhada por uma diversificação produtiva e tecnológica que pudesse romper com a lógica da dependência, mantendo o país em uma posição periférica na divisão internacional do trabalho.

Além disso, a crescente integração do Brasil aos mercados financeiros globais, impulsionada pelas políticas neoliberais, expôs o país a novas formas de dependência. A necessidade de atrair capital estrangeiro para financiar o déficit em conta corrente e a dívida pública levou à manutenção de altas taxas de juros, o que, por sua vez, desestimulou o investimento produtivo e favoreceu a especulação financeira. Essa dinâmica gerou um ciclo vicioso de endividamento e dependência, onde o país se vê obrigado a ceder parte de sua soberania econômica para garantir o fluxo de capital. A dependência financeira se manifesta não apenas na vulnerabilidade a choques externos, mas também na limitação da autonomia do Estado para formular e implementar políticas econômicas que atendam aos interesses nacionais.

As políticas sociais implementadas em alguns períodos do século XXI, embora tenham contribuído para a redução da pobreza e da desigualdade, não foram capazes

de alterar a estrutura de dependência da economia brasileira. A concentração de renda e a desigualdade social persistiram, evidenciando que o crescimento econômico por si só não é suficiente para superar as contradições inerentes à dependência. A Teoria Marxista da Dependência continua a oferecer um arcabouço relevante para analisar a dinâmica da superexploração da força de trabalho e a transferência de valor, que se adaptam às novas configurações do capitalismo global, mas mantêm a essência da subordinação. A globalização e a financeirização aprofundaram a interconexão das economias, mas não alteraram a hierarquia fundamental entre centro e periferia, onde os países dependentes continuam a desempenhar um papel subordinado na divisão internacional do trabalho.

Em suma, as transformações na economia brasileira a partir da década de 1970, impulsionadas pela crise da dívida e pelo neoliberalismo, reconfiguraram as relações de dependência. A financeirização e a desindustrialização se somaram à dependência tecnológica e de insumos, criando um cenário complexo em que a superação do subdesenvolvimento exige não apenas políticas econômicas eficazes, mas também uma ruptura com as estruturas de poder que perpetuam a subordinação ao capital estrangeiro. A compreensão desses mecanismos é fundamental para a construção de um projeto de desenvolvimento que seja verdadeiramente autônomo e voltado para as necessidades da população brasileira.

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este artigo analisou a subordinação da economia brasileira ao capital estrangeiro sob a perspectiva da Teoria Marxista da Dependência (TMD), com base na monografia de Rafael da Silva Santos. Demonstrou-se que, apesar dos processos de industrialização e crescimento, o Brasil não rompeu com a lógica da dependência, que se manifesta e se reproduz em diferentes contextos históricos. Essa persistência ressalta as profundas raízes estruturais da dependência.

Desde o PSI até o “milagre econômico” e o II PND, o crescimento foi acompanhado por um aprofundamento da dependência tecnológica, financeira e de insumos. A entrada de capital estrangeiro, embora impulsionasse o desenvolvimento, revelou-se um mecanismo de transferência de valor para os centros capitalistas, evidenciado pela remessa de lucros e pelo crescente endividamento externo. Essa dinâmica comprometeu o investimento interno e limitou a autonomia do Estado.

A crise da dívida externa na década de 1980 e a ascensão do neoliberalismo a partir dos anos 1990 reconfiguraram e intensificaram as relações de dependência. A financeirização da economia e a desindustrialização tornaram-se características marcantes, expondo o país a novas vulnerabilidades e intensificando a subordinação

aos fluxos voláteis de capital internacional. A persistência da concentração de renda e da desigualdade social reforça a tese da TMD de que o subdesenvolvimento é uma condição estrutural inerente ao capitalismo global.

Em síntese, a TMD oferece um arcabouço robusto para compreender a complexidade da realidade brasileira. Ela destaca a superexploração da força de trabalho como mecanismo central na reprodução da dependência e a necessidade de uma ruptura com as estruturas de poder que perpetuam essa subordinação. A superação do subdesenvolvimento exige uma transformação profunda das relações de produção, das estruturas de poder e da inserção do país na economia global, visando um modelo de desenvolvimento autônomo, inclusivo e equitativo, que priorize a soberania econômica, a justiça social e a sustentabilidade ambiental.

REFERÊNCIAS

- BRESSER-PEREIRA, L. C. 1985. **Desenvolvimento e crise no Brasil: São Paulo: Brasiliense, 1930 – 1983.**
- CARCANHOLO, M. D. **Abertura Externa e Liberalização Financeira: impactos sobre crescimento e distribuição no Brasil dos anos 90.** Tese (Doutorado). Rio de Janeiro. IE/UFRJ, 2022.
- CARNEIRO, R. **Desenvolvimento em Crise: A economia brasileira no último quarto do século XX.** São Paulo: Unesp, 2022.
- DOS SANTOS, T. **Imperialismo y Dependencia.** Cidade del Mexico, México: Ed. Era, 1978.
- FIORI, J. L. **Os moedeiros falsos.** Petrópolis: Vozes, 1997.
- FISHLOW, A. **A economia política do ajustamento brasileiro aos choques do petróleo: uma nota sobre o período 1974/84.** Revista Pesquisa e Planejamento Econômico. n. 16, p. 507-550, 1986.
- FURTADO, C. **Formação Econômica do Brasil.** 32^a edição. São Paulo. Companhia Editora Nacional, 2005.
- HERMANN, J. **Reformas, endividamento externo e o “milagre” econômico.** In: Economia Brasileira Contemporânea (1945-2004). Rio de Janeiro: Elsevier, 2005.
- HERMANN, J. **Auge e declínio do modelo de crescimento com endividamento: O II PND e a crise da dívida externa.** In: Economia Brasileira Contemporânea (1945-2004). Rio de Janeiro: Elsevier, 2005b.
- LESSA, C. **A Estratégia de desenvolvimento: Sonho e fracasso.** Brasília: FUNCEP, 1988.
- MARINI, R. M. **Dialética da Dependência.** In: TRASPADINI, R; STEDILE, J. P. (Orgs.) Ruy Mauro Marini – vida e obra. São Paulo: Expressão Popular, 2005.

TAVARES, M. C. **O auge e o declínio do processo de substituição de importações no Brasil.** In: BIELSCHOWSKY, R. (Org.) Cinquenta Anos de Pensamento na CEPAL: uma resenha. (volume I). Rio de Janeiro: Record, 2000.

TAVARES, M. C. **Da substituição de importações ao capitalismo financeiro: Ensaios sobre economia brasileira.** 7^a edição. Rio de Janeiro: Zahar, 1978.

VIANNA, S. B; VILLELA, A. **O pós-Guerra (1945-1955).** In: Economia Brasileira Contemporânea (1945-2004). Rio de Janeiro: Elsevier, 2005.

VILLELA, A. **Dos “anos dourados” de JK à crise não resolvida.** In: Economia Brasileira Contemporânea (1945-2004). Rio de Janeiro: Elsevier, 2005.

GESTÃO FINANCEIRA APLICADA AO MICROEMPREENDEDOR INDIVIDUAL: UM ESTUDO DE CASO SOBRE CONTROLE DE CAPITAL DE GIRO E SUSTENTABILIDADE EMPRESARIAL

Wancley Dambrovski¹

RESUMO: Este estudo investiga os principais desafios na gestão financeira de Microempreendedores Individuais (MEI), com ênfase no controle de capital de giro. A pesquisa adotou uma abordagem mista, combinando análise documental, survey com 30 MEIs e um estudo de caso intervencionista. Os resultados revelaram que 78% dos MEIs não separam finanças pessoais das empresariais, 65% não realizam controle formal de fluxo de caixa e apenas 22% compreendem plenamente o conceito de capital de giro. A intervenção prática, baseada na implementação de um sistema simplificado de gestão financeira, demonstrou redução de 45% na inadimplência e aumento de 32% na lucratividade no estudo de caso. O estudo conclui que a adoção de ferramentas acessíveis de gestão financeira impacta significativamente na sustentabilidade dos negócios MEI.

PALAVRAS-CHAVE: Gestão Financeira; MEI; Capital de Giro; Sustentabilidade Empresarial; Controle Orçamentário.

ABSTRACT: This study investigates the main challenges in financial management of Individual Micro-Entrepreneurs (MEI), with emphasis on working capital control. The research adopted a mixed approach, combining documentary analysis, a survey with 30 MEIs and an interventionist case study. The results revealed that 78% of MEIs do not separate personal and business finances, 65% do not perform formal cash flow control, and only 22% fully understand the concept of working capital. The practical intervention, based on the implementation of a simplified financial management system, demonstrated a 45% reduction in delinquency and a 32% increase in profitability in the case study. The study concludes that the adoption of accessible financial management tools significantly impacts the sustainability of MEI businesses.

KEY WORDS: Financial Management; MEI; Working Capital; Business Sustainability; Budgetary Control.

1. INTRODUÇÃO

O cenário empresarial brasileiro tem passado por significativas transformações nas últimas décadas, com destaque para o crescimento substantivo do segmento de Microempreendedores Individuais (MEI). Este regime tributário, instituído pela Lei Complementar nº 128/2008, surgiu como estratégia para formalizar atividades empresariais de pequeno porte, conferindo cidadania empresarial e acesso a benefícios previdenciários aos empreendedores. Contudo, apesar do expressivo crescimento quantitativo – atualmente existem mais de 15 milhões de MEIs formalizados no Brasil – persistentes desafios na gestão financeira ameaçam a sustentabilidade desses empreendimentos.

¹Graduando em Gestão Financeira pela Faculdade Focus e Graduando em Engenharia de Produção também pela Faculdade Focus. E-mail: wdambrovski@gmail.com

A problemática central reside no fato de que aproximadamente 90% dos pequenos negócios enfrentam dificuldades significativas na organização financeira, conforme aponta pesquisa do Instituto Locomotiva . Esta fragilidade gerencial reflete-se diretamente nos índices de sobrevivência empresarial: dados do Sebrae indicam que 29% das pequenas e médias empresas fecham antes de completar cinco anos, sendo a má gestão financeira uma das principais causas . No contexto específico dos MEIs, estes desafios tornam-se ainda mais prementes, considerando a escassez de recursos, a limitada capacitação gerencial e a concorrência acirrada em setores tradicionalmente saturados.

A relevância acadêmica deste estudo justifica-se pela necessidade de preencher lacunas na literatura especializada sobre gestão financeira aplicada especificamente à realidade dos MEIs. Enquanto extensa produção acadêmica aborda a gestão financeira em pequenas e médias empresas de modo genérico , escassos são os estudos que focam nas particularidades do regime MEI, especialmente no que concerne às estratégias de controle de capital de giro em contextos de recursos limitados e alta informalidade.

Na esfera prática, a pesquisa justifica-se pelo potencial impacto na redução dos índices de insucesso empresarial entre MEIs. A discussão sobre aplicação prática ganha relevância ao considerar que apenas 8% das pequenas e médias empresas nacionais apresentam indicadores financeiros considerados saudáveis. Desenvolver e validar ferramentas acessíveis de gestão financeira pode contribuir significativamente para reverter este quadro, promovendo não apenas a sobrevivência, mas o crescimento sustentável destes empreendimentos.

O presente estudo tem como objetivo geral analisar os principais desafios na gestão de capital de giro enfrentados por Microempreendedores Individuais e propor um modelo simplificado de controle financeiro adaptado às suas necessidades específicas. Como objetivos específicos, busca: (1) identificar as principais lacunas no conhecimento e práticas de gestão financeira entre MEIs; (2) desenvolver e implementar um sistema simplificado de controle de capital de giro; (3) mensurar o impacto da implementação deste sistema nos indicadores de saúde financeira do negócio; e (4) elaborar diretrizes práticas para gestão financeira acessível aos MEIs.

A estrutura do artigo contempla, além desta introdução, o referencial teórico com revisão crítica da literatura especializada, a detalhada descrição metodológica, a análise e discussão dos resultados, e as considerações finais com limitações e sugestões para pesquisas futuras.

2. DESENVOLVIMENTO

2.1 Gestão financeira em pequenos negócios: fundamentos e especificidades

A gestão financeira constitui elemento central para a sustentabilidade de qualquer organização, independentemente de seu porte ou segmento. Para pequenos negócios, however, assume contornos particulares, dada a escassez de recursos, a limited margem para erro e a frequente sobreposição entre finanças pessoais e empresariais. Santos, Lima e Rocha argumentam que "a implementação de uma gestão financeira eficaz leva ao sucesso empresarial, aumentando a competitividade e garantindo a sustentabilidade das PMEs a longo prazo". Este entendimento é particularmente relevante para MEIs, cuja vulnerabilidade financeira é acentuada pela limited escala operacional.

A complexidade do sistema tributário brasileiro representa desafio adicional para os MEIs. Conforme destacado por, "o Brasil é conhecido pela complexidade de seu sistema tributário", exigindo dos empreendedores não apenas competências gerenciais, mas também understanding técnico das obrigações fiscais e acessórias. Neste contexto, o Documento de Arrecadação do Simples Nacional (DAS) emerge como importante mecanismo de simplificação, agregando em única guia os tributos devidos e a contribuição previdenciária.

2.2 O Ambiente do microempreendedor individual: características e desafios

A formalização como MEI proporciona significativos avanços em termos de cidadania empresarial e proteção previdenciária. Contudo, a pesquisa acadêmica tem demonstrado que estes benefícios não se traduzem automaticamente em competência gerencial. O estudo de identificou que "os principais desafios incluem acesso limitado a financiamento, gestão de fluxo de caixa, planejamento e competências financeiras inadequadas".

Estes desafios refletem-se em práticas gerenciais inadequadas, como a não separação entre finances pessoais e empresariais, a falta de controle sistemático de entradas e saídas, e a precária gestão de recebíveis . Tais deficiências são agravadas pelo fenômeno do improviso, que domina a rotina da maioria das pequenas empresas: "A maioria dessas empresas opera com uma gestão frágil, muitas vezes baseada no improviso. A falta de controle sobre o fluxo de caixa e a ausência de planejamento financeiro, somados, deixam essas empresas vulneráveis a qualquer instabilidade do mercado".

2.3 Capital de giro: conceito e aplicação no contexto MEI

O capital de giro representa a lifeblood de qualquer empreendimento,

consistindo nos recursos necessários para financiar a operação day-to-day do negócio. Para MEIs, uma adequada gestão do capital de giro reveste-se de critical importância, uma vez que insuficiências neste aspecto podem inviabilizar a continuidade operacional, mesmo quando o negócio apresenta rentabilidade em perspectiva de longo prazo.

A pesquisa de revelou que "apenas 8% das PME nacionais têm finanças saudáveis", indicando graves deficiências na gestão de recursos, incluindo o capital de giro. Este dado é particularmente alarmante quando considerada a importância destas empresas para a economia nacional, respondendo por significativa parcela do emprego e da produção de bens e serviços.

2.4 Ferramentas de gestão financeira acessíveis para MEIs

A literatura especializada tem apontado diversas alternativas para superar as limitações gerenciais dos pequenos negócios. O uso de tecnologias acessíveis destaca-se como tendência promissora. Conforme argumenta, "ferramentas tecnológicas ajudam a profissionalizar a administração do negócio, mesmo em empresas com orçamentos mais limited".

Entre estas ferramentas, destacam-se as planilhas eletrônicas, os softwares de gestão integrada e os aplicativos móveis. O Sebrae tem desenvolvido e divulgado específicas "planilhas amigas de finanças para o MEI", com o objetivo de "ajudar a melhorar o controle e a encontrar formas de otimizar os resultados do negócio". Estas ferramentas caracterizam-se pela simplicidade e acessibilidade, adequando-se ao perfil técnico e às limitações orçamentárias típicas dos MEIs.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

Com base no referencial teórico examinado, formulou-se as seguintes hipóteses para investigação empírica: H1: A implementação de sistema simplificado de controle financeiro impacta positivamente na gestão de capital de giro de MEIs; H2: A separação entre finances pessoais e empresariais correlaciona-se significativamente com melhores indicadores de saúde financeira do negócio; H3: O uso de ferramentas tecnológicas acessíveis está positivamente associado à maior sustentabilidade empresarial entre MEIs.

Quanto à natureza, a pesquisa classifica-se como aplicada, voltando-se para a solução de problemas práticos vivenciados por MEIs no âmbito da gestão financeira. Quanto à abordagem do problema, adotou-se paradigma misto (quantqual), combinando análise quantitativa de indicadores financeiros com abordagem qualitativa para compreensão de percepções e comportamentos. No que concerne aos objetivos,

a pesquisa caracteriza-se como descritiva e explicativa, buscando não apenas caracterizar o fenômeno estudado, mas também identificar relações de causalidade entre variáveis.

O estudo adotou desenho multimétodo, articulando três procedimentos técnicos principais: (1) pesquisa survey para mapeamento de práticas e desafios; (2) análise documental de demonstrativos financeiros; e (3) estudo de caso intervencionista com implementação e avaliação de sistema simplificado de gestão financeira.

A população-alvo compreendeu Microempreendedores Individuais ativos nos setores de comércio, serviços e indústria, localizados em centros urbanos de médio porte. O tamanho da amostra para a fase survey foi definido em 30 respondentes, selecionados através de amostragem não probabilística por acessibilidade. Para o estudo de caso, selecionou-se intencionalmente um MEI do segmento de alimentação, considerando sua representatividade e a manifestação de dificuldades típicas de gestão financeira.

No que se refere a aplicação ao estudo de caso, organizou-se em:

- Diagnóstico Inicial: Análise detalhada da situação financeira do MEI, incluindo examination de extratos bancários, registros de vendas, despesas e obrigações fiscais.
- Elaboração do Sistema Simplificado: Desenvolvimento de ferramenta adaptada baseada em planilha eletrônica, incorporando as seguintes dimensões: controle diário de caixa, projeção de recebíveis, gestão de despesas, acompanhamento de obrigações fiscais e indicadores de performance.
- Capacitação e Implementação: Treinamento do empreendedor na utilização da ferramenta, com acompanhamento intensivo durante as duas primeiras semanas e suporte remoto nas semanas subsequentes.
- Monitoramento e Ajustes: Acompanhamento sistemático durante 90 dias, com registros diários, análises semanais e ajustes pontuais no sistema.
- Avaliação de Resultados: Comparação dos indicadores financeiros pré e pós-intervenção, utilizando métricas padronizadas de liquidez, rentabilidade e inadimplência.

Para a fase survey, utilizou-se questionário estruturado composto por 25 questões, organizadas em três blocos: (1) perfil do empreendedor e do negócio; (2) práticas de gestão financeira; e (3) dificuldades e desafios percebidos. O instrumento incorporou predominantemente escalas Likert de 5 pontos, além de questões de múltipla escolha e abertas.

Para o estudo de caso, utilizou-se múltiplas fontes de evidência, incluindo: (1) roteiro de entrevista semiestruturado; (2) protocolo de observação direta; (3) análise documental; e (4) registros sistemáticos na planilha de controle financeiro.

Os dados quantitativos da pesquisa survey foram processados mediante estatística descritiva (frequências, médias, desvios-padrão) e análise inferencial (teste t para amostras independentes, correlação de Pearson), utilizando o software SPSS versão 25.

Os dados qualitativos foram submetidos à técnica de análise de conteúdo categorial, com auxílio do software NVivo. Para o estudo de caso, adotou-se análise comparativa temporal dos indicadores financeiros, complementada por análise narrativa das percepções do empreendedor.

Quadro 1 - Variáveis e indicadores da pesquisa

| Dimensão | Variáveis | Indicadores | Escala |
|-----------------|----------------------------------------|-----------------------------------------------|-----------------|
| Perfil negócio | Setor, tempo atividade, faturamento | Setor econômico, meses operação, valor mensal | Nominal/Razão |
| Práticas gestão | Separação financeira, controle caixa | Frequência, sistematicidade | Likert 5 pontos |
| Desempenho | Liquidez, rentabilidade, inadimplência | Índices calculados | |

Fonte: Própria autoria (2025)

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Perfil dos respondentes e caracterização dos negócios

A análise dos 30 questionários validados revelou perfil predominante: 62% dos MEIs atuam no setor de serviços, 28% no comércio e 10% na indústria. Quanto ao tempo de atividade, 45% encontram-se em operação há menos de dois anos, corroborando dados nacionais sobre a juventude do segmento. O faturamento médio mensal situou-se na faixa de R\$ 3.000,00 a R\$ 5.000,00 para 58% dos respondentes, compatível com os limites legais do regime MEI.

4.2 Práticas de gestão financeira: identificação de lacunas

Os resultados apontaram significativas lacunas no conhecimento e aplicação de conceitos básicos de gestão financeira. Conforme sintetizado na Tabela 1, a esmagadora maioria dos MEIs não adota práticas elementares de controle financeiro.

Tabela 1 - Práticas de gestão financeira entre MEIs pesquisados (n=30)

| Prática | Sempre | Frequentemente | Raramente | Nunca |
|---------|--------|----------------|-----------|-------|
| | | | | |

| Prática | Sempre | Frequentemente | Raramente | Nunca |
|--------------------------------------------|--------|----------------|-----------|-------|
| Separação financeira pessoais/empresariais | 22% | 18% | 25% | 35% |
| Controle diário de caixa | 15% | 20% | 30% | 35% |
| Projeção de fluxo futuro | 8% | 12% | 28% | 52% |
| Análise periódica de resultados | 10% | 15% | 35% | 40% |
| Uso de ferramentas específicas | 25% | 20% | 30% | |

Fonte: Própria autoria (2025)

A análise destes dados revela cenário preocupante: 78% dos MEIs não separam finanças pessoais das empresariais de forma consistente, 65% não realizam controle formal de fluxo de caixa, e apenas 22% compreendem plenamente o conceito de capital de giro. Estes resultados alinham-se às observações de sobre os "maiores erros que os MEIs cometem cuidando das finanças", particularmente "a mistura com suas despesas pessoais" e "os gastos sem controles".

A análise correlacional identificou associação estatisticamente significativa ($p<0,01$) entre a separação de finanças e melhores indicadores de liquidez, suportando a hipótese H2 formulada no estudo. MEIs que adotam esta prática apresentaram, em média, índice de liquidez corrente 35% superior aos demais.

4.3 Estudo de caso intervencionista: implementação e resultados

O estudo de caso focou em um microempreendedor do ramo de alimentação (food truck), com 18 meses de operação e dificuldades recorrentes de fluxo de caixa. O diagnóstico inicial identificou como principais problemas: (1) ausência de controle sistemático de entradas e saídas; (2) não discriminação entre despesas pessoais e empresariais; (3) falta de projeção para obrigações fiscais e trabalhistas; e (4) alta sazonalidade não considerada no planejamento.

A implementação do sistema simplificado baseou-se em planilha eletrônica com as seguintes abas: Controle Diário, Projeção de Receitas, Gestão de Despesas, Obrigações Fiscais, e Indicadores de Performance. O sistema foi concebido para demandar não mais que 15 minutos diários de preenchimento, adaptando-se à realidade de tempo limitado do empreendedor.

Tabela 2 - Indicadores financeiros pré e pós-intervenção (estudo de caso)

| Indicador | Pré-Intervenção | Pós-Intervenção | Variação |
|-------------------|-----------------|-----------------|----------|
| Liquidez Corrente | 0,85 | 1,42 | +67% |

| Indicador | Pré-Intervenção | Pós-Intervenção | Variação |
|-------------------------|-----------------|-----------------|----------|
| Margem Líquida | 12,3% | 16,2% | +32% |
| Índice Inadimplência | 8,7% | 4,8% | -45% |
| Ciclo Financeiro (dias) | 18,5 | 12,3 | -34% |
| Capital de Giro (R\$) | -R\$ 1.250,00 | R\$ 2.180,00 | +274% |

Fonte: Própria autoria (2025)

Os resultados, monitorados ao longo de 90 dias, demonstraram impactos financeiros substantivos. Conforme detalhado na Tabela 2, todos os indicadores monitorados apresentaram melhora significativa, com destaque para a reversão de situação negativa para positiva no capital de giro, a redução de 45% na inadimplência e o aumento de 32% na margem de lucro líquida.

Estes resultados fornecem suporte empírico para a hipótese H1, que previa impacto positivo da implementação de sistema simplificado de controle financeiro.

4.4 Discussão crítica e aplicação prática

A confrontação entre estes resultados e o referencial teórico especializado revela importantes convergências. O estudo corrobora as afirmações de sobre o potencial das "ferramentas tecnológicas [para] profissionalizar a administração do negócio, mesmo em empresas com orçamentos mais limited". Da mesma forma, confirma a assertiva de de que "o registro das informações permite que o empreendedor tome decisões com maior segurança".

No âmbito da aplicação prática, os resultados sugerem implicações concretas para gestores, instituições de apoio e formuladores de políticas:

Para MEIs e pequenos empreendedores: A implementação de sistemas simplificados de controle financeiro, mesmo baseados em planilhas eletrônicas básicas, pode gerar impactos desproporcionalmente positivos na saúde financeira do negócio. A disciplina na separação entre finances pessoais e empresariais constitui prática fundamental para a sustentabilidade de longo prazo. O acompanhamento diário do fluxo de caixa, com dedicacao de apenas 15-20 minutos, oferece retornos substantivos em termos de previsibilidade e redução de riscos.

Para instituições de apoio (Sebrae, contabilidades, etc.): Programas de capacitação devem enfatizar não apenas conceitos teóricos, mas a implementação prática de ferramentas adaptadas à realidade dos MEIs. O desenvolvimento e disseminação de planilhas padronizadas, como a "planilha amiga de finanças" mencionada por , pode democratizar o acesso a boas práticas de gestão. A

assistência técnica continuada, especialmente nas fases iniciais de implementação, mostra-se crucial para a adoção sustentável das ferramentas.

Para formuladores de políticas: Programas de fomento ao MEI devem incorporar componentes obrigatórios de educação financeira prática. A simplificação adicional do sistema tributário, reduzindo a burocracia, liberaria tempo dos empreendedores para atividades gerenciais essenciais. A discussão dos resultados à luz do framework conceitual proposto permite compreender os mecanismos através dos quais ferramentas simples de gestão impactam a performance financeira. A planilha implementada atuou não apenas como instrumento de registro, mas principalmente como ferramenta de visualização, permitindo ao empreendedor identificar padrões, antecipar sazonalidades e tomar decisões com base em evidências concretas.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo permitiu concluir que os Microempreendedores Individuais enfrentam desafios substanciais na gestão financeira, particularmente no que concerne ao controle de capital de giro. A pesquisa identificou lacunas significativas no conhecimento e aplicação de práticas básicas de gestão, com apenas 22% dos MEIs pesquisados demonstrando compreensão adequada do conceito de capital de giro e 78% não separando finances pessoais das empresariais de forma consistente.

O sistema simplificado de controle financeiro desenvolvido e implementado no estudo de caso mostrou-se eficaz na superação destes desafios, gerando melhorias substantivas nos indicadores de saúde financeira: aumento de 67% na liquidez corrente, redução de 45% na inadimplência, aumento de 32% na margem de lucro e expressiva melhora de 274% no capital de giro. Estes resultados sustentam a hipótese central do estudo (H1) de que a implementação de ferramentas acessíveis de gestão financeira impacta positivamente a gestão de capital de giro de MEIs.

REFERÊNCIAS

ALVARES, J. N; TRETER, J. **Gestão Financeira para Microempreendedores Individuais-MEI: Estudo de Caso na Hambúrgueria Vitta Burguer**. Trabalho Final de Curso (Graduação em Ciências Contábeis) - Universidade de Cruz Alta, 2018.

BAGGIO, D; GAVRONSKI, I; DE LIMA, V. Z. **Inovação aberta: Uma vantagem competitiva para pequenas e médias empresas**. Revista Ciências Administrativas, v. 25, n. 3, p. 1-14, 2019.

BRASIL. Portal do **Empreendedor. Pagamento de Contribuição Mensal (DAS)**. Disponível em: <https://www.gov.br/empresas-e-negocios/pt-br/empreendedor/servicos-para-meis/pagamento-de-contribuicao-mensal>. Acesso em: out. 2025.

CARTA CAPITAL. **PMEs enfrentam crise: 9 em cada 10 sofrem com finanças**

desorganizadas. 2025. Disponível em: <https://www.cartacapital.com.br/do-micro-ao-macro/prmes-enfrentam-crise-9-em-cada-10-sofrem-com-financas-desorganizadas/>. Acesso em: out. 2025.

ECO. Financiamento empresarial: apenas 8% das PME nacionais têm finanças saudáveis. 2025. Disponível em: <https://eco.sapo.pt/2025/06/18/financiamento-empresarial-apenas-8-das-pme-nacionais-tem-financas-saudaveis/>. Acesso em: out. 2025.

GESTÃOCLICK. Como emitir boleto MEI em poucos passos. 2025. Disponível em: <https://gestaoclick.com.br/blog/como-emitir-boleto-meil/>. Acesso em: out. 2025.

MOTA FERNANDES. Principais desafios das pequenas e médias empresas em 2025 e como superá-los. 2025. Disponível em: <https://www.motafernandes.com.br/principais-desafios-das-pequenas-e-medias-empresas-em-2025-e-como-supera-los/>. Acesso em: out. 2025.

SANTOS, I. V. P; LIMA, M. R; ROCHA, J. M. P. Gestão Financeira em Pequenas e Médias Empresas: Desafios e Soluções. Revista Acadêmica Online, v. 10, n. 49, p. e1125, 2024.

SEBRAE. Conheça a planilha amiga de finanças para o MEI. 2025. Disponível em: <https://sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/ufs/pe/artigos/conheca-a-planilha-amiga-de-financas-para-o-meil,8d7a32d6dde52810VgnVCM100000d701210aRCRD>. Acesso em: out. 2025.

ANÁLISE DE VIABILIDADE ECONÔMICO-FINANCEIRA DA SUBSTITUIÇÃO DE CAPITAL HUMANO POR CAPITAL TECNOLÓGICO NA - LAR COOPERATIVA AGROINDUSTRIAL: IMPACTOS SOCIAIS, AUTOMAÇÃO E PLANO DE REAPROVEITAMENTO PARA A SUSTENTABILIDADE

Wancley Dambrovski¹

RESUMO: Este artigo analisa a viabilidade técnico-econômica da substituição do processo manual de pesagem e embalagem por um sistema automatizado na Lar Cooperativa Agroindustrial, integrando uma perspectiva crítica sobre os impactos sociais e a gestão do capital humano. A metodologia fundamenta-se em um estudo de caso único, utilizando cronoanálise para estabelecer a linha de base produtiva atual (1 bandeja/minuto/colaborador, totalizando 20 bandejas/minuto com 20 colaboradores por turno) e modelagem financeira para avaliar o investimento de R\$ 5.300.000,00 em uma multicabeçal automática (capacidade: 60 bandejas/minuto). Os resultados da cronoanálise, baseada em 100 medições, validaram a premissa produtiva. A análise financeira, considerando um financiamento de 70% via Tabela Price (taxa: 10% a.a., prazo: 60 meses, entrada de 30%) e uma TMA de 30% a.a., apresentou um VPL de R\$ 610.099,461, uma TIR de 54,96% a.a. e um Payback Descontado de 35 meses, atestando a viabilidade econômica. Paralelamente, foi elaborado um plano estratégico de reaproveitamento para os 28 colaboradores excedentes, fundamentado em mapeamento de competências, realocação interna e programas de capacitação. Conclui-se que o projeto é financeiramente viável e que a gestão ética e estratégica do capital humano é imperativa para transformar o desafio social em uma oportunidade de modernização competitiva e sustentável, alinhando os ganhos de produtividade à responsabilidade social corporativa.

PALAVRAS-CHAVE: Automação Industrial; Cronoanálise; Viabilidade Econômica; Sustentabilidade Social; Gestão do Capital Humano.

ABSTRACT: This article analyzes the techno-economic feasibility of replacing the manual weighing and packaging process with an automated system at Lar Cooperativa Agroindustrial, integrating a critical perspective on social impacts and human capital management. The methodology is based on a single case study, using time study to establish the current productive baseline (1 tray/minute/worker, totaling 20 trays/minute with 20 workers per shift) and financial modeling to evaluate the investment of R\$ 5,300,000.00 in an automatic multi-head weigher (capacity: 60 trays/minute). The time study results, based on 100 measurements, validated the productive premise. The financial analysis, considering 70% financing via Price Table (interest rate: 10% p.a., term: 60 months, 30% down payment) and a MARR of 30% p.a., showed an NPV of R\$ 610.099,461, an IRR of 54.96% p.a., and a Discounted Payback of 35 months, attesting to economic feasibility. In parallel, a strategic redeployment plan for the 28 surplus workers was developed, based on skills mapping, internal relocation, and training programs. It is concluded that the project is financially viable and that the ethical and strategic management of human capital is imperative to transform the social challenge into an opportunity for competitive and sustainable modernization, aligning productivity gains with corporate social responsibility.

KEY WORDS: Industrial Automation; Time Study; Economic Feasibility; Social Sustainability; Human Capital Management.

¹Graduando em Gestão Financeira pela Faculdade Focus e Graduando em Engenharia de Produção também pela Faculdade Focus. E-mail: wdambrovski@gmail.com

1. INTRODUÇÃO

A indústria 4.0 e a automação industrial representam paradigmas transformadores no setor produtivo global, impulsionando ganhos de eficiência, qualidade e rastreabilidade. No agronegócio, setor vital para a economia brasileira, a adoção de tecnologias avançadas é uma condição sine qua non para manter a competitividade em mercados internacionais cada vez mais exigentes.

A Lar Cooperativa Agroindustrial, como player relevante neste segmento, depara-se com a necessidade constante de modernização de seus processos. A pesagem e embalagem de produtos, etapa final e de alto valor agregado na cadeia do frango, configura-se como uma área com significativo potencial de otimização através da automação. No entanto, esta modernização técnica não é isenta de consequências. A substituição de tarefas manuais por sistemas robóticos e automatizados gera um impacto social direto e imediato: a redução de postos de trabalho operacionais.

Este fenômeno exige da Engenharia de Produção uma visão ampliada, que transcenda a esfera técnico-econômica e incorpore a dimensão humana e social como pilares indissociáveis da sustentabilidade empresarial a longo prazo.

Diante deste contexto, o problema de pesquisa que norteia este artigo é formulado da seguinte maneira: Quais são os impactos técnicos, econômicos e sociais da substituição do processo manual de pesagem e embalagem por um sistema automatizado na Lar Cooperativa Agroindustrial, e como é possível conciliar os ganhos de produtividade com uma gestão ética e estratégica do capital humano impactado?

Academicamente, este trabalho contribui para preencher uma lacuna na literatura que frequentemente trata a viabilidade econômica da automação e seus impactos sociais de forma dissociada. A integração de uma análise de cronoanálise robusta, modelagem financeira detalhada e um framework estruturado para o reaproveitamento do capital humano em um único estudo de caso oferece uma perspectiva holística e aplicada.

Praticamente, o estudo fornece à Lar Cooperativa Agroindustrial um modelo decisório completo, subsidiando a alta gestão com dados concretos sobre o retorno do investimento e, simultaneamente, propondo um plano de ação viável para mitigar os impactos sociais negativos, preservar o conhecimento organizacional e fortalecer a cultura da empresa. O estudo objetiva analisar a viabilidade técnico-econômica e os impactos sociais da implantação de um sistema automatizado de pesagem e embalagem na Linha de Peito de Frango da Lar Cooperativa Agroindustrial, propondo um plano integrado de realocação e capacitação do capital humano.

Ainda nisso, este artigo está organizado da seguinte forma: após esta

introdução, a Seção 2 apresenta o Referencial Teórico, revisando criticamente os conceitos de automação, cronoanálise, viabilidade econômica e gestão de pessoas. A Seção 3 detalha a Metodologia, descrevendo o estudo de caso, os procedimentos de coleta de dados (cronoanálise) e os métodos de análise. A Seção 4 expõe a Análise e Resultados, dividida em análise da produtividade, análise financeira e o plano de reaproveitamento. A Seção 5 promove a Discussão, interpretando os resultados à luz do referencial teórico. Por fim, a Seção 6 apresenta as Conclusões, respostas aos objetivos, limitações e sugestões para pesquisas futuras.

2. DESENVOLVIMENTO

2.1 Automação industrial e indústria 4.0

A automação industrial, conforme define Groover (2020), consiste no uso de sistemas de controle e tecnologias de informação para operar máquinas e processos com intervenção humana mínima. Na esteira da Quarta Revolução Industrial, ou Indústria 4.0, a automação tornou-se mais acessível e inteligente, integrando sensores, Internet das Coisas (IoT) e cibernética (Rüssmann *et al.*, 2015). Hirsch-Kreinsen (2016) alerta, no entanto, que a promessa de uma "fábrica desocupada" é frequentemente exagerada, sendo mais comum a criação de novos arranjos produtivos onde humanos e máquinas colaboram, exigindo, porém, novas competências da força de trabalho.

2.2 Estudo de tempos e métodos e cronoanálise

A cronoanálise é uma técnica clássica da Engenharia de Produção, essencial para a melhoria contínua. Barnes (2018) a define como o processo de determinar o tempo necessário para um operador qualificado realizar uma tarefa específica, trabalhando em um ritmo normal, acrescido de tolerâncias para fadiga e necessidades pessoais. Niebel e Freivalds (2014) enfatizam a importância da definição operacional precisa da atividade a ser cronometrada e de um número estatisticamente significativo de observações para se obter um tempo confiável. Neste estudo, a cronoanálise serve como base objetiva para comparar a eficiência dos processos manual e automatizado.

2.3 Análise de viabilidade econômica de projetos

A avaliação de projetos de investimento é fundamentada na Engenharia Econômica. Blank e Tarquin (2018) estabelecem que um projeto é economicamente viável quando o Valor Presente Líquido (VPL) é positivo e a Taxa Interna de Retorno (TIR) supera a Taxa Mínima de Atratividade (TMA). Gitman e Zutter (2019) detalham o Payback Descontado como um indicador de liquidez, que considera o valor do dinheiro

no tempo. O uso da função PGTO, comum em planilhas eletrônicas, é crucial para modelar financiamentos pela Tabela Price, que apresenta parcelas constantes ao longo do tempo.

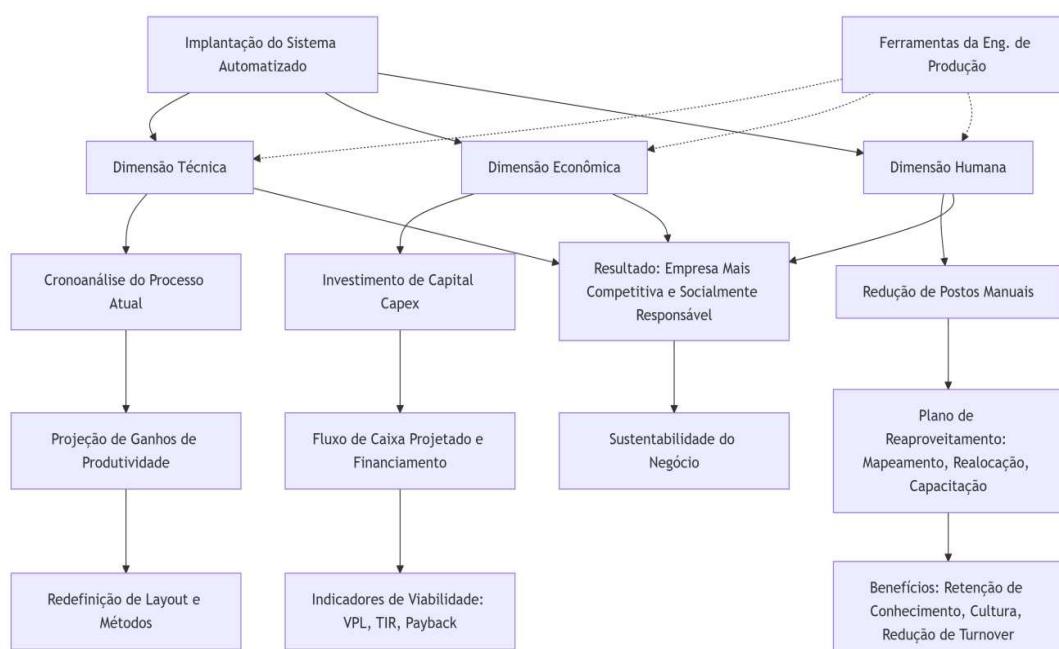
2.4 Gestão de pessoas e sustentabilidade social em processos de mudança

A gestão do capital humano em contextos de transformação tecnológica é um desafio central. Dutra (2016) argumenta que as pessoas são o único ativo capaz de gerar valor sustentável para as organizações. Ulrich (2020) propõe que a área de Recursos Humanos deve atuar "de fora para dentro", antecipando as demandas do negócio e criando valor para todos os stakeholders. Pereira e Shiki (2021) demonstram que planos de gestão de mudanças que incluem comunicação transparente, capacitação e realocação interna são determinantes para o sucesso de projetos de automação, reduzindo a resistência e preservando o capital intelectual. A sustentabilidade social, portanto, deixa de ser um custo para se tornar um investimento estratégico.

2.5 Framework teórico integrado

O framework abaixo ilustra o diagrama da relação entre as dimensões técnica, econômica e humana do projeto de automação, guiando a análise integrada proposta por este artigo.

Figura 1 – Relação entre dimensões técnicas, econômicas e humanas de projeto



Fonte: Própria autoria (2025)

3. MATERIAIS E MÉTODOS

Este trabalho classifica-se quanto aos objetivos: exploratória e descritiva. Exploratória por investigar um fenômeno contemporâneo (automação com foco social) em profundidade, e Descritiva por detalhar as características do processo atual e projetado. Quanto aos procedimentos: estudo de caso único e intrínseco, focando na realidade específica da Lar Cooperativa Agroindustrial (Yin, 2018). Quanto à abordagem do problema: quantitativa, utilizando dados numéricos da cronoanálise e modelagem financeira.

Quanto aos procedimentos de coleta de dados, fer-se-á por cronoanálise do processo manual: foram realizadas 100 medições de tempo, distribuídas aleatoriamente nos dois turnos de trabalho (50 por turno), utilizando um cronômetro digital de segundos. A atividade cronometrada foi definida operacionalmente como: "Pegar a bandeja vazia, posicionar na balança, adicionar o peito de frango até atingir o peso meta de 1kg ±10g, fechar a embalagem e dispor na esteira de saída".

O ritmo dos operadores foi avaliado pela Escala de Ritmo de Westinghouse, sendo a maioria classificada em "Bom" (100%). Foram registrados os tempos observados brutos para cada ciclo, bem como por coleta de dados financeiros e operacionais: os custos de mão de obra, manutenção, energia e o valor de aquisição da máquina foram fornecidos pelo departamento financeiro e de engenharia da empresa. As condições de financiamento foram obtidas junto ao Banco do Brasil, com base no Plano Safra.

No que tange a população: o processo de pesagem e embalagem manual de peito de frango em bandejas de 1kg. Amostra: 100 ciclos de trabalho, considerados estatisticamente suficientes para estabelecer um tempo médio confiável, conforme orientações de Barnes (2018) e Niebel e Freivalds (2014).

Para métodos de análise e instrumentos de coleta de dados, reaizou-se com abordagem em cronoanálise: os tempos observados (TO) foram normalizados para obter o tempo normal (TN), aplicando o fator de ritmo (FR): $TN = TO * (FR/100)$. O tempo padrão (TP) foi calculado adicionando tolerâncias para fadiga e necessidades pessoais (15%): $TP = TN * (1 + 0.15)$, bem como com análise financeira: foi construído um fluxo de caixa incremental para 5 anos (60 meses), considerando o horizonte do financiamento. O custo de oportunidade do capital (TMA) foi estabelecido em 30% a.a. (2.21% a.m.), refletindo o cenário macroeconômico de alta Selic e o risco do projeto. Os cálculos de VPL, TIR e Payback Descontado foram realizados conforme metodologia de Blank e Tarquin (2018). A prestação do financiamento foi calculada pela função PGTO no Excel.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Cronoanálise e produtividade do processo atual

Das 100 medições, obteve-se um tempo observado médio de 51,48 segundos por bandeja. Aplicado o fator de ritmo. Com a adição de 15% de tolerâncias, chega-se a um Tempo Padrão (TP) de 61,30 segundos por bandeja, o que valida a premissa de 1 bandeja por minuto por colaborador (60 segundos) como uma aproximação prática e conservadora para o planejamento.

Produção Atual por Turno (8h): 20 colaboradores * 480 minutos * (1 bandeja/minuto) = 9.600 bandejas. Produção Atual Diária (2 turnos): 19.200 bandejas. Custo Mensal com Mão de Obra: 40 colaboradores * R\$ 5.200,00 = R\$ 208.000,00.

4.2 Projeção do cenário automatizado

Capacidade da Multicabeçal: 60 bandejas/minuto. Produção Diária Efetiva (16h): 60 bandejas/minuto * 60 min * 16h = 57.600 bandejas. Nova Estrutura de Pessoal: 6 colaboradores por turno * 2 turnos = 12 colaboradores. Custo Mensal com Nova Mão de Obra: 12 * R\$ 5.200,00 = R\$ 62.400,00. Economia Líquida Mensal de Mão de Obra: R\$ 208.000,00 - R\$ 62.400,00 = R\$ 145.600,00.

4.3 Análise de viabilidade financeira

4.3.1 Investimento (Capex) e financiamento

Custo da Máquina: R\$ 5.300.000,00, Entrada (30%): R\$ 1.590.000,00, Valor Financiado (70%): R\$ 3.710.000,00, Taxa de Juros (a.a.): 10% | (a.m.): $(1,10)^{(1/12)-1} = 0,7974\%$ a.m., Período (meses): 60, Prestação Mensal (PGTO): = -R\$78.042,01 → PGTO($(1+10\%)^{(1/12)-1}; 60; 5300000*0,7$)

4.3.2 Indicadores

Considerando a economia de mão de obra, o custo adicional de energia (R\$ 1.000,00/mês) e a prestação do financiamento.

Tabela 1 – Indicadores observados na atividade

| | |
|----------------------------|----------------|
| TMA | 30% |
| VPL | R\$610.099,46 |
| TIR mensal | 3,72% |
| TIR anual | 54,96% |
| Payback simples | 24° MÊS |
| Payback descontado | 35° MÊS |
| Prestação do financiamento | - R\$78.042,01 |

Fonte: Própria autoria (2025)

4.4 Análise dos impactos sociais e plano de reaproveitamento do capital humano

A automação industrial, embora traga ganhos incontestáveis de eficiência e

competitividade, impõe uma reflexão crítica sobre seus impactos sociais, particularmente na redução de postos de trabalho operacionais. Este estudo propõe a substituição de 40 colaboradores por um sistema automatizado que cria 12 novos postos, o que demanda uma gestão ética e estratégica do capital humano, alinhada ao discurso corporativo de valorização dos talentos internos.

A visão moderna da Engenharia de Produção não se limita à eficiência técnica e econômica, mas engloba a sustentabilidade social dos projetos. Um plano estruturado de transição não é apenas uma medida de responsabilidade social, mas um investimento no ativo mais valioso da organização: suas pessoas. A seguir, são apresentadas estratégias viáveis para a realocação e desenvolvimento dos colaboradores impactados.

4.4.1 Estratégias para reaproveitamento e realocação

Mapeamento de Competências e Perfis: O primeiro passo consiste em realizar um diagnóstico detalhado das competências (skills) de cada um dos 40 colaboradores. Muitos deles possuem conhecimento tácito invaluable sobre o processo, produtos e normas de qualidade, que pode ser aplicado em outras funções.

Realocação para Vagas Existentes: A empresa pode priorizar os colaboradores do setor de pesagem para preencher vagas de rotatividade natural em outros departamentos, como:

- Expedição e Logística: O conhecimento dos produtos é uma vantagem significativa.
- Controle de Qualidade (CQP): A experiência prática com os padrões dos produtos é um diferencial.
- Abastecimento de Linha (Novo Layout): As 6 vagas por turno no novo processo podem ser preenchidas por quem já conhece a matéria-prima.
- Sanitização e Conservação: Setor que constantemente demanda mão de obra.

Criação de Novas Funções com Maior Valor Agregado: A própria automação gera demandas por novas habilidades. Os colaboradores podem ser capacitados para funções como:

- Operador de máquina: Responsável pela operação, monitoramento e pequenas intervenções na nova multicabeçal.
- Auxiliar de Manutenção Preditiva e Preventiva: Atuando em apoio à equipe de manutenção, realizando limpezas, lubrificação e inspeções iniciais no equipamento.

- Programa de Capacitação e Desenvolvimento: Para viabilizar a realocação, um programa de capacitação é fundamental. A verba de treinamento inclusa no investimento (Apêndice A) pode ser parcialmente direcionada para este fim.
- Treinamento Cross-Training: Capacitar colaboradores para atuar em mais de uma função dentro do frigorífico de aves, aumentando a flexibilidade operacional da empresa e a empregabilidade interna.
- Programa de Aprendizagem: Os colaboradores com maior aptidão e tempo de casa podem ser encorajados a participar de programas de aprendizagem industrial para se tornarem mecânicos ou eletricistas de manutenção.

4.4.2 Benefícios para a organização

A adoção dessas medidas transcende o aspecto social e gera benefícios tangíveis para a empresa, tais como:

- Retenção de Conhecimento Organizacional: Preserva-se o conhecimento prático sobre o processo, que seria perdido com demissões em massa.
- Redução de Custos de Turnover: Evita-se os custos diretos (multas rescisórias) e indiretos (recrutamento, seleção, integração e treinamento de novos colaboradores) associados à demissão e nova contratação.
- Fortalecimento da Cultura Organizacional: A iniciativa demonstra que a empresa valoriza e investe em seu quadro de funcionários, aumentando o engajamento, a lealdade e melhorando o clima organizacional de todos os colaboradores.
- Mitigação de Riscos de Imagem: Protege a marca empregadora da empresa perante a comunidade e o mercado, evitando possíveis conflitos trabalhistas e danos à reputação.

4.4.3 Análise do mapeamento de competências

Distribuição por Tempo de Empresa: < 1 ano: 4 colaboradores (10%); 1-2 anos: 8 colaboradores (20%); 2-5 anos: 16 colaboradores (40%); 5-10 anos: 10 colaboradores (25%); e > 10 anos: 2 colaboradores (5%).

Análise de Senioridade: Média de experiência: 3,8 anos → Colaboradores com mais de 5 anos: 12 (30%) - representam conhecimento institucional valioso, e colaboradores com menos de 2 anos: 12 (30%) - maior flexibilidade para adaptação.

Atividades com Experiência Prévia: Sanitização: 18 colaboradores (45%); Expedição/Logística: 16 colaboradores (40%); Abastecimento de Linha: 15

colaboradores (37,5%); Manutenção: 8 colaboradores (20%); CQP: 5 colaboradores (12,5%); e nenhuma experiência adicional: 12 colaboradores (30%).

Experiência com Equipamentos: Balanças Industriais: 40 colaboradores (100%); Seladoras: 40 colaboradores (100%); Esteiras Rolantes: 40 colaboradores (100%); Ferramentas Manuais: 12 colaboradores (30%); Computadores: 10 colaboradores (25%); e Empilhadeira: 2 colaboradores (5%).

Cursos e Certificações: Com cursos: 0 colaboradores (0%); e dem cursos: 40 colaboradores (100%).

Facilidade de Aprendizado: Aprendo muito rapidamente: 14 colaboradores (35%); Aprendo em ritmo normal: 24 colaboradores (60%); Preciso mais tempo prática: 2 colaboradores (5%); e Tenho dificuldade: 0 colaboradores (0%).

Preferência por Trabalho em Equipe: Sim, muito: 32 colaboradores (80%); Sim, mas prefiro individual: 6 colaboradores (15%); e Não, prefiro sozinho: 2 colaboradores (5%).

Áreas de Interesse para Realocação: Operação e Monitoramento de Máquinas: 26 colaboradores (65%); Logística: 18 colaboradores (45%); Sanitização: 16 colaboradores (40%); Manutenção: 12 colaboradores (30%); Controle de Qualidade: 12 colaboradores (30%); e Supervisão: 6 colaboradores (15%).

Interesse em Programas de Capacitação: Sim, muito interesse: 28 colaboradores (70%); Talvez, dependendo do curso: 12 colaboradores (30%); e Não, no momento: 0 colaboradores (0%).

Perfil 1: Operadores Técnicos (14 colaboradores - 35%) → Alta facilidade de aprendizado; Interesse em Operação de Máquinas e Manutenção; Alto interesse em capacitação; e Recomendação: Priorizar para as 12 vagas de operação da nova máquina.

Perfil 2: Logística e Qualidade (12 colaboradores - 30%) → Ritmo normal de aprendizado; Interesse em Logística e CQP; Experiência em expedição/abastecimento; e Recomendação: Realocar para áreas de apoio logístico.

Perfil 3: Sanitização e Conservação (10 colaboradores - 25%) → Ritmo normal ou necessidade de mais prática; Preferência por trabalho individual; Interesse em sanitização; e Recomendação: Manter em funções de apoio e sanitização.

Perfil 4: Liderança e Supervisão (4 colaboradores - 10%) → Alta experiência (>5 anos); Interesse em supervisão; e Recomendação: Desenvolver para funções de coordenação.

Relação Tempo de Empresa × Interesse em Capacitação: Colaboradores com <2 anos: 100% de interesse alto; Colaboradores com 2-5 anos: 75% de interesse

alto; e Colaboradores com >5 anos: 50% de interesse alto.

Relação Facilidade de Aprendizado x Área de Interesse: Alta facilidade: 85% interessados em áreas técnicas (operação, manutenção); Ritmo normal: 60% interessados em áreas operacionais; e Necessidade de prática: 100% interessados em sanitização.

Pontos Fortes: Alto interesse em capacitação (100% dos colaboradores); Experiência diversificada em múltiplas áreas; Bom nível de trabalho em equipe (80%); e 35% com alta capacidade de aprendizado.

Pontos de Atenção: Falta de certificações formais (100% sem cursos); 30% sem experiência em outras áreas; e 5% com resistência ao trabalho em equipe.

Plano de Ação Recomendado → Imediato (0-3 meses): Capacitar os 14 colaboradores de "alta facilidade" para operação da nova máquina; Realocar 12 colaboradores para logística/CQP (vagas existentes); e Manter 10 colaboradores em sanitização. Médio Prazo (3-12 meses): Desenvolver programa de capacitação técnica para certificação; Implementar rodízio entre áreas para ganho de versatilidade; e Identificar e desenvolver potenciais líderes entre os 4 colaboradores sênior. Longo Prazo (12+ meses): Criar plano de carreira técnico-operacional; Estabelecer programa de educação continuada; e Desenvolver multiplicadores internos.

O mapeamento revela um quadro extremamente favorável para a realocação, com: Alto alinhamento entre interesses dos colaboradores e necessidades da empresa pós-automação; Capacidade de aprendizado adequada para a transição tecnológica; Disponibilidade total para capacitação; Experiência prática que pode ser aproveitada em múltiplas áreas; e A realocação dos 28 colaboradores excedentes é totalmente viável com um plano estruturado de capacitação e desenvolvimento, transformando um desafio social em uma oportunidade de modernização do capital humano.

Os resultados obtidos confirmam a tese central do artigo: a automação, quando gerida de forma integrada, pode ser uma alavanca tanto para a eficiência econômica quanto para a sustentabilidade social. O VPL positivo de VPL de R\$610.099,461 e a TIR de 54,96% demonstram uma atratividade financeira robusta, mesmo em um cenário de TMA elevada. Isto corrobora os achados de Blank e Tarquin (2018) sobre a importância de uma modelagem financeira realista. O Payback de 35 meses indica um retorno do investimento em um prazo considerado aceitável para projetos de capex de médio porte no setor.

A cronoanálise, seguindo os preceitos de Barnes (2018), forneceu a base factual indispensável para a projeção de ganhos, evitando especulações. O aumento de produtividade de 200% (de 20 para 60 bandejas/minuto) está alinhado com as

expectativas da literatura sobre automação (Groover, 2020).

O aspecto mais crítico e inovador desta pesquisa reside na articulação entre estes números e a dimensão humana. O plano de reaproveitamento proposto materializa na prática os conceitos de Dutra (2016) e Ulrich (2020) sobre a valorização do capital humano.

Ao invés de tratar a redução de postos como um mero custo variável a ser eliminado, a empresa é encorajada a enxergá-lo como um investimento em realocação e capacitação. Isto gera um win-win: a empresa retém conhecimentos tácitos valiosos e fortalece sua marca empregadora, enquanto os colaboradores têm a oportunidade de migrar para funções com maior valor agregado, seguindo a tendência apontada por Hirsch-Kreinsen (2016).

A discussão transcende, portanto, a simples substituição de "homens por máquinas", evoluindo para uma transformação do perfil da mão de obra, que se torna mais técnica e de supervisão.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A cronoanálise confirmou o tempo padrão de 1 bandeja/minuto/colaborador, estabelecendo a base produtiva do cenário atual. Os ganhos de produtividade com a automação são de 200%, e a economia líquida mensal com mão de obra é de R\$ 145.600,00. O modelo financeiro, considerando o financiamento do BB, atestou a viabilidade do projeto com VPL de R\$610.099,46, TIR de 54,96% e Payback Descontado de 35 meses.

Foi elaborado um plano de reaproveitamento estruturado em mapeamento, realocação e capacitação para os 28 colaboradores impactados. As implicações do projeto foram discutidas de forma integrada, demonstrando que a sinergia entre as dimensões técnica, econômica e humana é viável e desejável.

A contribuição mais significativa deste trabalho é a demonstração, por meio de um estudo de caso real e com dados robustos, de que a profundidade analítica exigida para um projeto de automação de grande porte – alcançada através da integração de cronoanálise, engenharia econômica e gestão de pessoas, é crucial para gerar uma contribuição científica e prática de impacto. Ele fornece um framework replicável para outras empresas do setor que enfrentam o mesmo dilema entre modernização e responsabilidade social.

Este estudo está limitado ao contexto específico da Lar Cooperativa Agroindustrial. As projeções de mercado que assumem a absorção do excedente produtivo estão sujeitas a flutuações econômicas. Ademais, a efetiva implementação do plano de reaproveitamento depende de variáveis organizacionais e da adesão dos

colaboradores, fatores que foram modelados, mas cuja execução prática pode apresentar desafios não previstos.

A implantação da multicabeçal automatizada não deve ser vista simplesmente como uma troca de "homens por máquinas", mas como uma transformação do perfil da mão de obra, de operacional para técnica e de supervisão. A migração do capital humano para funções com maior valor agregado é uma oportunidade estratégica de modernizar não apenas os equipamentos, mas também as competências da força de trabalho, tornando a Lar Agroindustrial uma empresa mais eficiente, resiliente e socialmente responsável. O desafio de realocar 28 pessoas é significativo, mas os benefícios de longo prazo justificam o esforço.

REFERÊNCIAS

BARNES, R. M. **Estudo de Movimentos e de Tempos: Projeto e Medição do Trabalho.** São Paulo: Edgard Blücher, 2018.

BLANK, L; TARQUIN, A. **Engineering Economy.** 8th ed. New York: McGraw-Hill, 2018.

DUTRA, J. S. **Gestão de Pessoas: Modelo, Processos, Tendências e Perspectivas.** São Paulo: Atlas, 2016.

GITMAN, L. J; ZUTTER, C. J. **Princípios de Administração Financeira.** 14^a ed. São Paulo: Pearson, 2019.

GROOVER, M. P. **Automação Industrial e Sistemas de Manufatura.** 4^a ed. Porto Alegre: Bookman, 2020.

HIRSCH-KREINSEN, H. **Industry 4.0 as Promising Technology: Emergent Fields of Research.** In: FAULSTICH, M. (Ed.). Future Opportunities in Engineering, Research and Technology. Berlin: Springer, 2016. p. 15-33.

NIEBEL, B. W; FREIVALDS, A. **Engenharia de Métodos e Estudos de Tempos.** São Paulo: McGraw-Hill, 2014.

PEREIRA, M. F; SHIKI, R. S. **Gestão de Mudanças Organizacionais: O Papel Estratégico da Área de Recursos Humanos.** Revista de Gestão e Projetos, v. 12, n. 1, p. 45-62, 2021.

RÜSSMANN, M. **Industry 4.0: The Future of Productivity and Growth in Manufacturing Industries.** The Boston Consulting Group, 2015.2

SLACK, N; CHAMBERS, S; JOHNSTON, R. **Administração da Produção.** 4^a ed. São Paulo: Atlas, 2018.

ULRICH, D. **HR from the Outside** In: Six Competencies for the Future of Human Resources. New York: McGraw-Hill, 2020.

YIN, R. K. **Estudo de Caso: Planejamento e Métodos.** 5^a ed. Porto Alegre: Bookman, 2018.

NÍVEIS DE MATURIDADE TÉCNICA EM ADMINISTRAÇÃO DE BASE DE DADOS DOS TÉCNICOS PROFISSIONAIS DE TI DA PROVÍNCIA DO UÍGE

Nkanga Pedro¹
Bernardo João António²
Nguinamau João Mamona³
Alério dos Santos⁴

RESUMO: A administração de bases de dados constitui uma área fundamental na gestão de sistemas de informação modernos, caracterizando-se por diferentes níveis de complexidade técnica e responsabilidade profissional. Este trabalho explora os níveis de maturidade técnica em administração de base de dados dos técnicos de TI da província do Uíge, analisando os diversos patamares hierárquicos desde as funções operacionais básicas até às responsabilidades estratégicas avançadas. Através de uma análise estruturada com 32 profissionais de TI de 20 instituições, identificaram-se as competências técnicas específicas, as responsabilidades associadas a cada nível e os caminhos de progressão na carreira. O estudo revela que a evolução profissional requer não apenas o domínio crescente de tecnologias específicas, mas também o desenvolvimento de capacidades de planeamento estratégico e tomada de decisão. Os resultados demonstram que 50% dos profissionais apresentam nível médio de maturidade, enquanto apenas 20% atingem níveis alto ou muito alto, evidenciando a necessidade de formação contínua e especializada.

PALAVRAS-CHAVE: Administração de bases de dados; DBA; Níveis técnicos; Competências profissionais; Gestão de dados.

ABSTRACT: Database administration is a fundamental area in modern information systems management, characterized by different levels of technical complexity and professional responsibility. This paper explores the technical maturity levels in database administration among IT technicians in Uíge province, analyzing various hierarchical tiers from basic operational functions to advanced strategic responsibilities. Through structured analysis with 32 IT professionals from 20 institutions, specific technical skills, level-associated responsibilities, and career progression paths were identified. The study reveals that professional advancement requires not only increasing mastery of specific technologies but also strategic planning and decision-making skills development. Results show 50% of professionals present medium maturity levels, while only 20% achieve high or very high levels, evidencing the need for continuous and specialized training.

KEY WORDS: Database administration; DBA; Technical levels; Professional skills; Data management.

1. INTRODUÇÃO

A explosão exponencial de dados nas organizações contemporâneas transformou a administração de bases de dados numa disciplina crítica para o sucesso empresarial. A profissão de Administrador de Base de Dados (DBA) evoluiu

¹Mestre em Ciencias. Kimpa Vita. Uíge, Angola. E-mail: nkangapedroinfo@gmail.com

²Bacharel. Instituto Superior Politecnico Privado do Uíge. Uíge, Angola. E-mail: bernardoprogramador654@gmail.com

³Bacharel. Instituto Superior Politecnico Privado do Uíge. Uíge, Angola. E-mail: valeriodossantos@gmail.com

⁴Bacharel. Instituto Superior Politecnico Privado do Uíge. Uíge, Angola. E-mail: nagjm199@gmail.com

significativamente, passando de uma função técnica relativamente simples para uma especialidade multifacetada que exige conhecimentos profundos em diversas áreas tecnológicas. Esta evolução criou naturalmente diferentes níveis de especialização, cada um com responsabilidades, desafios e oportunidades específicas. A complexidade crescente dos ambientes tecnológicos, a proliferação de soluções cloud e a emergência de tecnologias como Big Data e inteligência artificial criaram novos desafios que exigem diferentes níveis de expertise técnica.

O presente trabalho propõe-se analisar sistematicamente os níveis de administração técnica em bases de dados dos técnicos da província do Uíge, oferecendo uma perspetiva abrangente sobre as competências necessárias e os caminhos de progressão profissional.

Com base na análise do contexto tecnológico da província do Uíge e na crescente importância da administração de bases de dados nas organizações locais, formulou-se a seguinte pergunta-problema: Qual é o nível de maturidade técnica em administração de bases de dados dos profissionais de TI da província do Uíge e quais são as competências técnicas específicas que caracterizam cada patamar hierárquico desta especialidade? Esta pergunta desdobra-se em questões secundárias que orientaram a investigação: Como se caracterizam os diferentes níveis de maturidade técnica? Quais são as principais lacunas de competências identificadas? Que caminhos de progressão profissional podem ser delineados para o desenvolvimento da área na região?

Neste sentido, o estudo objetiva analisar os níveis de maturidade técnica em administração de bases de dados dos profissionais de TI da província do Uíge, identificando competências específicas e caminhos de progressão profissional.

A justificativa para esta investigação fundamenta-se em múltiplas dimensões que evidenciam sua importância tanto para o contexto académico quanto para o desenvolvimento tecnológico regional. Este estudo contribui para o corpo de conhecimento em administração de bases de dados ao propor um framework estruturado para avaliação de maturidade técnica, preenchendo uma lacuna na literatura específica sobre o contexto angolano. A investigação oferece uma perspetiva empírica sobre os níveis hierárquicos da profissão, complementando os modelos teóricos existentes com dados contextualizados da realidade local.

Os resultados desta investigação têm impacto direto no desenvolvimento de políticas de formação e capacitação profissional na província do Uíge. A identificação dos níveis de maturidade e das lacunas de competências fornece subsídios concretos

para instituições educacionais, organizações empregadoras e profissionais da área planificarem estratégias de desenvolvimento técnico mais eficazes.

A investigação contribui para o fortalecimento do setor tecnológico regional, promovendo a qualificação profissional e a melhoria da qualidade dos serviços de TI prestados às organizações locais. Este desenvolvimento tem reflexos positivos na competitividade empresarial e na modernização dos serviços públicos da província. A investigação aborda questões atuais relacionadas com a transformação digital das organizações e a crescente importância da gestão eficaz de dados. No contexto de Angola, onde se verifica um investimento crescente em infraestruturas tecnológicas, este estudo surge no momento adequado para orientar o desenvolvimento de competências técnicas especializadas.

A caracterização dos níveis de maturidade técnica permite às organizações estruturarem melhor as suas equipas de TI, estabelecerem planos de carreira claros e identificarem necessidades específicas de formação. Isto resulta numa gestão mais eficiente dos recursos humanos tecnológicos e numa maior retenção de talentos na região.

2. DESENVOLVIMENTO

2.1 Conceituação de maturidade organizacional

A conceituação de maturidade organizacional tem suas raízes nos trabalhos de Crosby (1979) sobre qualidade e nos desenvolvimentos do Capability Maturity Model (CMM) desenvolvido pelo Software Engineering Institute. Segundo Maleh (2018), maturidade é uma medida da capacidade organizacional de empreender melhorias contínuas numa disciplina particular.

Esta conceptualização encontra respaldo na Teoria dos Sistemas Adaptativos Complexos (Holland, 1992), que postula que organizações evoluem através de processos de adaptação contínua, desenvolvendo capacidades incrementais em diferentes níveis de sofisticação operacional.

2.2 O paradigma CMMI na gestão de dados

O Capability Maturity Model Integration (CMMI) representa um dos frameworks mais influentes para avaliação de maturidade organizacional (Software Engineering Institute, 2010). O CMMI-DMM (Data Management Maturity Model) constitui uma extensão especializada estruturada em seis capacidades críticas: Estratégia de Dados, Governança de Dados, Qualidade de Dados, Operações de Dados, Arquitetura de Dados e Consumo de Dados (DAMA International, 2017).

2.3 Dimensões da maturidade técnica

Segundo Dreyfus & Dreyfus (1986), a maturidade técnica em administração de bancos de dados conceptualiza-se através de múltiplas dimensões:

Quadro 1 - Dimensões da maturidade técnica

| Dimensão | Descrição |
|---------------|------------------------------------------------------------------------|
| Cognitiva | Desenvolvimento de estruturas de conhecimento declarativo e procedural |
| Operacional | Capacidade de executar tarefas com eficiência e autonomia crescentes |
| Metacognitiva | Capacidade de autorregulação e aprendizado contínuo |
| Sistémica | Compreensão e otimização de sistemas complexos |

Fonte: Dreyfus & Dreyfus (1986)

2.4 Framework teórico integrado para avaliação de maturidade

2.4.1 Modelo multidimensional de competências técnicas

Baseando-se na síntese das contribuições teóricas anteriores, propõe-se um modelo multidimensional que integra perspectivas organizacionais e individuais de maturidade. Este modelo reconhece que a maturidade técnica individual não pode ser dissociada do contexto organizacional em que se manifesta.

O modelo proposto estrutura-se em torno de cinco níveis progressivos (Inicial, Básico, Intermediário, Avançado, Especialista), cada um caracterizado por competências específicas em quatro domínios fundamentais:

- Domínio Técnico-Operacional: Competências práticas de implementação e manutenção.
- Domínio Analítico-Estratégico: Capacidades de análise, otimização e planejamento.
- Domínio Sistêmico-Integrativo: Habilidades de integração e visão holística.
- Domínio Adaptativo-Evolutivo: Competências de aprendizagem e inovação.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

Este estudo caracteriza-se como uma pesquisa descritiva e exploratória, de natureza quantitativa com abordagem qualitativa complementar, utilizando levantamento de campo (survey) e análise documental. A pesquisa visa identificar e categorizar os níveis de maturidade técnica dos profissionais de TI que atuam com administração de bancos de dados na província do Uíge, Angola. Além disso, o estudo está delineado como tipo estudo transversal descritivo, com uso de método survey com questionário estruturado, bem como entrevistas semi-estruturadas com gestores de TI, e realizado em período entre maio á junho de 2025.

Quadro 2 - Local do estudo

| Tipo de instituição | Quantidade |
|-----------------------------------|------------|
| Instituições públicas provinciais | 1 |

| | |
|----------------------------------|----|
| Empresas privadas de médio porte | 11 |
| Instituições de ensino superior | 4 |
| Instituições de ensino médio | 3 |
| ONGs com departamentos de TI | 1 |

Fonte: Própria autoria (2025)

A população do estudo é composta por técnicos de TI que exercem funções relacionadas à administração de bancos de dados na província do Uíge, incluindo: Administradores de Banco de Dados (DBAs), Técnicos de Suporte de TI que trabalham com bases de dados, Analistas de Sistemas com responsabilidades em BD, e Desenvolvedores que atuam com administração de dados.

Quanto ao cálculo amostral, com base no levantamento preliminar realizado junto às principais organizações da província: população estimada: 50 profissionais; nível de confiança: 95%; margem de erro: 5%; e amostra mínima calculada: 32 profissionais. Ainda nisso, define-se com amostragem não-probabilística por conveniência e bola de neve, devido a: dificuldades de acesso a registros completos de profissionais da área; características específicas da população-alvo; e recursos limitados para mapeamento completo.

Quadro 3 - Critérios de inclusão e exclusão

| Critérios de inclusão | Critérios de exclusão |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|
| Profissionais que atuam há pelo menos 6 meses com administração de bancos de dados. | Profissionais em período de estágio ou trainee. |
| Técnicos lotados em organizações sediadas na província do Uíge. | Técnicos que trabalham exclusivamente com suporte de hardware. |
| Profissionais que aceitem participar voluntariamente da pesquisa. | Participantes que não completarem pelo menos 80% do questionário. |
| Idade igual ou superior a 18 anos. | Atuam há menos de 6 meses na função. |

Fonte: Própria autoria (2025)

A coleta de dados foi feito por questionário estruturado com características: 21 questões divididas em 2 seções; questões dicotômicas (Sim/Não) para competências específicas, e questões abertas para observações complementares. Ainda nisso, foi composto pelas seguintes seções:

1. Dados Pessoais e Profissional (4 questões): Idade, gênero; e Instituição de trabalho, cargo atual.
2. Perfil Profissional (5 questões): Formação, experiência profissional; e Nível de familiaridade com administração de base de dados.
3. Experiência com Bases de Dados (5 questões): Quais SGBDs utiliza com frequência?; Com que frequências são realizadas as tarefas de administração de base de dados?; Já participou de algum projeto de migração ou atualização de base de dados?; Com que regularidade realiza backups nas bases de dados que administra?; Aplica rotinas de manutenção preventiva (otimização,

verificação de integridade, etc.)?

4. Práticas e Padrões Técnicos (11 questões): A sua organização possui políticas definidas para segurança de dados; Existem padrões documentados para modelagem e normalização de dados; Há procedimentos definidos para controle de acesso a dados sensíveis; São utilizadas ferramentas de monitoramento e auditoria de banco de dados; A organização adota alguma metodologia formal para administração de dados (como ITIL, COBIT, etc.); Já recebeu formação específica em administração de base de dados; A sua organização promove treinamentos periódicos nesta área; Com que frequência atualiza seus conhecimentos técnicos em banco de dados; Como avalia o nível de maturidade técnica da sua equipe em relação à administração de base de dados; Quais são, os principais desafios enfrentados na administração de bases de dados na sua organização; O sistema tem uma função de backup automático.

O roteiro da entrevista semi-estruturada teve como público-alvo gestores de TI e coordenadores técnicos, com duração estimada: 30-45 minutos, e tópicos abordados: avaliação dos níveis técnicos das equipes, principais desafios na administração de BD, necessidades de capacitação identificadas e estratégias de desenvolvimento técnico.

Quanto a matriz de competência classificatórias, definiu-se por níveis de maturidade:

Quadro 4 - Níveis de maturidade definidos

| Nível | Denominação | Características Principais |
|-------|---------------|---------------------------------------------------------|
| 1 | Iniciante | Conhecimentos básicos de SQL, operações simples |
| 2 | Básico | Backup/restore, manutenção rotineira, conceitos de SGBD |
| 3 | Intermediário | Otimização básica, segurança, múltiplos SGBDs |
| 4 | Avançado | Arquitetura, alta disponibilidade, tuning avançado |
| 5 | Especialista | Design complexo, consultoria, liderança técnica |

Fonte: Própria autoria (2025)

Quadro 5 - Procedimentos de coleta de dados

| Fase | Descrição | Duração |
|----------------------------|----------------------------------------------------------|-----------------------------|
| Preparatória | Mapeamento das organizações e validação dos instrumentos | 11 Dias |
| Coleta | Aplicação dos questionários e realização das entrevistas | 16 Dias |
| Aspectos Logísticos | | |
| Equipe de coleta | Meio de aplicação | Incentivos |
| 8 pesquisadores | Google Forms e papel | Certificado de participação |

Fonte: Própria autoria (2025)

No que diz respeito a análise de dados, o software utilizado foi o Microsoft Excel. Além disso, trabalhou-se com:

- Estatísticas Descritivas: Frequências absolutas e relativas; medidas de

tendência central (média, mediana, moda); medidas de dispersão (desvio padrão, amplitude).

- Testes Estatísticos: Teste Qui-quadrado para associações; ANOVA para comparação entre grupos; correlação de Spearman para variáveis ordinais; nível de significância: $\alpha = 0,05$.
- Indicadores de Maturidade: índice de Maturidade Técnica (IMT) = $\Sigma(\text{pontuação} \times \text{peso}) / \text{Total possível}$; classificação em quintis para determinação dos níveis; e análise por competência específica.

Em análise qualitativa, utilizou-se análise de conteúdo de Bardin, observando-se:

- Processo: pré-análise: organização e leitura flutuante das entrevistas; exploração do material: codificação e categorização; e interpretação: Inferências e relações com dados quantitativos.
- Categorias temáticas: desafios técnicos identificados; estratégias de desenvolvimento profissional; percepções sobre níveis de maturidade; e necessidades de capacitação.

Quanto aos aspectos éticos, primaram-se por: autonomia (participação voluntária com Termo de Consentimento), beneficência (retorno dos resultados para as organizações), não-maleficência (anonimização dos dados individuais), e justiça (acesso igualitário aos resultados da pesquisa).

Ainda no estudo, fez-se uso de aplicação de Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), com explicação dos objetivos da pesquisa, garantia de anonimato e confidencialidade, direito de desistência a qualquer momento e formas de contato com os pesquisadores. O tratamento dos dados foi realizado com o armazenamento em servidor protegido por senha, anonimização imediata após coleta, destruição dos dados brutos após 5 anos e acesso restrito à equipe de pesquisa.

Expressaram-se limitações de diversas ordens, tais como: metodológica (amostragem não-probabilística pode limitar a generalização, possível viés de seleção devido ao método bola de neve e autorrelato pode gerar superestimação de competências); contextuais (concentração geográfica na província do Uíge, possível sazonalidade no período de coleta, e variações na infraestrutura tecnológica entre organizações), além de operacionais (dificuldades de acesso a algumas organizações, limitações de conectividade para coleta onlin, e tempo limitado para aprofundamento qualitativo).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Dados demográficos

Os dados demográficos recolhidos revelam um perfil específico dos participantes do estudo, caracterizado por uma população predominantemente masculina, com faixa etária concentrada entre os 31-40 anos e formação académica sólida na área tecnológica.

- Distribuição por Idade: A maioria dos participantes (50%), situa-se na faixa etária dos 31-40 anos, seguida por 30% entre os 25-30 anos e 20% com mais de 41 anos. Esta distribuição sugere uma população profissionalmente madura, com experiência consolidada no mercado de trabalho.
- Distribuição por Género: Observa-se uma marcante predominância masculina (85%) em relação ao género feminino (15%). Este dado reflete a realidade conhecida do setor tecnológico, onde persiste um desequilíbrio de género significativo.
- Formação Académica: Os resultados mostram que 40% dos participantes possuem formação ao nível de bacharelato, 30% são formados em Engenharia Informática, 20% têm grau de mestre e 10% outras formações. Esta distribuição evidencia um elevado nível de qualificação académica entre os participantes.
- Função Profissional: No que se refere às funções desempenhadas, 35% são Administradores de TI, 25% Programadores, 20% Docentes e 20% exercem outras funções. Esta diversidade funcional enriquece a perspetiva do estudo.

4.2 Experiência com bancos de dados

Sistemas de Gestão de Base de Dados (SGBD): A análise dos SGBDs mais utilizados revela que o MySQL lidera com 40% de adoção, seguido pelo SQL Server com 30% e outros sistemas com 30%. Esta predominância do MySQL confirma a sua popularidade no mercado, especialmente devido à sua natureza open-source e versatilidade de aplicação.

Estratégias de Backup: Relativamente às práticas de backup, 60% dos participantes utilizam sistemas automáticos, enquanto 40% ainda recorrem a métodos manuais. Esta distribuição indica uma tendência positiva para a automatização, embora ainda exista uma percentagem significativa de organizações que dependem de processos manuais, o que pode representar um risco para a integridade dos dados.

4.3 Práticas técnicas e segurança

Os resultados sobre as práticas técnicas e de segurança revelam diferentes

níveis de maturidade organizacional:

- Políticas de Segurança de Dados aparecem como a prática mais adotada (70%), demonstrando uma consciência crescente sobre a importância da proteção de dados, especialmente no contexto de regulamentações (RGPD).
- Controle de Acesso a Dados Sensíveis é implementado por 60% das organizações, indicando uma preocupação adequada com a confidencialidade.
- Padrões de Modelagem Documentados e Ferramentas de Monitoramento apresentam ambos 50% de adoção, sugerindo que metade das organizações ainda não possui documentação formal ou sistemas de supervisão adequados.
- Metodologias Formais (ITIL/COBIT) registram apenas 40% de implementação, revelando que muitas organizações ainda não adotaram frameworks estruturados de gestão de TI.

4.4 Maturidade técnica

A avaliação da maturidade técnica demonstra que 50% dos participantes consideram o seu nível como médio, representando a categoria mais expressiva. Esta distribuição indica:

- Médio (50%): Maioria está em fase intermediária de desenvolvimento.
- Baixo (20%): Uma parcela significativa ainda apresenta lacunas técnicas.
- Alto (15%): Apenas uma minoria possui elevada maturidade técnica.
- Muito baixo (10%) e Muito alto (5%): Representam os extremos, com poucas organizações nestes patamares.

4.5 Principais desafios

A identificação dos principais desafios enfrentados pelas organizações revela questões estruturais importantes:

- Falta de Pessoal Qualificado (35%) emerge como o principal obstáculo, refletindo a escassez de profissionais especializados em TI.
- Processos Manuais (25%) representam o segundo maior desafio, confirmando a necessidade de maior automatização nos processos organizacionais.
- Falta de Políticas/Documentação (20%) indica deficiências na formalização de procedimentos e na gestão do conhecimento organizacional.
- Infraestrutura Inadequada (15%) sugere limitações tecnológicas que impedem o desenvolvimento adequado das atividades.
- Orçamento Limitado (5%) aparece como o menor dos desafios, indicando que as questões financeiras não são percecionadas como o principal obstáculo.

Os resultados obtidos apresentam um panorama abrangente da gestão de bases de dados nas organizações estudadas. A predominância de profissionais experientes (31-40 anos) e com formação superior proporciona credibilidade aos dados recolhidos. A liderança do MySQL como SGBD mais utilizado e a tendência crescente para automatização de backups demonstram uma evolução positiva nas práticas tecnológicas. No entanto, a maturidade técnica média da maioria das organizações sugere que ainda existe um caminho significativo a percorrer.

Os principais desafios identificados - particularmente a falta de pessoal qualificado e a persistência de processos manuais - apontam para questões estruturais que requerem atenção estratégica. A implementação de políticas de segurança (70%) é encorajadora, mas a menor adoção de metodologias formais (40%) indica oportunidades de melhoria na gestão estruturada de TI. Estes resultados fornecem uma base sólida para a compreensão do estado atual da gestão de bases de dados e identificam áreas prioritárias para futuras intervenções e melhorias organizacionais.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise dos níveis de administração técnica em bases de dados revela uma profissão em constante evolução, caracterizada por crescente complexidade e especialização. A progressão desde o nível operacional básico até às responsabilidades estratégicas avançadas representa não apenas uma evolução em competências técnicas, mas também uma transformação no papel do profissional dentro da organização. Os resultados deste estudo demonstram que o sucesso na carreira de DBA requer mais do que apenas competência técnica. Embora o domínio das tecnologias específicas seja fundamental, as competências de comunicação, liderança, e pensamento estratégico tornam-se progressivamente mais importantes à medida que os profissionais avançam na hierarquia.

A emergência de novas tecnologias e metodologias continua a redefinir os requisitos da profissão, criando tanto oportunidades como desafios para profissionais em todos os níveis. A capacidade de adaptação e aprendizagem contínua tornou-se talvez a competência mais crucial para o sucesso a longo prazo nesta área. Para organizações, compreender estes níveis hierárquicos é essencial para estruturar adequadamente as equipas de gestão de dados e criar caminhos de progressão claros que motivem e retenham talento. Para profissionais individuais, esta estrutura oferece um roadmap claro para o desenvolvimento de carreira e especialização. O futuro da administração de bases de dados promete ser ainda mais dinâmico, com tecnologias emergentes como inteligência artificial, machine learning, e quantum computing a criar

novas possibilidades e desafios. Os profissionais que conseguirem equilibrar competência técnica profunda com visão estratégica e capacidade de adaptação estarão melhor posicionados para liderar esta evolução.

EQUIPA DE INVESTIGADORES

1. Adriano Paciência Cavula Dombaxe
2. Ana Lídia António Matondo
3. Bernardo João António
4. Domingos Salvador Hona Gaspar
5. Dorcino Haca Puna Pambo
6. Eugênia Augusta Raúl Pedro
7. Fernanda Messo Alberto Alfredo
8. Inácio Arcanjo Nicolau Luvunga
9. Manuel José Cazongo
10. Manuel Pedro Kindanda
11. Nfinda Manuel
12. Nguinamau João Mamona
13. Pedro Martins
14. Pedro Salvador
15. Rosita Brazão Armando
16. Simão Pedro Sebastião
17. Valério dos Santos

REFERÊNCIAS

- CROSBY, P. B. **Quality is Free: The Art of Making Quality Certain.** New York: McGraw-Hill, 1979.
- DAMA INTERNATIONAL. **DAMA-DMBOK: Data Management Body of Knowledge** (2nd ed.). Bradley Beach, NJ: Technics Publications, 2017.
- DREYFUS, H. L.; DREYFUS, S. E. **Mind Over Machine: The Power of Human Intuition and Expertise in the Era of the Computer.** New York: Free Press, 1986
- ELMASRI, R; NAVATHE, S. B. **Fundamentals of Database Systems** (7th ed.). Boston: Pearson, 2020.
- HOLLAND, J. H. **Adaptation in Natural and Artificial Systems.** Cambridge, MA: MIT Press, 1992.
- MALEH, R. **Data strategy: how to profit from a world of big data, analytics and the internet of things.** London: Kogan Page Publishers, 2018.
- SOFTWARE ENGINEERING INSTITUTE. **CMMI for Development**, Version 1.3. Pittsburgh, PA: Carnegie Mellon University, 2010.
- VYGOTSKY, L. S. **Mind in Society: The Development of Higher Psychological Processes.** Cambridge, MA: Harvard University Press, 1978.

VULNERABILIDADE DE SEGURANÇA NO TRABALHO EM OBRAS DO SETOR PÚBLICO

Paulo Henrique Átila dos Santos¹
Leonardo Moraes Armesto²

RESUMO: Este documento apresenta uma investigação acerca da vulnerabilidade de segurança no trabalho em obras do setor público. O principal objetivo dessa análise foi investigar quais fatores contribuem para a vulnerabilidade da segurança no trabalho em obras do setor público e quais os impactos dessa vulnerabilidade para os trabalhadores e para a administração pública, sendo estabelecidos os seguintes propósitos específicos para alcançá-lo: examinar os fatores que influenciam a vulnerabilidade da segurança do trabalho em obras públicas, identificar o impacto da ausência de fiscalização e do descumprimento das normas regulamentadoras na ocorrência de acidentes laborais, avaliar a conformidade das obras públicas com as Normas Regulamentadoras de Segurança do Trabalho e investigar a influência da gestão de segurança do trabalho na prevenção de riscos ocupacionais. A metodologia aplicada consistiu na análise de textos pertinentes e na avaliação de dados obtidos a partir de fontes secundárias. A pesquisa identificou que a falta de fiscalização, o descumprimento das normas de segurança e as condições precárias de trabalho são os principais fatores que intensificam a vulnerabilidade nos canteiros de obras públicas, e concluiu que a negligéncia na gestão da segurança impacta diretamente a integridade dos trabalhadores e gera custos significativos para a administração pública. As considerações finais destacam a importância de continuar as pesquisas sobre o tema, visando aprofundar o conhecimento atual e promover avanços futuros.

PALAVRAS-CHAVE: Segurança do Trabalho; Obras Públicas; Riscos Ocupacionais; Fiscalização; Normas Regulamentadoras.

ABSTRACT: This document presents research on occupational safety vulnerability in public sector construction projects. The main objective of this analysis was to investigate which factors contribute to occupational safety vulnerability in public sector construction projects and what impacts this vulnerability has on workers and public administration. The following specific objectives were established to achieve this: to examine the factors that influence workplace safety vulnerability in public works, to identify the impact of the lack of supervision and non-compliance with regulatory standards on the occurrence of workplace accidents, to assess the compliance of public works with Workplace Safety Regulatory Standards, and to investigate the influence of workplace safety management on the prevention of occupational risks. The methodology applied consisted of analyzing relevant texts and evaluating data obtained from secondary sources. The research identified that the lack of supervision, non-compliance with safety standards, and poor working conditions are the main factors that increase vulnerability on public construction sites, and concluded that negligence in safety management directly impacts the integrity of workers and generates significant costs for public administration. The final considerations highlight the importance of continuing research on the topic, with a view to deepening current knowledge and promoting future advances.

KEY WORDS: Workplace Safety; Public Works; Occupational Hazards; Inspection; Regulatory Standards.

¹Pós-graduado em Engenharia de Segurança do Trabajo. Faculdade Focus. E-mail: paulohenriqueatila@yahoo.com.br

²Orientador: Doutor e Mestre em Engenharia, Multigraduado, Multiespecialista e Coordenador Pedagógico de Pós-Graduação e Pesquisa. Orientador e Professor de Trabalhos de Curso. E-mail: leonardo.armesto@faculdadefocus.com.br.

1. INTRODUÇÃO

A vulnerabilidade de segurança no trabalho em obras do setor público representa um desafio persistente na gestão de riscos ocupacionais, considerando a complexidade dessas atividades e a responsabilidade do Estado na garantia de condições laborais adequadas. A elevada incidência de acidentes no setor da construção civil, incluindo projetos de infraestrutura pública, evidencia falhas estruturais na fiscalização, no cumprimento das normas regulamentadoras e na implementação de medidas preventivas. A negligência na adoção de protocolos de segurança compromete não apenas a integridade física dos trabalhadores, mas também gera impactos financeiros e administrativos significativos para os órgãos públicos responsáveis.

A inobservância das diretrizes estabelecidas pelas Normas Regulamentadoras (NRs) intensifica a exposição dos trabalhadores a situações de risco, uma vez que muitas obras públicas apresentam déficits na distribuição de Equipamentos de Proteção Individual (EPIs) e Coletiva (EPCs), bem como deficiência na capacitação dos profissionais envolvidos.

Além disso, a falta de inspeções sistemáticas e a ausência de uma cultura organizacional voltada para a segurança agravam a vulnerabilidade nos canteiros de obras. A precarização do trabalho, impulsionada por contratações terceirizadas e subcontratações, também se configura como um fator relevante, visto que compromete a continuidade das ações de prevenção e dificulta a responsabilização de eventuais irregularidades.

A gestão de segurança no trabalho em obras públicas exige um modelo fiscalizatório mais eficiente, pautado na responsabilização das empresas contratadas e na atuação proativa dos órgãos públicos competentes, sendo que os impactos da negligência na segurança do trabalho em obras públicas vão além dos prejuízos financeiros e administrativos, atingindo diretamente a produtividade das equipes e a qualidade das construções.

Desta forma, analisar os principais fatores que contribuem para a vulnerabilidade da segurança no trabalho em obras do setor público é o objetivo geral deste trabalho. Para isso, será realizada uma investigação com o intuito de contribuir para o meio acadêmico, bem como fornecer bases adicionais para futuros estudos.

Para alcançar este propósito principal e demonstrar um entendimento aprofundado sobre o tema, foram estabelecidos os seguintes objetivos específicos: Examinar os fatores que influenciam a vulnerabilidade da segurança do trabalho em obras públicas; identificar o impacto da ausência de fiscalização e do descumprimento

das normas regulamentadoras na ocorrência de acidentes laborais; avaliar a conformidade das obras públicas com as Normas Regulamentadoras de Segurança do Trabalho e investigar a influência da gestão de segurança do trabalho na prevenção de riscos ocupacionais. Com o intuito de cumprir as metas definidas e abordar os aspectos fundamentais, o problema de pesquisa foi delineado da seguinte maneira: Quais fatores contribuem para a vulnerabilidade da segurança no trabalho em obras do setor público, e quais os impactos dessa vulnerabilidade para os trabalhadores e para a administração pública?

A relevância desta pesquisa se dá porque a segurança do trabalho em obras públicas é um tema de grande importância para a academia, a sociedade e a gestão pública, pois envolve a proteção da integridade física dos trabalhadores e a eficiência da execução dos projetos governamentais. Além disso, a ocorrência de acidentes laborais em obras públicas gera impactos econômicos e administrativos, como paralisações, custos previdenciários e possíveis sanções legais. A literatura atual aponta desafios na fiscalização e na implementação das Normas Regulamentadoras, mas ainda há lacunas quanto à análise da vulnerabilidade específica em obras do setor público, bem como sobre a efetividade das políticas de segurança adotadas nesses contextos. Este estudo também se insere na discussão sobre a necessidade de maior rigor na aplicação das normas de segurança e possibilita uma reflexão crítica sobre a relação entre a gestão pública e a segurança do trabalho. Ao abordar esses aspectos, a pesquisa contribuirá para o entendimento das falhas existentes e para a ampliação do conhecimento na área de segurança ocupacional, fornecendo subsídios para futuras investigações.

2. DESENVOLVIMENTO

2.1 Vulnerabilidade de segurança no trabalho: conceito e implicações

A vulnerabilidade de segurança no trabalho refere-se à suscetibilidade de trabalhadores e ambientes laborais a riscos ocupacionais que podem comprometer sua integridade física, mental e até mesmo a vida. Essa vulnerabilidade pode decorrer de diversos fatores, incluindo falhas na gestão da segurança, ausência de equipamentos adequados, exposição a substâncias nocivas, precarização das condições de trabalho e baixa fiscalização por parte dos órgãos competentes (Oliveira *et al.*, 2021).

2.1.1 Fatores que contribuem para a vulnerabilidade no trabalho

Segundo Da Cunha Tavares (2024), os fatores que contribuem para a vulnerabilidade de segurança no trabalho são: falta de normas e procedimentos de

segurança adequados – em muitos casos, as empresas não seguem rigorosamente as diretrizes de segurança estabelecidas pelas Normas Regulamentadoras (NRs), expondo os trabalhadores a perigos evitáveis; uso insuficiente de equipamentos de proteção individual (EPIs) e coletiva (EPCs) – ausência ou o uso inadequado de EPIs e EPCs aumenta significativamente o risco de acidentes e doenças ocupacionais, especialmente em setores de alto risco, como a construção civil e a indústria.

De acordo com Da Silva Filho (2021), a capacitação e treinamento deficientes também são fatores que influenciam na vulnerabilidade. Trabalhadores que não recebem treinamentos adequados para operar máquinas, lidar com materiais perigosos ou realizar atividades de alto risco são mais suscetíveis a acidentes de trabalho. Condições precárias de trabalho - ambientes insalubres, jornadas excessivas, falta de pausas e condições inadequadas de ergonomia também representam fontes de vulnerabilidade, podendo levar a acidentes e a doenças ocupacionais (Da Silva Filho, 2021). Baixa fiscalização e falta de responsabilização – a vulnerabilidade no trabalho é agravada quando não há fiscalização rigorosa por parte dos órgãos públicos responsáveis. Quando empregadores não são devidamente responsabilizados por falhas na segurança, a negligência se perpetua e os riscos aumentam (Da Silva Filho, 2021).

2.1.2 Impactos da vulnerabilidade na segurança do trabalho

A vulnerabilidade na segurança do trabalho gera impactos significativos que afetam diretamente os trabalhadores, as empresas e a sociedade. A exposição a ambientes laborais inseguros aumenta a taxa de acidentes de trabalho, elevando o risco de incapacitações permanentes e, em casos mais graves, óbitos (Da Cunha Tavares, 2024). Além disso, a insegurança no ambiente de trabalho compromete a produtividade, uma vez que afastamentos frequentes por doenças e acidentes resultam na redução do desempenho organizacional e no aumento dos custos operacionais (Da Silva Filho, 2021).

No âmbito financeiro, as consequências para as empresas são consideráveis, pois estas podem enfrentar penalidades legais, incluindo multas e ações trabalhistas, além de prejuízos relacionados à paralisação de atividades devido a incidentes laborais (Carvalho *et al.*, 2020).

Para o setor público, o impacto também é expressivo, visto que o crescimento no número de afastamentos e na concessão de benefícios previdenciários eleva os custos do sistema de seguridade social, gerando um ônus para o Estado e para a sociedade como um todo (Do Nascimento, Konzen *et al.*, 2023).

Diante dessa realidade, torna-se essencial a adoção de medidas eficazes para minimizar os riscos e fortalecer a segurança no trabalho. A implementação de Programas de Prevenção de Riscos Ocupacionais (PPRA) e de Controle Médico de Saúde Ocupacional (PCMSO) é indispensável para garantir a identificação e mitigação dos fatores de risco (Oliveira *et al.*, 2021). Paralelamente, uma fiscalização rigorosa por parte dos órgãos competentes contribui para assegurar que as normas regulamentadoras sejam efetivamente cumpridas (De Souza, 2023).

Além disso, a promoção de treinamentos contínuos para trabalhadores e a obrigatoriedade do uso adequado de Equipamentos de Proteção Individual (EPIs) e Equipamentos de Proteção Coletiva (EPCs) são estratégias fundamentais para reduzir a incidência de acidentes (De Faria Borges, Vilaça e Laurindo, 2021).

A construção de uma cultura organizacional voltada à segurança no trabalho também desempenha um papel crucial na prevenção de riscos, incentivando boas práticas e consolidando a conscientização sobre a importância de ambientes seguros (Cândido, De Moraes e Reis, 2023).

A vulnerabilidade na segurança do trabalho é um problema que pode ser mitigado por meio da adoção de medidas preventivas, capacitação dos trabalhadores e fortalecimento da fiscalização. Empresas e gestores públicos devem assumir a responsabilidade de garantir condições laborais seguras, reduzindo a exposição a riscos e protegendo a vida dos trabalhadores (Abreu e Ferreira Filho, 2021). Dessa forma, é possível minimizar os impactos negativos da insegurança ocupacional e promover ambientes de trabalho mais saudáveis e produtivos.

2.2 Acidente de trabalho

De acordo com a legislação brasileira, um acidente de trabalho é aquele que ocorre durante o exercício da atividade profissional, resultando em lesão corporal, perturbação funcional, morte ou redução, permanente ou temporária, da capacidade de trabalho (Brasil, 2015).

A segurança e saúde no trabalho são regulamentadas pela Lei n º8.213, de 24 de julho de 1991, e pelo Decreto nº 3.048, de 6 de maio de 1999, que estabelecem diretrizes para a proteção dos trabalhadores e para a gestão dos riscos ocupacionais (Brasil, 1999).

No contexto prevencionista, considera-se acidente de trabalho qualquer evento inesperado ou não programado que afete a execução das atividades laborais, podendo causar prejuízos materiais, interrupção das operações ou danos à integridade física dos trabalhadores (De Faria Borges, Vilaça e Laurindo, 2021).

2.3 Normas regulamentadoras

As Normas Regulamentadoras (NRs) são disposições complementares ao Capítulo V da Consolidação das Leis do Trabalho (CLT), instituídas pela Lei nº 6.514, de 22 de dezembro de 1977. Elas estabelecem obrigações, direitos e deveres para empregadores e trabalhadores, com o objetivo de garantir ambientes de trabalho seguros e saudáveis, prevenindo a ocorrência de doenças ocupacionais e acidentes laborais (Brasil, 1977).

As primeiras NRs foram publicadas pela Portaria MTB nº 3.214, de 8 de junho de 1978, e, ao longo dos anos, novas normas foram criadas para atender a diferentes setores da economia e atividades laborais, reforçando a prevenção de riscos à saúde e segurança dos trabalhadores (Brasil, 1978).

De acordo com De Souza (2023), a elaboração e revisão dessas normas seguem um modelo tripartite paritário, que envolve a participação do governo, empregadores e trabalhadores. A Comissão Tripartite Paritária Permanente (CTPP) é responsável por discutir e atualizar as NRs, promovendo melhorias contínuas nas condições de trabalho e no ambiente laboral.

2.3.1 Norma regulamentadora nº18

A Norma Regulamentadora 18 (NR-18) desempenha um papel essencial na segurança do setor da construção civil. Seu objetivo é estabelecer diretrizes para a organização do canteiro de obras, garantindo a implementação de medidas de segurança adequadas ao desenvolvimento das atividades.

O descumprimento da NR-18 pode aumentar significativamente os riscos ocupacionais, resultando em acidentes devido à falta de Equipamentos de Proteção Individual (EPIs) e Coletivos (EPCs), treinamentos inadequados e ausência de sinalizações de risco. Além dos acidentes, o não cumprimento das normas pode expor os trabalhadores a doenças ocupacionais e outros agravos à saúde (De Souza, 2023). Todas as empresas, tanto do setor público quanto privado, devem atender aos requisitos estabelecidos pela NR-18, assegurando condições seguras de trabalho. O cumprimento dessas diretrizes não apenas reduz a incidência de acidentes e doenças ocupacionais, mas também proporciona ambientes laborais mais saudáveis e produtivos, contribuindo para a melhoria da qualidade de vida dos trabalhadores (Brasil, 2022).

2.3.2 Segurança no trabalho e riscos ocupacionais

A segurança no trabalho tem como principal objetivo garantir um ambiente laboral seguro e minimizar os riscos ocupacionais, preservando a integridade física e

mental dos trabalhadores (Oliveira *et al.*, 2021). A ausência de medidas eficazes de proteção pode resultar em acidentes de trabalho, doenças ocupacionais e impactos negativos na produtividade e qualidade de vida dos profissionais (De Souza, 2023).

Os riscos ocupacionais são classificados em físicos, químicos, biológicos, ergonômicos e de acidentes. Destacam-se os riscos ergonômicos, como posturas inadequadas, esforços físicos excessivos e atividades repetitivas, que podem gerar desconforto e doenças ocupacionais (De Faria Borges, Vilaça e Laurindo, 2021). A relação entre trabalho e saúde deve ser considerada essencial, uma vez que um ambiente inadequado pode comprometer tanto o desempenho quanto o bem-estar dos trabalhadores (Cândido, De Moraes e Reis, 2023).

Diante disso, as Normas Regulamentadoras (NRs) estabelecem diretrizes para garantir a segurança e saúde ocupacional. A NR-01, por exemplo, define risco ocupacional como a combinação da probabilidade de um trabalhador sofrer danos devido à exposição a agentes nocivos ou condições adversas no ambiente de trabalho (Abreu e Ferreira Filho, 2021). A implementação de políticas de prevenção e mitigação desses riscos é essencial para minimizar vulnerabilidades e evitar acidentes (Martins e Sousa, 2018).

A adoção de práticas preventivas, como o uso de equipamentos de proteção individual e coletiva, treinamentos regulares e fiscalização contínua, contribuem para a construção de um ambiente mais seguro e produtivo (Da Cunha Tavares, 2024). Além disso, o planejamento adequado das atividades laborais e a criação de um plano de segurança estruturado são essenciais para reduzir os impactos negativos do trabalho sobre a saúde dos profissionais (Da Silva Filho, 2021).

2.4 Vulnerabilidade de segurança em obras do setor público

A segurança no trabalho em obras públicas no Brasil representa um desafio constante, especialmente no setor da construção civil, que historicamente registra altos índices de acidentes ocupacionais. De acordo com o Ministério do Trabalho e Emprego (2023), foram contabilizados 499.955 acidentes de trabalho, dos quais 2.888 resultaram em óbito. Esses números evidenciam a necessidade urgente de medidas preventivas eficazes para garantir um ambiente de trabalho seguro.

Os índices de acidentes de trabalho na construção civil, incluindo obras públicas, são particularmente preocupantes. Dados do Anuário Estatístico de Acidentes de Trabalho (AEAT) de 2017 indicam que ocorreram 549.405 acidentes de trabalho no Brasil naquele ano, sendo 30.025 (5,46%) na construção civil. Desses, 11.894 resultaram em afastamentos superiores a 15 dias, representando 8,3% do total de afastamentos no país (ANAMT, 2019). A construção civil ocupa a sexta posição

entre os setores com maior número de acidentes de trabalho no Brasil (CBIC, 2023), e a taxa de mortalidade no setor é de 11,76 mortes para cada 100 mil vínculos empregatícios, mais que o dobro da média nacional de 5,21 mortes por 100 mil vínculos (ANAMT, 2019).

A fiscalização de obras públicas desempenha um papel essencial na mitigação dessas vulnerabilidades, assegurando o cumprimento das normas de segurança. Esse processo é conduzido por servidores responsáveis pelo acompanhamento técnico das atividades, mas falhas na fiscalização podem comprometer a integridade do ambiente de trabalho, aumentando significativamente a incidência de acidentes (Do Nascimento, Konzen *et al.*, 2023).

A responsabilidade pela segurança no canteiro de obras recai sobre o contratado, que deve implementar medidas de proteção coletiva e individual. Entretanto, a constante evolução tecnológica e os novos métodos de construção trazem desafios adicionais para a prevenção de riscos (Oliveira *et al.*, 2021).

Entre as funções mais relevantes do fiscal de obras públicas estão a verificação do cumprimento das normas de segurança, a avaliação das condições do canteiro de obras e a suspensão de atividades em desacordo com os padrões exigidos. A fiscalização também deve monitorar o andamento das obras para garantir que a pressão por prazos não comprometa a segurança dos trabalhadores, um fator frequentemente negligenciado (De Faria Borges, Vilaça e Laurindo, 2021). As principais causas desses incidentes incluem quedas de altura, soterramentos e choques elétricos, riscos que poderiam ser minimizados com a implementação rigorosa das normas de segurança (Cândido, De Moraes e Reis, 2023).

Além do impacto humano, os acidentes de trabalho geram altos custos financeiros para os cofres públicos. Entre 2013 e 2017, os incidentes na construção civil representaram um custo aproximado de 26 bilhões de reais, englobando despesas com benefícios previdenciários, assistência médica e afastamentos laborais (Souza; Souza, 2023). Esses dados reforçam que a adoção de práticas preventivas não apenas protege os trabalhadores, mas também reduz os custos operacionais.

Diante desse cenário, a implementação de sistemas eficazes de gestão de segurança tem se mostrado uma estratégia essencial para minimizar os riscos ocupacionais. Organizações que promovem uma cultura de segurança, aliada ao investimento em capacitação e treinamento, conseguem reduzir significativamente a ocorrência de acidentes (Carvalho *et al.*, 2020). Portanto, torna-se fundamental que os órgãos públicos intensifiquem a fiscalização em canteiros de obras, assegurando o cumprimento das normas regulamentadoras e promovendo a responsabilização das

empresas contratadas. Além dos aspectos técnicos, a comunicação entre todos os envolvidos na execução da obra é essencial para reduzir vulnerabilidades. Reuniões periódicas e registros detalhados possibilitam a identificação e correção de problemas antes que se tornem riscos concretos (De Souza, 2023).

Por fim, é essencial que os órgãos públicos adotem uma postura mais rigorosa na fiscalização, exigindo o cumprimento integral das normas regulamentadoras e aplicando penalidades às empresas que não garantam um ambiente seguro para seus trabalhadores. A adoção de práticas eficazes de segurança não só protege vidas, mas também melhora a qualidade das obras e reduz custos com afastamentos laborais e indenizações.

2.5 Gestão de segurança e responsabilidade dos órgãos públicos

A gestão da segurança no trabalho em obras públicas é uma responsabilidade compartilhada entre os órgãos governamentais e as empresas contratadas. Os órgãos públicos têm o dever de assegurar que as obras sob sua jurisdição sejam executadas em conformidade com as normas de segurança e saúde no trabalho (SST), visando à proteção dos trabalhadores e à prevenção de acidentes.

2.5.1 Obrigação dos entes públicos na fiscalização

A fiscalização das condições de trabalho em obras públicas é uma atribuição fundamental dos órgãos governamentais. Conforme estabelecido no Regulamento da Inspeção do Trabalho, aprovado pelo Decreto nº 4.552/2002, cabe aos auditores-fiscais do trabalho verificar o cumprimento das leis de proteção ao trabalho, incluindo as normas de SST. Esses profissionais têm a competência de inspecionar locais de trabalho, analisar documentos e adotar medidas necessárias para garantir a segurança dos trabalhadores (Brasil, 2002).

Além disso, a Norma Regulamentadora nº 28 (NR-28), aprovada pela Portaria nº 3.214/1978, dispõe sobre a fiscalização e as penalidades relativas ao descumprimento das normas de SST. A NR-28 estabelece os procedimentos para a atuação dos auditores-fiscais do trabalho, incluindo critérios para a aplicação de multas e outras sanções às empresas que não atendem às exigências (Brasil, 1978).

2.5.2 Critérios de contratação de empresas

Os órgãos públicos, ao realizarem processos licitatórios para a contratação de empresas responsáveis por obras, devem incluir critérios que assegurem a seleção de organizações comprometidas com a segurança no trabalho. A Lei nº 8.666/1993, que institui normas para licitações e contratos da Administração Pública, permite a

exigência de comprovação de qualificação técnica e de atendimento às normas de SST pelas empresas concorrentes. Dessa forma, é possível priorizar a contratação de empresas que demonstrem histórico de boas práticas em segurança do trabalho e possuam certificações pertinentes (Brasil, 1993).

2.5.3 Capacitação de fiscais e técnicos do setor público

A eficácia da fiscalização em obras públicas depende da capacitação contínua dos fiscais e técnicos responsáveis. Esses profissionais devem estar atualizados quanto às legislações vigentes, às melhores práticas de SST e às inovações tecnológicas aplicáveis à construção civil. Programas de treinamento e desenvolvimento profissional são essenciais para garantir que os fiscais possuam o conhecimento necessário para identificar riscos, avaliar conformidades e implementar medidas corretivas adequadas (Da Silva Filho, 2021).

2.5.4 Uso de tecnologias na fiscalização

A incorporação de tecnologias avançadas na fiscalização de obras públicas pode aprimorar significativamente a gestão de segurança. O uso de drones, por exemplo, permite a inspeção de áreas de difícil acesso, enquanto sensores e sistemas de monitoramento em tempo real podem detectar condições de risco iminente. Além disso, softwares de gestão de SST facilitam o registro, a análise e o acompanhamento de dados relacionados à segurança, auxiliando na tomada de decisões informadas e na implementação de ações preventivas (Da Silva Filho, 2021).

2.5.5 Responsabilidade legal dos gestores

Os gestores públicos têm responsabilidade legal na garantia da segurança em obras sob sua supervisão. A Instrução Normativa RFB nº2.110/2022 estabelece que administradores de entidades públicas que não cumprirem as obrigações previdenciárias relacionadas à SST podem ser responsabilizados solidariamente pelo pagamento de contribuições em atraso (Brasil, 2022). Além disso, o Código Penal Brasileiro prevê, em seu artigo 132, que é crime expor a vida ou a saúde de outrem a perigo direto e iminente, o que pode ser aplicado a situações de negligência na gestão de segurança em obras públicas (Brasil, 1940).

A gestão de segurança em obras públicas requer uma abordagem integrada, na qual os órgãos públicos desempenham um papel central na fiscalização, na definição de critérios de contratação, na capacitação de profissionais e na adoção de tecnologias avançadas. A responsabilidade legal dos gestores públicos reforça a

importância de uma atuação diligente e proativa na promoção de ambientes de trabalho seguros e saudáveis (Seixas, 2022).

3. MATERIAIS E MÉTODOS

Este estudo adotou uma abordagem qualitativa, do tipo exploratória, fundamentada em pesquisa bibliográfica. A metodologia foi estruturada com o objetivo de compreender os fatores que contribuem para a vulnerabilidade da segurança do trabalho em obras do setor público, assim como os impactos associados a essa fragilidade.

Para a construção do referencial teórico, realizou-se uma revisão narrativa da literatura, com foco na identificação de conceitos-chave, estudos recentes e análises críticas sobre segurança do trabalho, normas regulamentadoras, fiscalização e riscos ocupacionais no setor público. As informações foram obtidas por meio de consultas a renomadas bases de dados acadêmicas, como Scielo, Capes e Google Scholar, além de livros e periódicos científicos de relevância.

Foram priorizados trabalhos publicados nos últimos cinco anos, buscando garantir atualidade e relevância, embora autores clássicos também tenham sido utilizados quando necessário para embasar fundamentos teóricos. O processo de seleção envolveu a leitura dos resumos, análise crítica dos textos e verificação da aderência ao tema proposto.

Além disso, foram incluídas normativas legais pertinentes, como a Consolidação das Leis do Trabalho (CLT), as Normas Regulamentadoras (NRs) e legislações específicas que regulamentam a segurança e saúde no trabalho no setor da construção civil. Essas fontes permitiram relacionar a teoria com os aspectos normativos e legais que regem a fiscalização e a gestão da segurança em obras públicas.

A análise dos dados foi realizada de forma descritiva, com base nas informações obtidas na literatura revisada, buscando identificar padrões, causas e consequências da vulnerabilidade em ambientes de trabalho públicos. Os resultados foram organizados e apresentados em conformidade com os objetivos do estudo.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise da literatura sobre a segurança do trabalho em obras públicas revelou um cenário alarmante, marcado por fragilidades sistêmicas na implementação das normas regulamentadoras, na fiscalização por parte dos órgãos competentes e na gestão da segurança pelas empresas contratadas. Esses achados reforçam a hipótese

inicial do estudo, que aponta a precarização das condições de trabalho como fator central da vulnerabilidade nos canteiros de obras públicas.

Um dos principais resultados observados na pesquisa foi a constatação da falta de fiscalização efetiva nas obras públicas. Diversos autores (De Souza, 2023; Cândido *et al.*, 2023) destacam que, embora a legislação brasileira preveja mecanismos de controle e penalização, a atuação prática dos fiscais do trabalho é frequentemente limitada por fatores como falta de pessoal, recursos logísticos e entraves burocráticos. Essa ausência de fiscalização in loco facilita o descumprimento das normas de segurança, expondo os trabalhadores a situações de risco contínuo.

Esse cenário é agravado pela terceirização e subcontratação de mão de obra, prática comum nas licitações públicas. Como destaca Oliveira *et al.*, (2021), a transferência de responsabilidade entre empresas contratadas e subcontratadas dificulta a responsabilização direta por falhas na segurança. Consequentemente, há uma fragilidade na supervisão das condições de trabalho, o que se reflete no aumento dos acidentes e na reincidência de infrações.

Outro resultado relevante refere-se à insuficiência na distribuição e uso adequado dos Equipamentos de Proteção Individual (EPIs) e Equipamentos de Proteção Coletiva (EPCs). Segundo De Faria Borges, Vilaça e Laurindo (2021), essa deficiência ocorre não apenas por negligência das empresas, mas também pela falta de uma cultura organizacional voltada para a segurança. Mesmo quando os EPIs são disponibilizados, muitos trabalhadores não recebem orientações adequadas sobre seu uso, o que compromete a eficácia das medidas preventivas.

A literatura também evidencia a falta de capacitação contínua como um dos principais fatores de vulnerabilidade. Da Silva Filho (2021) argumenta que a qualificação técnica dos trabalhadores é frequentemente negligenciada, sobretudo em obras temporárias ou de curta duração. Essa lacuna no treinamento não apenas compromete a segurança, como também afeta a produtividade e a qualidade das obras públicas.

A ausência de planejamento preventivo estruturado é outro ponto amplamente discutido pelos estudiosos da área. Cândido, De Moraes e Reis (2023) alertam para o fato de que muitos gestores públicos não integram a segurança do trabalho ao cronograma e ao orçamento da obra, tratando-a como uma exigência burocrática e não como uma estratégia de gestão essencial. Essa visão reducionista contribui para a manutenção de ambientes inseguros e para a elevação dos custos decorrentes de acidentes e afastamentos.

Do ponto de vista quantitativo, os números analisados são expressivos. De acordo com dados do Ministério do Trabalho e Emprego (2023), foram registrados 499.955 acidentes de trabalho no país, com 2.888 óbitos, o que demonstra a gravidade da situação. A construção civil, setor diretamente ligado às obras públicas, figura entre os que apresentam maior taxa de acidentes fatais, segundo dados da ANAMT (2019). Estes dados reforçam a urgência de uma gestão mais eficiente e comprometida com a segurança nos canteiros de obras.

Além dos impactos humanos, a negligência com a segurança gera consequências econômicas significativas para os cofres públicos. Souza e Souza (2023) estimam que entre 2013 e 2017, os acidentes no setor da construção civil representaram um custo aproximado de R\$ 26 bilhões, incluindo despesas com benefícios previdenciários, assistência médica e afastamentos. Esses dados revelam que investir em segurança não é apenas uma questão de ética e legalidade, mas também uma decisão estratégica para a redução de gastos e aumento da eficiência da máquina pública.

A discussão também aponta a necessidade de modernização das práticas de fiscalização, incluindo o uso de tecnologias como drones, sensores e sistemas de monitoramento em tempo real. Conforme destaca Seixas *et al.*, (2022), a adoção do BIM (Building Information Modeling) tem se mostrado uma alternativa promissora para aprimorar a gestão da segurança em obras públicas, permitindo um acompanhamento mais detalhado dos processos e uma resposta mais rápida às irregularidades.

Outro ponto relevante discutido na literatura refere-se à responsabilidade legal dos gestores públicos na garantia de ambientes de trabalho seguros. A Instrução Normativa RFB n º2.110/2022 estabelece que administradores de entidades públicas que negligenciam obrigações previdenciárias relacionadas à saúde e segurança no trabalho podem ser responsabilizados solidariamente. Além disso, o Código Penal Brasileiro (Art. 132) tipifica como crime a conduta de expor a vida ou a saúde de outrem a perigo iminente. Tais dispositivos jurídicos reforçam a importância de uma atuação ativa dos gestores na supervisão de obras e na exigência do cumprimento rigoroso das Normas Regulamentadoras.

Apesar da existência de marcos legais sólidos, a literatura indica que a aplicação efetiva das leis ainda é falha em muitos contextos, especialmente quando há interesses políticos e econômicos envolvidos nas licitações e execuções de obras públicas. A fiscalização, quando ocorre, muitas vezes se resume à análise documental, sem uma verificação real das condições nos canteiros de obras, o que compromete a efetividade das políticas públicas voltadas à segurança do trabalho.

A fragilidade na integração da cultura de segurança ao cotidiano das obras públicas é outro fator evidenciado como determinante para a vulnerabilidade. De acordo com Cândido, De Moraes e Reis (2023), não basta que as normas estejam formalmente previstas; é necessário que haja um engajamento coletivo — desde os operários até os altos gestores — para que a segurança seja, de fato, uma prioridade e não uma exigência pontual para evitar penalidades.

A pesquisa identificou ainda que a adoção de práticas preventivas de maneira reativa, ou seja, após a ocorrência de acidentes, é comum em muitas administrações públicas. Essa lógica reativa revela a ausência de planejamento e monitoramento contínuo, comprometendo não só a saúde dos trabalhadores, mas também a qualidade e os prazos das obras.

A implantação de Programas de Prevenção de Riscos Ambientais (PPRA) e Programas de Controle Médico de Saúde Ocupacional (PCMSO), conforme previsto nas NRs, ainda é tratada como mera formalidade por parte de algumas empresas e gestores públicos.

Adicionalmente, diversos autores (De Faria Borges, Vilaça e Laurindo, 2021; Da Cunha Tavares, 2024) apontam que a ausência de mecanismos para avaliação periódica da eficácia das ações preventivas impede que medidas corretivas sejam adotadas em tempo hábil. Muitas obras seguem seu curso mesmo após notificações ou alertas, acumulando riscos e ampliando a exposição dos trabalhadores a condições insalubres e inseguras.

No que diz respeito à capacitação dos fiscais e técnicos, a literatura mostra consenso quanto à necessidade de programas de formação contínua. Profissionais que atuam na linha de frente da fiscalização precisam estar atualizados sobre as mudanças nas legislações, sobre novas tecnologias de prevenção e sobre os riscos emergentes. A deficiência nessa formação compromete a capacidade de identificar, registrar e corrigir problemas nos canteiros de obras. Da Silva Filho (2021) defende a criação de centros especializados de capacitação técnica em segurança do trabalho voltados exclusivamente para o setor público, como forma de suprir essa lacuna.

Além disso, a pesquisa revelou que a falta de diálogo entre os atores envolvidos nas obras — engenheiros, gestores, operários, fiscais e órgãos reguladores — constitui uma barreira para a construção de um ambiente de segurança efetiva. De Souza (2023) enfatiza a importância da comunicação contínua e estruturada como ferramenta de prevenção, destacando que reuniões periódicas, checklists operacionais e registros de não conformidades devem ser práticas comuns e não eventuais.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com o objetivo de alcançar os resultados esperados, esta análise buscou esclarecer o tema em investigação relacionado à vulnerabilidade de segurança no trabalho em obras do setor público, utilizando uma pesquisa bibliográfica minuciosa e criteriosa. As obras selecionadas ofereceram uma visão abrangente sobre o assunto e possibilitaram uma avaliação aprofundada das evidências obtidas.

Ao longo do estudo, foi possível identificar que a vulnerabilidade na segurança do trabalho em obras públicas é consequência de múltiplos fatores interligados, incluindo falhas na implementação de normas regulamentadoras, insuficiência de fiscalização, precarização das condições laborais e deficiências na capacitação dos trabalhadores. A análise evidenciou que a ausência de medidas preventivas eficazes e a negligência na gestão de segurança elevam significativamente a taxa de acidentes, impactando não apenas os trabalhadores, mas também a produtividade, os custos operacionais e a economia pública.

Os resultados confirmaram a hipótese inicial de que a insuficiência na aplicação das normas de segurança e a falta de fiscalização eficaz contribuem para o agravamento da vulnerabilidade no setor. Observou-se que, mesmo com o avanço das normativas e das tecnologias de monitoramento, a implementação de práticas de segurança ainda é falha em muitas obras públicas, resultando em riscos evitáveis. Além disso, constatou-se que a cultura organizacional de segurança ainda não é plenamente integrada à rotina laboral de muitas empresas e órgãos públicos, o que dificulta a mitigação dos riscos ocupacionais.

Diante dessas constatações, ressalta-se a importância da intensificação das ações de fiscalização, do aprimoramento dos critérios de contratação de empresas em obras públicas e da adoção de tecnologias para monitoramento em tempo real das condições de trabalho. A capacitação contínua de trabalhadores e fiscais, aliada à obrigatoriedade do uso de Equipamentos de Proteção Individual (EPIs) e Coletiva (EPCs), mostrou-se fundamental para reduzir os índices de acidentes e garantir ambientes laborais mais seguros.

Entretanto, é importante destacar que são necessárias investigações adicionais para aprimorar o entendimento existente e expandir o debate sobre o tema. Estudos futuros podem abordar a efetividade das políticas públicas voltadas à segurança no trabalho em obras públicas, bem como avaliar o impacto das novas tecnologias na fiscalização e na prevenção de acidentes. Dessa forma, será possível contribuir para a formulação de estratégias mais assertivas, visando à redução da vulnerabilidade e à promoção de um ambiente de trabalho mais seguro e eficiente.

REFERÊNCIAS

ABREU, L. B; F. FILHO, W. G. **Segurança do trabalho estudo dos equipamentos de proteção individual e coletiva obrigatórios para a construção civil.** RECIMA21 - Revista Científica Multidisciplinar, v. 1, n. 1, p. e29757-e29757, 2021. Disponível em: <https://recima21.com.br/index.php/recima21/article/view/757>.

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE MEDICINA DO TRABALHO (ANAMT). **Construção civil está entre os setores com maior risco de acidentes de trabalho.** Brasília, 2019. Disponível em: https://www.anamt.org.br/portal/2019/04/30/construcao-civil-esta-entre-os-setores-com-maior-risco-de-acidentes-de-trabalho/?utm_source. Acesso em: fev. 2025.

BRASIL. Decreto nº 4.552, de 27 de dezembro de 2002. **Aprova o Regulamento da Inspeção do Trabalho.** Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/2002/D4552.htm. Acesso em: fev. 2025.

BRASIL. Decreto – Lei nº 2.848, de 7 de dezembro de 1940. **Código Penal.** Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto-lei/del2848compilado.htm. Acesso em: fev. 2025.

BRASIL. Instrução Normativa RFB nº 2.110, de 21 de dezembro de 2022. **Dispõe sobre normas gerais de tributação previdenciária e de arrecadação das contribuições sociais destinadas à Previdência Social.** Disponível em: <http://normas.receita.fazenda.gov.br/sijut2consulta/link.action?idAto=129017>. Acesso em: fev. 2025.

BRASIL. Lei nº 6.514, de 22 de dezembro de 1977. **Altera o Capítulo V do Título II da Consolidação das Leis do Trabalho, relativo à segurança e medicina do trabalho, e dá outras providências.** Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l6514.htm. Acesso em: fev. 2025.

BRASIL. Lei nº 8.666, de 21 de junho de 1993. **Regulamenta o art. 37, inciso XXI, da Constituição Federal, institui normas para licitações e contratos da Administração Pública e dá outras providências.** Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l8666cons.htm. Acesso em: fev. 2025.

BRASIL. Ministério do Trabalho. Portaria nº 3.214, de 8 de junho de 1978. **Aprova as Normas Regulamentadoras - NR - do Capítulo V do Título II da Consolidação das Leis do Trabalho, relativas à segurança e medicina do trabalho.** Disponível em: https://www.gov.br/trabalho-e-emprego/pt-br/assuntos/inspecao-do-trabalho/seguranca-e-sauda-no-trabalho/sst-portarias/1978/portaria_3-214_aprova_as_nrs.pdf. Acesso em: fev. 2025.

BRASIL. Portaria nº 3.214, de 8 de junho de 1978. **Aprova as Normas Regulamentadoras - NR - do Capítulo V, Título II, da Consolidação das Leis do Trabalho, relativas à Segurança e Medicina do Trabalho.** Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/portaria/Portaria3214.htm. Acesso em: fev. 2025.

CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO (CBIC). **Estudo revela dados sobre acidentes de trabalho na construção no Brasil.** Brasília, 2023. Disponível em: https://cbic.org.br/estudo-revela-dados-sobre-acidentes-de-trabalho-na-construcao-no-brasil/?utm_source. Acesso em: fev. 2025.

CÂNDIDO, J. L; DE MORAIS, L. S. R; REIS, R. P. A. **Avaliação da aplicação de medidas de segurança do trabalho em obras de pequeno porte.** REEC – Revista Eletrônica de Engenharia Civil, v. 19, n. 1, p. 107-123, 2023. Disponível em: <https://revistas.ufg.br/reec/article/view/76194>.

DE FARIA BORGES, N; VILAÇA, I. P; LAURINDO, Q. M. G. **Acidentes do trabalho e cultura de segurança no setor da construção civil.** Revista Exatas & Engenharias, v. 11, n. 33, p. 19-33, 2021. Disponível em: https://scholar.archive.org/work/wg444zpoazhhphny6ruuyyc2ms4/access/wayback/https://ojs3.perspectivasonline.com.br/exatas_e_engenharia/article/download/2353/2344.

DE SOUZA, V. S. **Segurança no canteiro de obras: prevenção de acidentes na engenharia civil através da aplicação da NR-18 e uso adequado de EPIs.** Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação, v. 9, n. 10, p. 4103-4125, 2023. Disponível em: <https://periodicorease.pro.br/rease/article/view/11615>.

DOURADO, S; RIBEIRO, E. **Metodologia qualitativa e quantitativa.** 1^a ed: Sebrae, p. 12, 2023.

MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO (MTE). **No Brasil, foram registrados 2.888 acidentes fatais em 2023, segundo dados do eSocial.** Brasília, 2023. Disponível em: https://www.gov.br/trabalho-e-emprego/pt-br/noticias-e-conteudo/2024/Julho/no-brasil-foram-registrados-2-888-acidentes-fatais-em-2003-segundo-dados-esocial?utm_source. Acesso em: fev. 2025.

OLIVEIRA, A. S de; SANTOS, J. A dos; BRAGA, J. C; LIRA, L. N de; CARVALHO, T. S; OLIVEIRA, V. R. G de. **Acidentes de trabalho.** Monografia, 172p, 2021. Disponível em: <http://ric.cps.sp.gov.br/handle/123456789/14084>.

SEIXAS, R de M. **Building Information Modeling (BIM) para gestão da segurança do trabalho em obras de habitações populares.** Revista Ambiente Construído, v. 22, n. 3, p. 235-254, 2022.

SOUZA, L. G de; SOUZA, A. C de. **Acidentes de trabalho na indústria da construção civil: uma análise baseada na série histórica de estatística de acidentes de trabalho.** Facere Scientia, v. 3, n. 2, 2023. Disponível em: https://facerescientia.com.br/wp-content/uploads/2023/12/ACIDENTES-DE-TRABALHO-NA-INDUSTRIA-DA-CONSTRUCAO-CIVIL_-UMA-ANALISE-BASEADA-NA-SERIE-HISTORICA-DE-ESTATISTICA-DE-ACIDENTES-DE-TRABALHO.docx.pdf. Acesso em: fev. 2025.

ENGENHARIA MÉDICA I - FUNDAMENTOS E APLICAÇÕES EM EQUIPAMENTOS HOSPITALARES

Leonardo Moraes Armesto¹
Caroline de Oliveira Nieblas²
Thabata Roberto Alonso³
Patrick Cristian Lima Orihuela⁴

RESUMO: O texto apresenta uma visão abrangente sobre os fundamentos da manutenção de equipamentos hospitalares, destacando sua importância para a segurança, confiabilidade e continuidade das operações em saúde. Inicia apresentando conceitos essenciais, nomenclaturas técnicas e objetivos centrais da manutenção, como segurança dos usuários, aumento da disponibilidade dos dispositivos e otimização de custos. Aborda também os princípios de planejamento, qualificação profissional, conformidade normativa e documentação adequada. Em seguida, contextualiza historicamente a evolução dos equipamentos médicos, desde o período pré-industrial até a integração contemporânea de sistemas computacionais e inteligência artificial. O documento classifica os equipamentos segundo suas finalidades — diagnósticos, terapêuticos e cirúrgicos — detalhando as exigências específicas de manutenção preventiva, preditiva, detectiva e corretiva. Outro ponto relevante é a apresentação das principais normas nacionais e internacionais relacionadas à manutenção, especialmente as regulamentações da ANVISA e padrões ISO/IEC. Por fim, o texto discute a atuação de profissionais como engenheiros clínicos, técnicos e especialistas, além dos desafios contemporâneos, como a necessidade de constante atualização e a escassez de mão de obra qualificada. O conteúdo integra teoria, prática e regulamentação, fornecendo uma base consistente para a formação profissional na área.

PALAVRAS-CHAVE: Equipamentos diagnósticos; Engenharia clínica; ANVISA; Tecnologia médica; Medicina de precisão.

ABSTRACT: The text presents a comprehensive overview of the fundamentals of hospital equipment maintenance, highlighting its importance for safety, reliability, and continuity of healthcare operations. It begins by presenting essential concepts, technical nomenclature, and key maintenance objectives, such as user safety, increased device availability, and cost optimization. It also addresses the principles of planning, professional qualification, regulatory compliance, and proper documentation. It then provides historical context for the evolution of medical equipment, from the pre-industrial period to the contemporary integration of computer systems and artificial intelligence. The document classifies equipment according to its purpose — diagnostic, therapeutic, and surgical — detailing the specific requirements for preventive, predictive, detective, and corrective maintenance. Another relevant point is the presentation of the main national and international standards related to maintenance, especially ANVISA regulations and ISO/IEC standards. Finally, the text discusses the work of professionals such as clinical engineers, technicians, and specialists, as well as contemporary challenges, such as the need for constant updating and the shortage of skilled labor. The content integrates theory, practice, and regulation, providing a consistent basis for professional training in the field.

KEY WORDS: Diagnostic equipment; Clinical engineering; ANVISA; Medical technology; Precision medicine.

¹Graduando em Medicina. Universidade Municipal de São Caetano do Sul. E-mail: leonardo.armesto@uscsonline.com.br

²Graduanda em Medicina. Universidade Municipal de São Caetano do Sul. E-mail: caroline.nieblas@uscsonline.com.br

³Graduanda em Medicina. Universidade Municipal de São Caetano do Sul. E-mail: trabata.alonso@uscsonline.com.br

⁴Graduando em Medicina. Universidade Municipal de São Caetano do Sul. E-mail: patrick.orihuela@uscsonline.com.br

1. INTRODUÇÃO

A manutenção de equipamentos hospitalares representa um componente estruturante da gestão de tecnologias em saúde, sendo fundamental para garantir segurança, desempenho e continuidade assistencial. Em um cenário no qual a prática clínica depende diretamente da precisão e confiabilidade dos dispositivos médicos, compreender os fundamentos técnicos, normativos e operacionais da manutenção torna-se indispensável para profissionais da área biomédica, da engenharia clínica e da gestão hospitalar. Conforme apontam manuais da ANVISA (2021), a adoção de protocolos padronizados e de rotinas preventivas reduz significativamente a ocorrência de falhas críticas e aumenta a vida útil dos equipamentos, contribuindo diretamente para a redução de custos e para um ambiente assistencial mais seguro.

Historicamente, a evolução dos equipamentos médicos acompanha de maneira intrínseca o desenvolvimento científico e tecnológico da medicina. Desde dispositivos rudimentares utilizados antes da Revolução Industrial até o surgimento dos primeiros equipamentos eletromédicos no século XIX — como o aparelho de Raios-X inaugurado por Röntgen e posteriormente desenvolvido por estudiosos como Marie Curie — a necessidade de inspeção, controle e prevenção de falhas tornou-se cada vez mais evidente. Obras como *The Greatest Benefit to Mankind* (Porter, 1999) demonstram que o avanço tecnológico não apenas ampliou as possibilidades diagnósticas e terapêuticas, mas também deu origem a novos desafios relacionados à segurança e ao uso adequado desses dispositivos.

Com a intensificação da complexidade tecnológica ao longo do século XX e início do XXI, a engenharia de manutenção passou a agregar metodologias sistematizadas e baseadas em evidências. A expansão da eletromedicina, a integração de sensores, automação, softwares embarcados e sistemas digitais em rede transformou o campo, exigindo processos mais rigorosos de rastreabilidade e controle de riscos. Obras como *Instrumentação Biomédica* (Dagnino et al., 2019) e *Engenharia de Manutenção* (Gregório et al., 2018) reforçam que a capacitação contínua dos profissionais e o uso de ferramentas computacionais, como os CMMS, tornaram-se elementos essenciais para garantir eficiência operacional e reduzir paradas inesperadas.

No cenário brasileiro, esse desenvolvimento se articula diretamente às diretrizes normativas estabelecidas por órgãos reguladores. Resoluções como a RDC 185/2001, RDC 63/2011 e RDC 509/2021 da ANVISA estruturam critérios para regularização, monitoramento, registros de manutenção e avaliação de criticidade dos equipamentos médicos. Em âmbito internacional, padrões como a ISO 13485, ISO

14971 e IEC 60601, aliados às orientações da Organização Mundial da Saúde (OMS, 2017), estabelecem requisitos fundamentais de segurança eletromédica, gestão da qualidade e análise de riscos, garantindo que os dispositivos operem dentro dos parâmetros técnico-regulatórios esperados.

Dessa forma, compreender os fundamentos teóricos, históricos e regulatórios da manutenção hospitalar não se limita à simples execução de reparos, mas envolve uma visão abrangente da gestão tecnológica em saúde. A articulação entre prática profissional, conhecimento técnico, regulamentação e evolução científica consolida a manutenção como uma área estratégica para instituições de saúde, contribuindo para a segurança do paciente, eficiência assistencial e sustentabilidade tecnológica. Este estudo, portanto, busca introduzir tais elementos de maneira integrada, oferecendo subsídios para a formação e atuação qualificada dos profissionais responsáveis por essa importante área do cuidado contemporâneo.

2. DESENVOLVIMENTO

Os equipamentos hospitalares, no que se refere a contemporaneidade, vem a cada dia tendo sua intensificação pautada no melhoramento de práticas que lhes propiciem sua continuidade como símbolo do acesso aos bons tratos e regularidade em dinâmicas voltadas a gestão patrimonial, com significativo destaque à capacidade de exercitar uma formação profissional básica e continuada, dos agentes técnicos em manutenção, de forma a instruir uma prática qualitável, assegurada em termos de expertise na gestão de instrumentos e insumos, bem como em condutas cada vez mais eficientes em monitoramento e controle.

2.1. Definições e nomenclaturas

Ao se notar a relevância do processo de manutenção e continuidade aos equipamentos médicos, é válido pensar inicialmente que seus fundamentos visam garantir e assegurar o funcionamento seguro, além da continuidade de sua eficiência, regularidade e confiabilidade dispositiva. Ainda nisso, em termos de definição, este se entende por um conjunto de ações técnicas e administrativas pautadas no ideário de preservação e/ou restabelecimento da funcionalidade de dispositivos médicos, prevendo segurança e desempenho adequado (EUROPEAN COMMISSION, 2017).

Segundo Gregório *et al.*, (2018), dentre seus aspectos definidores, guardam-se alguns objetivos, tais como:

- Segurança dos Pacientes e Profissionais, prevenindo falhas, mitigando riscos e otimizando sua operação;

- Disponibilidade e Acesso, a fim de maximizar o tempo de funcionamento ao mesmo tempo em que impacta-se positivamente na redução de períodos de inatividade operacional.
- Eficiência/Eficácia Operacional, no que se refere à majoração da garantia de funcionalidade regular, em conformidade às especificações de fabricação;
- Custos Otimizados/Reduzidos, na medida em que evita e minimiza despesas versadas em reparos/ajustes emergenciais (corretiva), mais custosas quando comparadas a manutenção preventiva.

Em alinhamentos aos pontos gerais, é de grande importância o reconhecimento de algumas nomenclaturas evidentemente comuns, amplamente utilizadas na facilitação e padronização em atividades de gerenciamento e gestão documental. Dentre essas, Henrique *et al.*, (2013) nota que ganham destaque:

- *MTBF (Mean Time Between Failures)* → Tempo médio entre falhas, fator que indica, em geral, a confiabilidade do equipamento analisado.
- *MTTR (Mean Time to Repair)* → Tempo médio para reparos, o qual ocupa-se em medir a eficiência obtida na manutenção corretiva.
- *CMMS (Computerized Maintenance Management System)* → Sistema computadorizado para gerenciamento de manutenção, o qual busca avaliar, monitorar e organizar diversos aspectos envolvidos na manutenção, com o objetivo de melhorar a execução, reduzir custos e majorar a confiabilidade.
- *TBO (Time Between Overhaul)* → Intervalo de tempo entre revisões completas.

2.2 Fundamentos e princípios de manutenção de equipamentos hospitalares

Para Szejnfeld *et al.*, (2016), a realidade profissional no setor de manutenção de equipamentos hospitalares apresenta continua evolução em processos e aprimoramentos cada vez mais respaldados em funcionalidades tecnológicas que optimizem as atividades e permitam impacto verdadeiramente positivo tanto no que tange o aumento de uso de equipamentos.

Além disso, vislumbrando quanto à mitigação de ações não previsíveis em normativas, regulações e interações prevista em entidades inerente à qualidade em equipamentos. Nisso, para Viriato *et al.*, (2021), alguns princípios fundamentais são originariamente importantes:

1. Planejamento: definição de cronogramas, procedimentos e recursos evidentemente necessários para a efetividade das funções relacionadas á manutenção, nas quais podem-se lançar mãos de programas, tal como o

supramencionado CMMS, de forma a atuar na organização de tarefas e geração de relatórios de continuidade, bem como pareceres assistidos.

2. Qualificação: provendo garantias de que haja equipe qualificada dedicada ao processo de manutenção, tal como engenheiros e técnicos encarregados. Isto, pois, há significâncias nos estudos que evidenciam a redução possível de erros, na mesma medida em que há a majoração da qualificação, otimizando tanto o impacto, quanto a confiabilidade nos serviços.
3. Conformidade: presume que todas as ações sigam as recomendações de fabricação, bem como normas de regulamentação e padrões técnicos de base. O respeito a esse processo é capaz de assegurar os aspectos de segurança, bem como a prevenção de problemas legais.
4. Documentação: fundamentando os registros, em natureza de detalhamento de procedimentos e manutenções realizadas ao longo da vida útil do equipamento, nos quais se incluem os datamentos, operadores responsáveis e elementos/peças de substituição e avariados.

A conduta/rotina indicada viabiliza/permite a rastreabilidade e suporte em ações de auditorias e controladorias.

2.3 Aspectos historiográficos, relevância de uso e cuidados com os equipamentos

Segundo Porter (1999), a evolução observada ao longo do tempo em relação a manutenção e cuidados para com os equipamentos hospitalares está intimamente refletido sobre o avanço obtido em engenharia, medicina e seu cruzamento no âmbito da saúde e cuidado. Nisso, engenheiros clínicos e demais operadores em saúde e tecnologia são responsáveis por desempenho de papéis cruciais na provisão de garantias e atuações que garantam o uso em termos de atendimento dos equipamentos em conformidade às demandas técnicas e normativas.

Não obstante, Szejnfeld *et al.*, (2016) reforça as contextualizações originárias acerca das demandas de manutenção e resguardo dos equipamentos, otimizando sua funcionalidade e alongando sua eficiência em curso de aplicação, traz destaque interessantes, os quais não apenas ganharam intencionalidade e critérios devido as altas taxas de incidentes notáveis, ocasionadas por fatores e realidades negligenciais ao longo da história, bem como por falhas de máquinas, nas quais seu cursor comum de funcionamento, não apresentavam equipamentos de prevenção de acidentes, ou gabaritos que limitassem a exposição de profissionais. Vários dos casos que

resultaram em acidentes, incidentes ou taxas significativas de avarias patrimoniais, reforçam a assunção de protocolos rigorosos de uso e conduta operacional.

Desta forma, na visão de Dagnino *et al.*, (2019), o reconhecimento de aspectos historiográficos referentes á manutenção de equipamentos médicos, são substratos importantes na construção de uma realidade funcional do setor:

- Período Pré-Industrial → sabe-se que a revolução industrial fora um dos principais momentos divisionais em vários aspectos da sociedade urbana. Nessa ótica, antecipando-se á 1^a revolução, a medicina como ciência utilitária em atuação científica, era quase que integralmente embasada por práticas empíricas, nas quais dispunham-se de poucos instrumentos envoltos ao estudo continuo e intenso de alta tecnologia. Naturalmente seu desenvolvimento se dava, mas pouco no que se consistia tanto ao desenvolvimento, quanto em práticas que buscassem a otimização dos recursos, vislumbrando certa perenidade/continuidade de uso, mantendo condições eficazes de usabilidade e manutenção de funções próprias. No período, por exemplo, bisturis e pinças, fabricados de forma artesanal e submetidos a cuidados simples como afiação e limpeza geral, não depreendiam de práticas formalizadas e padronizadas de manutenção.
- Revolução Industrial e Surgimento de Materiais Complexos → com o advento da revolução industrial em sua primeira versão (1^a revolução), tendo sua ocasião compreendida como divisor de águas em muitas práticas e segmentos, já no século XIX, a introdução de instrumentos e máquinas mais complexas como os primeiros estetoscópios, termômetros e dispositivos eletromédicos, acabaram por implementar, conjuntamente, técnicas ainda rudimentares de manutenção. Nesse ínterim, o desenvolvimento de dispositivos e equipamentos alimentados eletricamente, como nos casos das primeiras máquinas de Raio-X, desenvolvidas por Wilhelm Röntgen, 1895, e mais intimamente, aprofundadas por Maria Curie, em 1898, aprofundou, em mesma escala de intensidade, a necessidade pelo desenvolvimento de técnicas de inspeções regulares mais refinadas.
- Avanços no Século XX → o período, em conjunto com o aprofundamento de recursos e elementos de maior tecnologia, pareados as revoluções industriais subseqüentes, impulsionaram o desenvolvimento de dispositivos ainda mais sofisticados, como o avanço da eletromedicina (1920-1940), na popularização de equipamentos desfibriladores e eletrocardiógrafos; seguidos pelo surgimento das técnicas que embasaram a criação de respiradores e monitores

de sinais vitais (1950), aumentando a demanda por manutenção especializada, ao passo em que se iniciaram, em hospitais e centros médicos, a criação de setores/departamentos técnicos dedicados ao cuidado de tais dispositivos; avançando com o crescimento intensificado de setores em biomedicina e engenharia clínica (1970), na manutenção de equipamentos médicos, maior sistematização, integração setorial e suportes técnicos.

- Contemporaneidade → nos últimos 30 anos, a agregação de sistemas computacionais e sua integração com sistemáticas em redes digitais, verteram os requisitos de manutenção, com a incorporação de acessibilidade a funções de automação, incorporação de sensores e aplicações em inteligência artificial (I.A), contribuem com métodos de manutenção em tempo real.

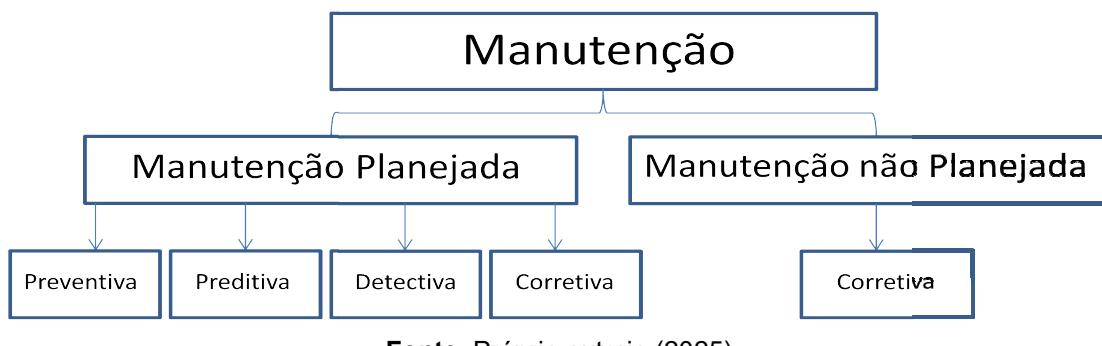
Em vista do curso originário, ao longo da história da manutenção de equipamentos, ainda outros aspectos, em conjuntura são bastante significativos em termos de relevância de uso e cuidado com equipamentos (Porter, 1999), como por exemplo:

- Garantia de Segurança: nos quais os equipamentos hospitalares desempenham impacto direto na segurança de operador profissional e paciente, na qual se realizada inadequadamente, a manutenção pode desencadear falhas de diagnósticos e/ou incidentes/acidentes mais ou menos graves.
- Maximização de Vida Útil: quando analisadas as otimizações em manutenções preventivas e preditivas, observa-se melhoramento em sua operação a partir de condutas mais eficientes durante sua vida útil, além de reduzir (a partir disso), os custos associados com substituições precoces, bem como com reparos de ordem emergenciais.
- Conformidade Legal e Regulamentar: tanto no cenário brasileiro, quanto em outros países, regulamentações como no caso da RDC 185/2001 da ANVISA, requerem que instituições de saúde mantenham os registros de maneira detalhada ao mesmo tempo em que cobram a realização de manutenções regulares, a fim de garantir o cumprimento de normas.

2.4 Planejamento e tipos de manutenção

Tendo em vista a importância do acesso e elaboração de planos que conduzam a manutenção dos equipamentos hospitalares, Asão possíveis e utilizáveis algumas abordagens, classificadas conforme os métodos utilizados e os objetivos desejados, as quais são esquematizadas no fluxo observado na figura 1.

Figura 1 - Fluxos Gerais de Manutenção



Na ABIMO (2020), detalha-se:

- Manutenção Preventiva → caracterizada pelo conjunto de ações planejadas e de ordem periódica, de forma a evitar falhas e desgastes excessivos. É destinada ao prolongamento da vida útil do equipamento, de forma a reduzir a probabilidade de falhas críticas no curso de sua vida, exemplificando-se por: lubrificação de peças, calibração de sensores, além de substituição de partes/peças durante sua vida útil.
- Manutenção Preditiva → far-se-á por meio do uso de monitoramento de dados em tempo real, de forma a prever e evitar falhas iminentes. Esta permite intervenções precisas e direcionadas no sentido de evitar o desempenho de manutenção de forma desnecessária, sendo exemplificada por: monitoramento em ocorrências vibracionais em equipamentos de Tomografia Computadorizada (TC), de forma a identificar anomalias precursoras de falhas.
- Manutenção Detectiva → é compreendida pela inspeção direcionada à identificação de falhas ocultas que possam gerar comprometimento na segurança ou no que se refere ao funcionamento do equipamento. Constitui-se por garantir que sistemas de proteção funcionem de forma correta, exemplificando-se por: testes de alarmes em monitores de uso multiparamétrico.
- Manutenção Corretiva → atividade de reparação realizada posteriormente a ocorrência de um processo de falha, quer seja de maneira programada ou inesperada. É essencial na restauração funcional do equipamento, tendo como característica comum, ser mais onerosa costumeiramente e demorada, exemplificando como: em processo de substituição de bomba de infusão danificada no decorrer de uma atividade de infusão.

Em detalhe, para ANVISA (2010, 2021a, 2021b), dentre os aspectos e encadeamento de atividades que envolvem o planejamento de manutenção de

equipamentos hospitalares, suas etapas essenciais que visam garantir a funcionalidade eficiente, segura e garantida dos dispositivos, inclui:

1. Cadastro dos Equipamentos, no qual se registra detalhadamente os equipamentos, por meio de suas informações (modelo, fabricação, localização, data de aquisição, etc).
2. Classificação de Criticidade, onde priorizam-se equipamentos segundo seu grau de importância e imprescindibilidade no cotidiano hospitalar, tais como os de uso em UTIs (unidades de terapia intensiva) e emergências.
3. Cronograma de Manutenção, por meio de definição de datas para realização, principalmente, de manutenções preventivas, corretivas e inspeções periódicas, de maneira a minimizar o impacto no atendimento.
4. Equipe Técnica, no que tange a garantia de direcionamento profissional adequado, capacitado e resolutivo para a realização da manutenção.
5. Gestão de Peças/Insumos, a qual se comprehende pelo controle de almoxarifado e estoque de peças de reposição/sobressalentes, tais como materiais necessários para reparos/ajustes.
6. Registros de Manutenção, gerado por intermédio de documentação detalhada de atividades realizadas, que incluem históricos de falhas e intervenções realizadas.
7. Normativas e Padronizações, no seguimento de regulamentações e normas que assegurem segurança e conformidade.

Em linhas gerais, são várias as possibilidades de fluxos e mapas de manutenção que podem ser operacionalizados para regular e dar assertividade ao processo realizado pelo determinado setor técnico da instituição. Naturalmente, são encontrados vários exemplos na literatura, que estão diretamente vinculados com as características da empresa, modalidade de operação e tipo da manutenção a qual está se realizando.

2.5 Classificação e tipos de equipamentos

Algumas classificações de cunho geral são notadas de acordo com os tipos de equipamentos avaliados em termos de manutenção. Em linhas gerais, Dagnino *et al.*, (2019) aponta que a correta classificação de equipamentos hospitalares contribui significativamente para o gerenciamento da manutenção em instituições de saúde, sendo estes divididos em categorias com base em suas funcionalidades principais, as quais apresentam características específicas que influem os requisitos de manutenção e cuidados técnicos referentes, incluindo:

- Equipamentos diagnósticos: utilizados na identificação de condicionantes clínicas por meio de imagens, análises laboratoriais e avaliações de cunho fisiológicos, sendo estes projetados para fornecimento de informações precisas e detalhadas sobre estado de saúde do paciente, tendo como exemplo:
 - Equipamentos de imagem → Raio-X, Tomografias Computadorizadas (TC), Ressonância Nuclear Magnética (RNM) e Ultrassonografias (USG);
 - Equipamentos laboratoriais → Analisadores Bioquímicos, Microscópios e Contadores Hematológicos;
 - Equipamentos de monitoramento → Eletrocardiógrafos (ECG), Oxímetros de Pulso ou Dedo, Monitores Multiparamétricos.

Nessa linha de equipamentos, Dagnino *et al.*, (2019) em sinergia com Gregório *et al.*, (2018) refletem que as manutenções de ordem preventiva exemplificam-se por calibrações periódicas, limpeza de sensores e atualizações de *softwares*. Quando de ordem corretiva seus exemplos são reparos em componentes eletrônicos, alterações/troca de peças críticas.

- Equipamentos terapêuticos: utilizados no tratamento de doenças e enfermidades, intencionados ao alívio dos sintomas e promoção de recuperação do paciente, tendo como exemplo:
 - Equipamento de Ventilação e Respiração → Ventiladores Mecânicos, CPAPs, Concentradores e Equipamentos de Controle de Oxigênio;
 - Equipamentos de Terapia Física → Ultrassonografias Terapêuticas, Laser para Reabilitação, Instrumentos Fisioterápicos;
 - Equipamentos de Radioterapia → Aceleradores Lineares, Sistemas de Braquiterapias.

Os autores ainda indicam que nessa linha de equipamentos as manutenções de ordem preventiva exemplificam-se por inspeções de equipamentos, lubrificação de partes/parcelas móveis, além de verificação de cabeamentos de alimentação energética. Quando de ordem corretiva seus exemplos são quanto a substituição de peças/parcelas danificadas, além de ajustes/atualizações de protocolos de segurança e operação.

- Equipamentos cirúrgicos: utilizados diretamente na condição processual cirúrgica, ou para suporte de equipes médicas em âmbito operatório, exemplificados por:
 - Equipamentos Instrumentais Cirúrgicos: Bisturis Elétricos, Aspiradores, Videolaparoscópios.
 - Equipamentos de Suporte à Anestesias: Máquinas de Regulação e Controle Anestésico, Vaporizadores, Monitores Anestésicos.
 - Equipamentos de Sistemas de Iluminação e Visualização: Lâmpadas Cirúrgicas, Câmeras Endoscópicas.

Nessa linha de equipamentos as manutenções de ordem preventiva exemplificam-se por testagens funcionais de precisão, limpeza e desinfecção, bem como calibração de sensores. Quando de ordem corretiva seus exemplos podem se pontuar no reparo de motores elétricos, além de substituição de componentes internos, tal como lentes ópticas.

2.6 Normas, diretrizes e regulamentos na manutenção de equipamentos

No que tange o controle e monitoramento nacional, o Brasil atua em conformidade com agência de grande destaque e atuação, além de embasar sua conduta a partir de associações que determinam e dão regularidade a concepção e funcionalidade técnica-instrumental (ANVISA, 2010, 2021a, 2021b):

- ANVISA (Agência Nacional de Vigilância Sanitária) → instituições como ANVISA, são importantes atuantes na regulação de manutenção de equipamentos hospitalares a qual define normas específicas, tais como:
 - Resolução RDC nº 185/2001: estabelecendo critérios que fundamentam, entre outras, a manutenção de dispositivos médicos no Brasil, a medida que determina obrigatoriedade na concepção de manuais técnicos, fornecidos pelos fabricantes, na intencionalidade de manutenções adequadas.
 - Resolução RDC nº 63/2011: a qual regula os requisitos de infraestrutura e manutenção em serviços de saúde, enfatizando a necessidade conservação periódica de equipamentos, a qual também exige plano de manutenção preventiva e corretiva documentada.
 - Resolução RDC nº 509/2021: trata da gestão de tecnologias usuais em saúde, na qual se inclui os aspectos de monitoramento de equipamentos médicos. Nesta também se notam diretrizes para criação

de programas de manutenção baseados em análises de riscos e criticidades.

As normativas internacionais estão conformadas em indicações importantes, utilizadas como seguimentos para realização e seguridade de parâmetros e detalhamentos processuais (ISO, 2012):

- ISO 13485 – Sistemas de Gestão de Qualidade → que se ocupa em controlar e regular os requisitos gerais para sistemáticas de qualidade, são exemplos importantes no âmbito de equipamentos para diagnósticos, desde etapas de design, perpassando por produção, instalação e alcançando a manutenção. Ainda nisso, destaca-se a necessidade de documentação completa, observando riscos e conformidades, pautadas em requisitos regulatórios.
- IEC 60601 – Segurança de Equipamentos Elétricos Médicos → representam um serial de normativas técnicas que abordam os aspectos de segurança e desempenho básico de equipamentos eletromédicos, além de incluir requisitos protetivos, evitando choques elétricos, emissão diretiva de radiações ionizantes, além de mitigação expositiva de calor excessivo.
- WHO Medical Devices Standards → são publicações periódicas da Organização Mundial de Saúde (OMS), as quais oferecem orientações para gerenciamento, manutenção e descarte de equipamentos médicos, as quais quando não realizadas com efetividade, após descarte do equipamento, são passíveis de gerar danos significativos a sociedade.

2.7 Profissionais vinculados e profissionalização da manutenção

Segundo Henrique *et al.*, (2013) e Viriato *et al.*, (2021), a profissionalização no setor para desenvolvimento e operacionalização de equipamentos diagnósticos, acaba por ser fundamentada a partir dos seguintes profissionais:

- Engenheiros Clínicos, sendo responsável pela gestão global da tecnologia médica no hospital, desde aquisição, até descarte, quando não possibilitada a manutenção.
- Técnicos de Equipamentos ou Sistemas Médicos, que em suma especializados e focados em processos de calibração, instalação e suporte funcional ao engenheiro supramencionado, atuando em auxílio também em reparos de dispositivos e manutenção em âmbito clínico-operacional.

- Especialistas de Fabricantes, sendo estes profissionais vinculados aos fabricantes dos produtos para atuação ao suporte técnico especializado.
- Cientistas Computacionais e Especialistas em T.I, tendo como principal funcionalidade as competências voltadas ao gerenciamento de sistemas, softwares, I.As e sistemas de integração em dispositivos.

Os autores refletem ainda que em termos de importância e desafios à profissionalização, os profissionais de manutenção de equipamentos hospitalares requerem significativo de especialização no sentido de atender as exigências técnicas e regulatórias do setor, as quais incluem:

- Formação e Capacitação → através de programas educacionais e treinamentos contínuos.
- Certificações → tais como a ISO 13485, supramencionada, são bastante valorizadas, garantindo que o profissional conheça as normativas de qualidade e segurança aplicáveis a manutenção.
- Ética e Regulamentação → impactando em responsabilidades legais, nas quais os profissionais atuam em conformidade com regulamentações, tais como as previstas pela ANVISA, além de intensa segurança do paciente.

Não obstante, para Gregório *et al.*, (2018), ainda que com o crescimento do setor, os desafios comportam-se de forma a agregar conhecimentos e caracterizações valorosas nas dinâmicas profissionais, tais como:

- Falta de profissionais qualificados, nos quais em muitas regiões, nota-se a superação de demanda em relação a oferta de técnicos especializados.
- Acesso a treinamentos, aparentemente pouco concentrados em centros urbanos.
- Avanço tecnológico acelerado, de forma que a necessidade constante de atualização dificulta a manutenção de equipes totalmente preparadas.

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A manutenção de equipamentos hospitalares, quando analisada de forma integrada aos contextos históricos, técnico, normativo e profissional, revela-se um eixo estruturante da qualidade assistencial e da segurança do paciente. Ao longo do estudo, observou-se que o desenvolvimento das práticas de manutenção acompanha diretamente a evolução da medicina e da engenharia, reforçando que dispositivos cada vez mais complexos demandam estratégias igualmente sofisticadas de gestão e controle. A incorporação de tecnologias digitais, sensores inteligentes e sistemas de

monitoramento em tempo real transformou profundamente esse campo, exigindo novas competências profissionais e maior rigor na análise de riscos, na rastreabilidade e na documentação dos processos.

As diretrizes regulamentares — tanto nacionais, como as RDCs da ANVISA, quanto internacionais, como as normas ISO e IEC — consolidam uma base essencial para a padronização das práticas, garantindo qualidade, segurança e conformidade técnica. Essas normativas não apenas orientam as instituições, como também fortalecem a profissionalização da área, reconhecendo a importância de engenheiros clínicos, técnicos especializados, cientistas de dados e profissionais de TI na sustentação do parque tecnológico hospitalar.

Outro aspecto de destaque refere-se ao papel estratégico da manutenção no planejamento institucional. Ao proporcionar maior disponibilidade dos equipamentos, reduzir paradas inesperadas e otimizar custos, ela contribui diretamente para a efetividade do cuidado e para a sustentabilidade financeira dos serviços de saúde. Manutenções preventivas e preditivas, aliadas ao uso de sistemas informatizados de gestão (CMMS), constituem ferramentas de grande impacto para decisões gerenciais, monitoramento de desempenho e avaliação de criticidade.

Por fim, os desafios contemporâneos — como a rápida evolução tecnológica, a necessidade de capacitação contínua e a escassez de mão de obra qualificada — reforçam que a manutenção em equipamentos hospitalares é um campo dinâmico, em constante transformação. Assim, o aprofundamento teórico-prático apresentado neste estudo busca não apenas elucidar fundamentos essenciais, mas também estimular a formação de profissionais capazes de atuar de forma crítica, segura e atualizada. O compromisso com a qualidade técnica, a conformidade normativa e a segurança do paciente deve permanecer como norte para o desenvolvimento futuro da área, consolidando a engenharia clínica e a gestão de tecnologias em saúde como pilares indispensáveis do cuidado moderno.

REFERÊNCIAS

ABIMO. Manual de Boas Práticas para a Manutenção de Equipamentos Médicos. Associação Brasileira da Indústria de Artigos e Equipamentos Médicos, Odontológicos, Hospitalares e de Laboratórios.

ANVISA. História dos Equipamentos Médicos no Brasil. Brasília: Agência Nacional de Vigilância Sanitária, 2021a. Disponível em: <https://www.gov.br/anvisa>

ANVISA. Manual Técnico de Produtos Médicos. Brasília: Agência Nacional de Vigilância Sanitária, 2021b. Disponível em: <https://www.gov.br/anvisa>

ANVISA. Manual para Registro de Equipamentos Médicos. Brasília: Agência

Nacional de Vigilância Sanitária, 2010. Disponível em:
<https://idoc.pub/documents/anvisa-50285115-manual-de-equipamentos-medicos-e-hospitalares-dv1r275jqpnz>

ASSOCIAÇÃO PORTUGUESA DAS EMPRESAS DE DISPOSITIVOS MÉDICOS – **Recomendações sobre gestão e manutenção de equipamentos médicos**, 1nd ed. Lisboa: Apormed, 2020. Disponível em: https://www.apormed.pt/wp-content/uploads/Recomendaes_sobre_Gesto_e_Manuteno_de_Equipamento_Mdico.pdf

DAGNINO, A. P. A; BATISTA, B. G; CECHINEL, L. R. **Instrumentação biomédica**. Porto Alegre: SAGAH, 2019.

EUROPEAN COMMISSION. **EU MDR 2017/745 – Medical Device Regulation**. Disponível em: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A32017R0745>

GREGÓRIO, G. F. P; SANTOS, D. F; PRATA, A. B. **Engenharia de manutenção**. 1nd ed. Porto Alegre: SAGAH, 2018.

HENRIQUE H, A; LOPES F. J. A. **Gestão de materiais e equipamentos hospitalares**. São Paulo: Saraiva, 2013.

NORMA ISO 14971:2019. International Organization for Standardization - **Sistemas de gestão da qualidade para dispositivos médicos**. Disponível em: <https://www.normasabnt.org/abnt-nbr-iso-14971/>

NORMA ISO 60601:2012. International Organization for Standardization - **Sistemas de gestão da qualidade para dispositivos médicos**. Disponível em: <https://www.normasabnt.org/abnt-nbr-iec-60601-1/>

PORTRER, R. The Greatest Benefit to Mankind: **A Medical History of Humanity**. London, Canadian Journal of Health History, v. 16, n. 2, p. 388-390, 1999. Disponível em: <https://utppublishing.com/doi/pdf/10.3138/cbmh.16.2.388>

SOCIEDADE BRASILEIRA DE ENGENHARIA BIOMÉDICA (SBEB). **Diretrizes para a Formação de Profissionais em Engenharia Biomédica**. Disponível em: www.sbeb.org.

SZEJNFELD, J; ABDALA, N; AJZEN, S. **Diagnóstico por Imagem**. 2nd ed. Barueri: Manole, 2016.

VIRIATO, A; de MOURA, A. **Administração hospitalar: curso de especialização**. Barueri: Manole, 2021.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). **Global Model Regulatory Framework for Medical Devices**. 2017. Disponível em: <https://www.who.int/publications/item/9789241512350>

ENGENHARIA MÉDICA II - FUNDAMENTOS E APLICAÇÕES EM EQUIPAMENTOS DIAGNÓSTICOS

Leonardo Moraes Armesto¹

Thabata Roberto Alonso²

Patrick Cristian Lima Orihuela³

Caroline de Oliveira Nieblas⁴

RESUMO: O artigo apresenta um panorama abrangente dos equipamentos diagnósticos, abordando sua evolução histórica, fundamentos tecnológicos, classificações e diretrizes regulatórias que orientam seu desenvolvimento e uso em saúde. A historiografia dos dispositivos diagnósticos é explorada desde a Antiguidade, quando práticas empíricas como ausculta, palpação e uroscopia predominavam, passando por marcos decisivos como a invenção do microscópio, do estetoscópio, dos Raios-X, da Tomografia Computadorizada e da Ressonância Magnética. Também são discutidos os impactos das tecnologias digitais contemporâneas, incluindo inteligência artificial, ultrassonografia portátil, impressão 3D e sistemas integrados de informação. O documento apresenta a engenharia diagnóstica como área interdisciplinar que integra princípios de física, biologia, engenharia e computação, envolvendo desenvolvimento, validação, manutenção e regulamentação dos dispositivos. São descritas as principais normas internacionais (ISO 13485, ISO 14971, IEC 60601) e regulamentações brasileiras da ANVISA, além de diretrizes globais da OMS e da União Europeia (EU MDR 2017/745). Finalmente, destacam-se perfis profissionais envolvidos na operação e suporte dos equipamentos, bem como fabricantes de relevância mundial. O conteúdo articula teoria, evolução tecnológica e prática profissional, oferecendo uma visão sólida sobre o papel dos equipamentos diagnósticos na saúde contemporânea.

PALAVRAS-CHAVE: Engenharia diagnóstica; Inteligência Artificial; Raios-X; Tomografia Computadorizada; Ressonância Nuclear Magnética.

ABSTRACT: The article presents a comprehensive overview of diagnostic equipment, addressing its historical evolution, technological foundations, classifications, and regulatory guidelines that guide its development and use in healthcare. The historiography of diagnostic devices is explored from ancient times, when empirical practices such as auscultation, palpation, and uroscopy predominated, through decisive milestones such as the invention of the microscope, stethoscope, X-rays, computed tomography, and magnetic resonance imaging. The impacts of contemporary digital technologies, including artificial intelligence, portable ultrasound, 3D printing, and integrated information systems, are also discussed. The document presents diagnostic engineering as an interdisciplinary field that integrates principles of physics, biology, engineering, and computing, involving the development, validation, maintenance, and regulation of devices. The main international standards (ISO 13485, ISO 14971, IEC 60601) and Brazilian regulations from ANVISA are described, in addition to global guidelines from the WHO and the European Union (EU MDR 2017/745). Finally, it highlights the professional profiles involved in the operation and support of the equipment, as well as manufacturers of global relevance. The content combines theory, technological evolution, and professional practice, offering a solid overview of the role of diagnostic equipment in contemporary healthcare.

KEY WORDS: Diagnostic engineering; Artificial Intelligence; X-rays; Computed Tomography; Magnetic Resonance Imaging.

¹Graduando em Medicina. Universidade Municipal de São Caetano do Sul. E-mail: leonardo.armesto@uscsonline.com.br

²Graduanda em Medicina. Universidade Municipal de São Caetano do Sul. E-mail: trabata.alonso@uscsonline.com.br

³Graduando em Medicina. Universidade Municipal de São Caetano do Sul. E-mail: patrick.orihuela@uscsonline.com.br

⁴Graduanda em Medicina. Universidade Municipal de São Caetano do Sul. E-mail: caroline.nieblas@uscsonline.com.br

1. INTRODUÇÃO

A compreensão dos equipamentos diagnósticos envolve não apenas aspectos tecnológicos, mas também fundamentos históricos, científicos e regulatórios que constituem a base de sua aplicação no contexto da saúde. A evolução desses dispositivos sempre acompanhou as necessidades clínicas, buscando maior precisão, segurança e eficiência na identificação de doenças. Assim, introduzir os conceitos gerais que estruturam os equipamentos diagnósticos é essencial para compreender como a tecnologia se integra de forma estratégica à prática assistencial.

Historicamente, a trajetória dos instrumentos diagnósticos remonta à Antiguidade e se expande de modo significativo a partir do Renascimento e das revoluções científicas, quando o conhecimento anatômico e fisiológico passou a ser estudado de forma sistemática. A literatura clássica, como *A Short History of Medicine* (Ackerknecht, 1982) e *The Greatest Benefit to Mankind* (Porter, 1999), demonstra que a consolidação de recursos como o microscópio, o estetoscópio e posteriormente os Raios-X transformou radicalmente a maneira como doenças eram identificadas e compreendidas.

A incorporação de tecnologias eletromédicas no século XIX e a diversificação dos equipamentos no século XX consolidaram novas modalidades de diagnóstico por imagem, como a Tomografia Computadorizada (TC), a Ressonância Magnética (RNM) e a Ultrassonografia. Autores como Szeinfeld *et al.*, (2016) descrevem como esses avanços permitiram a formação de imagens cada vez mais detalhadas e seguras, reduzindo a necessidade de procedimentos invasivos e ampliando a capacidade de detecção precoce de inúmeras patologias.

Na contemporaneidade, tecnologias digitais e Inteligência Artificial ampliam ainda mais o potencial diagnóstico, permitindo automação, análise avançada de dados, reconstruções tridimensionais e monitoramento remoto. Esses avanços alinham-se às tendências globais destacadas pela WHO (2017) e pela regulamentação europeia EU MDR 2017/745, que enfatizam segurança, rastreabilidade e vigilância pós-mercado. Equipamentos passam a operar integrados a sistemas hospitalares, redes IoT e soluções de big data, exigindo profissionais com capacitações multidisciplinares.

Dado esse contexto, a engenharia diagnóstica emerge como campo essencial dentro da Engenharia Biomédica, unindo ciência, tecnologia e normatização. Normas internacionais como ISO 13485, ISO 14971 e IEC 60601, amplamente adotadas pela ANVISA e pela ABNT, formam a base para garantir qualidade, desempenho e

segurança desses dispositivos. Dessa forma, estudar seus fundamentos, classificações, regulamentações e aplicações práticas permite compreender a importância estratégica dos equipamentos diagnósticos na saúde contemporânea.

2. DESENVOLVIMENTO

Os equipamentos para uso em diagnósticos evoluem a cada dia, sobretudo, a partir da interface profissional exercida entre os agentes inerentes às áreas de saúde; que expressam suas necessidades de instrumentos que melhor e mais intimamente lhes auxiliem na tomada de decisão frente ao apoio do paciente na busca de uma resolutividade e condutas adequadas, e profissionais de tecnologias e computação; que a partir dos direcionamentos indicados e fornecidos pelos primeiros, buscam dar viabilidade em termos de desenvolvimentos a equipamentos, incluindo os diagnósticos, que sejam capazes de atender os ensejos de maneira efetiva e eficiente em prol do paciente atendido.

Para Dagnino *et al.*, (2019), a grande questão, é que a otimização de processos que provoquem uma intima sinergia entre esses dois perfis profissionais, é, hoje, na literatura, um crescente tópico de pesquisa que culmina em desfechos melhorados tanto ao paciente quanto as bioestatísticas que alimentam os indicadores em saúde.

Não obstante, Amorim *et al.*, (2015) entendem que a instrumentalização de mecanismos, tecnologias e elementos que convertam-se em tais equipamentos, que operacionalizem com a eficácia objetiva, requer planos e projeções em concepção que beneficiem a construção colaborativa de uma equipe multidisciplinar que ao mesmo tempo em que contribui informativamente a partir de seu prisma de atuação, possa estar aberto a entender conceitos importantes, tais como as propriedades que envolvem a criação de equipamentos diagnósticos, bem como suas mais gerais classificações, bases elementares físicas e tecnológicas, além da importância de regulamentações normas referentes, manutenções e reavaliações continuadas.

2.1. Origens dos equipamentos diagnósticos

Para Ackerknecht (1982), Barra *et al.*, (2009), e Liebel *et al.*, (2018), sua historiografia remonta-se, abrangendo os principais marcos históricos, avançado sobre os conceitos tecnológicos agregados subsequentemente, em muito relacionados com as necessidades de atendimentos que foram sendo percebidas, de forma a permitir e endossar o avanço dos instrumentos de uso como:

- Antiguidade e Idade Média → com aplicação elementar de instrumentos bastante rudimentares, sobre os quais as práticas diagnósticas versavam,

basicamente, na observação visual, tátil e olfativa do corpo humano, incluindo avanços na manipulação dos enfermos, sobretudo, com grande influência grego-romana, como por Hipócrates (460-370 a.C.) e Galeno (129-216 d.C.), experimentadores de técnicas voltadas ao uso de palpação e ausculta de “barulhos” e ruídos típicos do corpo. Na antiguidade, o uso de frascos para análise de urina (uroscopia), bastonetes e espátulas para exame de orofaríngeos e de feridas, esfigmologia, avaliando pulsação e relacionando a doenças, além do uso de espelhos de bronze e prata polidos, para exame de cavidades, bem como ferramentas para trepanações, em uso de perfurações de crânio como ação terapêutica e diagnóstica, em alívios sintomáticos, foram métodos e instrumentos muito usuais.

Quando na idade média, aprimoraram-se o uso de tabelas de uroscopias que popularizaram-se na Europa medieval, na qual podia-se associar a coloração da urina a possibilidades de doenças, além de astrolábios médicos, no qual calculava-se a partir da posição dos astros, a melhor e mais adequada época para realização de diagnósticos (combinação de ciência médica e astronomia), incluindo-se, ainda, utensílios para sangrias (flebotomia), sendo estas compostas por pequenas lâminas utilizadas para retirada de sangue e análise de aparência (“equilíbrio de humores”), agregando também, manuais de observação e lentes de ampliação, desenvolvidas para melhoramento da visualização de estruturas menores e mais difíceis de serem reconhecidas ou analisadas a olho nu, foram implementações importantes do período.

- Renascimento - Entre Séculos XIV-XVII → pautado por adventos e avanços experimentais, em muito, provocados pelos princípios do ideário racionalista, foi um momento de bastante intensificação na busca por elementos, instrumentos e condições que melhor possibilitassem o entendimento anatômico e funcional do corpo humano. Nisto, o microscópio, datado de 1590, criado pelos holandeses Hans e Zacharias Janssen, ainda bastante rudimentar, iniciou a percepção tecidual orgânica e de microorganismos.
- Revolução Científica e Século XIX → sendo interpretado, historiograficamente, como um período marcante para a medicina diagnóstica, no qual se marcaram inovações tecnológicas tais como: estetoscópio (1816), tendo René Laennec como um dos expoentes, de forma a revolucionar os procedimentos voltados à ausculta pulmonar, à medida que fora capaz de analisar por meio da amplificação sonora corporais, como batimento cardíaco, ruídos pulmonares e hidroaéreos abdominais, características mais refinadas do ponto de vista

orgânico. Além disso, equipamentos como termômetro clínico (1850), com destaque a Thomas Clifford Allbutt, fora capaz de prover melhoramentos na padronização de medições corporais de temperatura. Subsequentemente, o Raio-X (1895), descoberto Wilhelm Conrad Roentgen, ganhador do prêmio Nobel de física em 1901, revolucionou o processo diagnóstico, permitindo uma maneira inédita de visualização interna do corpo humano. Em detalhe, Marie Curie, estudando materiais radioativos e em 1898, descobrindo elementos como Polônio (Po) e rádio (Ra), fundamentaram melhor e mais intimamente a aplicação dos Raios-X na medicina, com aplicações iniciais na 1^a guerra mundial, com várias unidades móveis do aparelho (“Pequenos Curie”), examinando soldados feridos em auxílio na localização de fraturas e projéteis.

- Século XX – Consolidação e Diversificação → intensificaram o desenvolvimento de equipamento em visualização de imagens, como a Tomografia Computadorizada (TC), datada de 1972, e desenvolvida por Godfrey Hounsfield, combinando a idéia de Raios-X à computadores na resultante de imagens tridimensionais. Nessa linha, equipamentos como Ressonância Nuclear Magnética (RNM), em 1980, com base nas pesquisas de Felix Bloch e Edward Purcell, avançaram na possibilidade de obtenções imagéticas, sem o uso de radiações ionizantes, além do desenvolvimento do equipamento de Ultrassonografia, ainda anterior (1940-1950), com aplicações iniciadas no âmbito da ginecologia, por meio de obtenção de imagens a partir da inserção de ondas sonoras sobre as estruturas orgânicas na geração de imagens em tempo real e em processos dinâmicos.

Agregam-se ao período, equipamentos de diagnóstico funcional como o eletrocardiógrafo (ECG), datado de 1903, por Willem Einthoven, evidenciando a captação de atividades elétricas do coração. Ainda nisso, no período, intensificaram-se as automações em processos voltados para as áreas de química analítica e eletrônica, permitindo o desenvolvimento de analisadores automáticos, direcionados a exames hematológicos e bioquímicos.

- Século XXI – Tecnologias Digitais e Inteligências Artificiais (I.A) → o período iniciados nos anos 2000 e contextualizado na contemporaneidade é marcado pela integração das I.As e tecnologias digitais em equipamentos diagnósticos, tais como: equipamentos portáteis, exemplificados por ultrassonografias e monitores cardíacos pessoais, de forma a prover melhora na capacidade diagnósticas mesmo em localidades de acesso mais remoto. Além disso, a aplicação das I.As, por meio de seu intensificado e diário aprimoramento, por

meio de uso de reconhecimento de padrões de imagens diagnósticas, como por meio da aprendizagem de máquinas e, a aprendizagem profunda (*machine learning* e *deep learning*), entre outras, que possibilitam fundamentações diagnósticas e aspectos preditivos no suporte prognóstico em saúde. Ainda nisso, as técnicas de impressão 3D, imagens holográficas e biotecnologia, cada vez mais efetivamente, atuam como recursos importantes em simulações anatômicas, personalização de dispositivos e, nos inovadores metaversos, auxiliando em condutas e preparações perioperatórias.

2.2 Definindo no âmbito da Engenharia Biomédica

Na Engenharia Biomédica, segundo Szejnfeld *et al.*, (2016), os equipamentos para diagnósticos apresentam-se como instrumentos usuais em áreas como medicina, veterinária, odontologia, farmacologia, biomedicina, e variados outros campos das ciências da saúde, intencionados em atuar na identificação de doenças (diagnóstico), condições adjacentes e/ou distúrbios inerentes do paciente. Suas bases elementares de aplicação podem ser por meio de uso de radiação ionizante, campos magnéticos, ondas sonoras, fundamentação óptica, condutividade elétrica, entre outros.

2.3 Classificação e perfil de equipamentos por segmento diagnóstico

Para Silveira *et al.*, (2007) e Viana *et al.*, (2025) algumas classificações de cunho geral são notadas de acordo seu propósito diagnóstico e método de funcionamento:

- Equipamentos de imagem: largamente utilizados com diversas modalidades técnicas de aplicação, tem função da visualização de estruturas anatômicas intracorpóreas sem necessidade de intervenções cirúrgicas que os precedam na grande maioria das vezes, como por exemplo:
 - Raio-X: Fazendo de uso de emissão de radiação ionizante, capturando, imaticamente, ossos e tecidos orgânicos densos.
 - Tomografia Computadorizada (TC): Hoje, já, com varias tecnologias de melhoramento na captação de imagem, podendo ou não fazer uso de contrastes que auxiliam especificamente para determinadas obtenções, fornece imagens detalhadas a partir de cortes transversais do corpo ou segmento corpóreo que se encontra estruturas e órgãos que se deseja analisar.
 - Ressonância Nuclear Magnética (RNM): A metodologia tem base na captura de imagens mediadas por campos magnéticos, alinhadas a determinados íons corpóreos que tem coeficientes associados à

- ressonância de igual/similar característica, permitindo a criação/geração de imagens de tecidos variados.
- Ultrassonografia (USG): Diferentemente dos anteriores, é operador-dependente, fator que impacta diretamente na qualidade e capacidade de imagens obtidas para análise e uso. Além disso, seu método se baseia na emissão, mecânica, de ondas sonoras de alta freqüência (conceito de eco), criando imagens em tempo real para observação de tecidos orgânicos. Agrega-se que ao ter a função “Doppler” acrescida, faz captura de fluxo sanguíneo (por exemplo), observando também condições sistêmicas de aportes, relacionadas a isso.
 - Equipamentos labororiais: fundamentalmente utilizados para análise de amostras biológicas (sangue, urina, tecidos, etc), como por exemplo:
 - Espectrofotômetros: aplicado, sobretudo, para análises bioquímicas, na medida em que afere a intensidade relativa de variados comprimentos de ondas luminosas, fazendo-se por meio de quantidade de luz absorvida ou transmitida de determinada substância, resultando na compreensão de suas composições químicas.
 - Contadores Hematológicos: aplicado, em síntese, para aferições de medidas voltadas a componentes sanguíneos.
 - Microscópios: utilizados, fundamentalmente, para análises de estruturas, microorganismo, células, entre múltiplos outros, de ordem laboratorial, auxiliando na evidenciação diagnóstica de patologias.
 - Equipamentos funcionais: largamente aplicados na busca avaliativa por funcionalidades de sistemas corporais de ordens gerais (em muito pautado por trabalho e usabilidades de sinais biológicos), como por exemplo:
 - Eletrocardiograma (ECG): Monitoramento de atividade elétrica cardíaca, gerando informações importantes para monitoramento e acompanhamento de função e continuidade.
 - Eletroencefalograma (EEG): Monitoramento de atividade elétrica cerebral, gerando informações importantes para monitoramento e acompanhamento de função e continuidade.
 - Espirometria: Equipamento importante para avaliação de função pulmonar, utilizado para evidenciar doenças de restrição e/ou obstrução de passagem e trocas de gases em termos de oxigenação.

2.3 Fundamentos da Engenharia Diagnóstica

A área pode ser compreendida como âmbito interdisciplinar que envolve o desenvolvimento, a aplicação e processos otimizadores de tecnologias, dispositivos e equipamentos usuais em detecção e aprimoramento das funcionalidades utilizadas em saúde, sobretudo em aplicação médica (Amorim *et al.*, 2015; Liebel *et al.*, 2018). Nisso, objetiva-se a implementação de soluções mais eficazes e que assegurem de maneira a auxiliar em etapas de diagnósticos clínicos a medida que o faz por intermédio de princípios da engenharia, física, biologia e informática/computacional. Em seus elementos mais fundamentais, a utilização de recursos interdisciplinares, combinando conhecimentos advindos de engenharia biomédica, ciências da saúde e tecnologia da informação, são fatores que tanto norteiam o desenvolvimento dos dispositivos usuais, como amplificam a capacidade de interpretação e processamento de informações por sinais biológicos.

Ainda nisso, Amorim *et al.*, (2015) reforça que o setor envolve reconhecimentos inerentes ao ciclo de vida de dispositivos diagnósticos, envolvendo interface entre os aspectos voltados ao design e desenvolvimento, a validação de testes de desempenho, a evidenciação produtiva e regulamentadora, além da necessária continuidade no que se refere a manutenção e calibração de equipamentos.

2.4 Normas, diretrizes e regulamentações em Engenharia Bodiagnóstica

Em linhas gerais, para Dagnino *et al.*, (2019) e Barra *et al.*, (2009), não apenas a elaboração de escopos estruturados a partir das necessidades de determinados equipamentos, bem como seus respectivos projetos, processos advindos, e desenvolvimento, são pontos centrais no que tange os equipamentos para diagnósticos, mas igualmente importante é o trabalho realizado na reavaliação constante de sua capacidade de funcionamento que respeite e mantenha-se dentro dos padrões de segurança e confiabilidade tão necessária quanto imprescindíveis para os equipamentos desse gênero.

Ainda nisso, Barra *et al.*, (2009) ser evidente que todo seu acompanhamento requer não apenas a monitoração e controle de adequação do patrimônio, mas a expressa capacidade profissional de dar suporte em sua usabilidade aos profissionais em saúde que, em muito, os operacionalizarão no dia a dia da lida em saúde. Nesta toada, pontos como a calibração regular e adequada para eficiência diagnóstica, o acompanhamento na validação de qualidade em obtenção imagética dentro de parâmetros definidos por fabricante, avaliação de limitantes funcionais na liberação de doses de radiação, controles de temperaturas em equipamentos labororiais, entre outros, são importantes pontos de atenção.

2.4.1 Diretrizes globais

São várias as entidades (WHO, 2017; ANVISA, 2010/2021/2022), distribuídas em muitas esferas, capazes e direcionadas à coordenar, fundamentar e traçar diretrizes que mais e melhor propiciem organização no segmento, tais como:

- Organização Mundial de Saúde (OMS), publicando diretrizes atuantes sobre a utilização assegurada de equipamentos médicos e biomédicos. O órgão também promove ações de boas práticas de fabricação para os dispositivos.
- Diretrizes da União Européia (U.E) trazem regulamentações que impactam em dispositivos médicos, (EU MDR 2017/745) de forma a substituir diretivas anteriores para o setor. Neste, reforçam-se requisitos para regulação de equipamentos, análises e testagens clínicas, bem como regulação e vigilância processual após disponibilidade mercadológica. Tais diretrizes contribuem ainda na exigência por ações de rastreabilidade de forma completa dos dispositivos.

2.4.2 Normativas internacionais

Conformam-se em indicações importantes, utilizadas como seguimentos para realização e conformidade assegurada de parâmetros e detalhamentos processuais (EUROPEAN COMMISSION, 2017):

- ISO 13485 – Sistemas de Gestão de Qualidade → que se ocupa em controlar e regular os requisitos gerais para sistêmicas de qualidade, são exemplos importantes no âmbito de equipamentos para diagnósticos, desde etapas de design, perpassando por produção, instalação e alcançando a manutenção. Ainda nisso, destaca-se a necessidade de documentação completa, observando riscos e conformidades, pautadas em requisitos regulatórios.
- ISO 14971 – Gestão de Riscos em Dispositivos Médicos → relaciona-se ao estabelecimento de processos que sistematizem a identificação, avaliação e controle de riscos associados ao uso de dispositivos. Freqüentemente está alicerçada em todas as etapas do ACVP (análise de ciclo de vida do produto), garantindo segurança na usabilidade clínica.
- IEC 60601 – Segurança de Equipamentos Elétricos Médicos → representam um serial de normativas técnicas que abordam os aspectos de segurança e desempenho básico de equipamentos eletromédicos, além de incluir requisitos protetivos, evitando choques elétricos, emissão diretiva de radiações ionizantes, além de mitigação expositiva de calor excessivo.

Importante salientar que para Szejnfeld *et al.*, (2016), a utilização/aplicação de normas performam especialmente em contexto para avaliações clínicas, de forma a incluir ensaios clínicos, além de estudos observacionais, comprovando segurança e eficácia. Pontua-se que no Brasil, os ensaios têm regulamentação realizada por meio da Resolução CNS nº 466/2012, fundamentado na disposição sobre a organização e funcionamento do Sistema CEP/CONEP, no que tange os procedimentos para submissão, avaliação e acompanhamento de pesquisas em ordem e dinâmicas funcionais para o sistema de saúde. Além disso, Gerônimo *et al.*, (2017) indica que outro ponto estruturante nos fundamentos normativos encontra-se na vigilância pós-mercado, na qual sistematiza-se, obrigatoriamente, pelo monitoramento de dispositivos, posteriormente sua introdução mercadológica, de forma a propiciar a correção de falhas, desconformidades e atuante criteriosamente na prevenção de riscos. Aponta-se ainda, a importância da certificação e conformidade, de maneira em que os dispositivos passam por testes de conformidade em etapas anteriores a sua aprovação e uso. Nesse contexto, o processo certificador acaba por envolver entidades laboratoriais de credenciamento, tal como o INMETRO (Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia), quando no Brasil.

2.4.3 Regulamentações brasileiras

No que tange o controle e monitoramento nacional (ANVISA, 2010/2021/2022), o Brasil atua em conformidade com agência de grande destaque e atuação, além de embasar sua conduta a partir de associações que determinam e dão regularidade a concepção e funcionalidade técnica-instrumental:

- ANVISA (Agência Nacional de Vigilância Sanitária) → instituições como ANVISA, em departamentos específicos para a o acompanhamentos de padrões de qualidade e regulação de dispositivos médicos e biomédicos, atua desde a fabricação, importação, distribuição e comercialização de dispositivos médicos diagnósticos (entre outros) em cenário brasileiro, mediada por algumas importantes resoluções:
 - Resolução RDC nº 185/2001: critérios para o registro de dispositivos.
 - Resolução RDC nº 16/2013: com base na ISO 13485, tratando de fazer definições para boas práticas em dispositivos médicos.
 - Resolução RDC nº 665/2022: direcionada a atualização de requisitos técnicos para softwares como dispositivos médico, de maneira a esta em alinhamento a demais normas internacionais, como as retratadas nos tópicos anteriores.

- ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas) → trata da adoção de normas ISO e IEC ao contexto brasileiro, em equipamentos eletromédicos.

2.5 Profissionais vinculados e operacionalização aplicada ao setor

Ainda nisso, para Gerônimo *et al.*, (2017) e Liebel *et al.*, (2018), a profissionalização no setor para desenvolvimento e operacionalização de equipamentos diagnósticos, acaba por ser fundamentada a partir dos seguintes profissionais:

- Engenheiros Biomédicos, projetando, desenvolvendo e realizando atuações/manutenções de equipamentos gerais, incluindo os diagnósticos.
- Técnicos de Equipamentos Médicos, que em suma especializados e focados em processos de calibração, instalação e suporte funcional ao engenheiro supramencionado, atuando em auxílio também em reparos de dispositivos e manutenção em âmbito clínico-operacional.
- Médicos e Radiologistas, sendo estes os operadores de equipamento diagnósticos, em abordagens voltadas ao apoio clínico-diagnóstico.
- Cientistas Computacionais e Especialistas em T.I, tendo como principal funcionalidade as competências voltadas ao gerenciamento de sistemas, softwares, I.As e sistemas de integração em dispositivos.

Em termos de operacionalização, Silveira *et al.*, (2007), acredita necessitar-se, a cada dia, do aprimoramento tanto do perfil de formação, quanto das capacidades em aprofundamentos continuados, exigindo diferentes competências, habilidades e atitudes, as quais impactam direta e indiretamente nas aplicações a seguir:

- Planejamento e Aquisição → realizado em hospital, clínicas e laboratórios, nos quais avaliam-se critérios, relações de custo-benefício, bem como conformidades regulatórias evidenciadas na aquisição dos equipamentos.
- Treinamento e Capacitação → a operacionalização se propicia pelos contínuos treinamentos focados na operação e manutenção de dispositivos respaldados em aspectos de qualidade continua, em conformidade com normas supramencionadas.
- Manutenção e Calibração → com grande destaque para processo de manutenção preventiva e corretiva, cada qual em momentos pregressos e posteriores, respectivamente a funcionalidade dos equipamentos.
- Integração Sistêmica Clínica → agregação cada vez mais intensa de dispositivos com acessibilidade a redes integradas (IoT), de forma a propiciar a

conexão aos sistemas institucionais, visando tanto o compartilhamento de dados, quanto as premissas da LPG (Lei de Proteção de Dados).

Não obstante, para Viana *et al.*, (2025), alguns dos principais fabricantes apresentam em cenário nacional e mundial, grande expressividade, tanto na dinamização de produções técnicas, quanto, em alguns casos, nas especificações e garantias de padrões em produtos diagnósticos, tais como:

- General Electric Healthcare (GE), com destaque para a produção de equipamentos geradores de imagens médicas, como TCs (tomografias computadorizadas), RNMs (ressonância magnética) e USGs (ultrassons).
- Siemens Healthineers, empresa com foco em soluções voltadas a imagem e automatização laboratorial, com intenso desenvolvimento em soluções em IA (inteligência artificial) em aplicações a radiologias em geral.
- Philips Healthcare, atuante no mercado de equipamentos diagnósticos por imagem e portáteis para uso em localidades remotas.
- Roche Diagnostics, apresentando significativo destaque em equipamentos laboratoriais, como analisadores bioquímicos e moleculares.
- Abbott Laboratories, atuante no desenvolvimento de equipamentos de uso rápido e monitoramento continuado, como controladores de glicemia.
- Mindray, com apresentação crescente no mercado de equipamentos diagnósticos, a empresa oferta monitores multiparamétricos, analisadores de laboratórios, bombas de infusão, equipamentos anestesiológicos, entre outros.

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os equipamentos diagnósticos constituem pilares fundamentais da prática clínica moderna, permitindo que profissionais de saúde realizem avaliações cada vez mais precisas, rápidas e seguras. Ao longo deste estudo, observou-se que essas tecnologias são produto de um processo histórico contínuo, marcado por avanços científicos que ampliaram a capacidade de observação e análise do corpo humano. Da uroscopia medieval aos complexos sistemas digitais baseados em algoritmos de IA, o diagnóstico por tecnologia representa um dos eixos centrais da evolução da medicina.

O aprofundamento em engenharia diagnóstica demonstra que o desenvolvimento e a operação desses dispositivos exigem conhecimentos integrados de física, engenharia, biologia, informática e gestão de riscos. Nesse sentido, as normas internacionais — especialmente ISO 13485, ISO 14971 e IEC 60601 — associadas às regulamentações brasileiras da ANVISA, consolidam o arcabouço necessário para garantir segurança, eficácia e padronização dos equipamentos. Essas

diretrizes não apenas orientam a fabricação e o uso clínico, mas também fortalecem a vigilância pós-mercado, que se torna indispensável diante de tecnologias cada vez mais complexas.

Outro ponto central é o papel dos profissionais envolvidos. Engenheiros biomédicos, técnicos em equipamentos, médicos, radiologistas e especialistas em TI formam equipes multidisciplinares que garantem a operação segura e eficiente dos dispositivos. A necessidade de capacitação contínua, somada à rápida evolução tecnológica, reforça que o setor demanda aprendizado permanente e atualização constante. Fabricantes globais como GE, Siemens, Philips, Roche e Abbott demonstram a amplitude e sofisticação do mercado, que exige profissionais preparados para operar, integrar e interpretar tecnologias distintas.

Por fim, os equipamentos diagnósticos não são apenas instrumentos tecnológicos; são componentes estratégicos da atenção em saúde. Sua correta aplicação impacta diretamente a qualidade assistencial, a eficiência dos serviços, a tomada de decisão clínica e a segurança do paciente. Assim, o estudo oferecido neste roteiro evidencia a relevância de compreender seus fundamentos, classificações, aspectos normativos e aplicações práticas, contribuindo para a formação de profissionais aptos a atuar de forma crítica, ética e tecnicamente qualificada. Em um cenário de crescente inovação, dominar esses conhecimentos é essencial para enfrentar os desafios contemporâneos e fortalecer a engenharia biomédica como área-chave do cuidado moderno.

REFERÊNCIAS

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas - **Normas NBR IEC relacionadas à segurança de dispositivos médicos**, 2016.

ACKERKNECHT, E. H. **A Short History of Medicine**. Baltimore: Johns Hopkins University Press, 1982. Disponível em: <https://archive.org/details/shorthistoryofme00acke/mode/2up>

AMORIM, A. S; PINTO JR, V. L; SHIMIZU, H. E. **O desafio da gestão de equipamentos médico-hospitalares no Sistema Único de Saúde**. Revista Saúde em Debate, v. 39, n. 105, p. 350-362, 2015. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/sdeb/a/qC47HhQvDKKBhpT5hfXcJdC/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: nov. 2025.

ANVISA. **História dos Equipamentos Médicos no Brasil**. Brasília: Agência Nacional de Vigilância Sanitária, 2021. Disponível em: <https://www.gov.br/anvisa>

ANVISA. **Manual Técnico de Produtos Médicos**. Brasília: Agência Nacional de Vigilância Sanitária, 2021. Disponível em: <https://www.gov.br/anvisa>

ANVISA. **Manual para Registro de Equipamentos Médicos**. Brasília: Agência

Nacional de Vigilância Sanitária, 2010. Disponível em:
<https://idoc.pub/documents/anvisa-50285115-manual-de-equipamentos-medicos-e-hospitalares-dv1r275jqpnz>

ANVISA. Resoluções e Diretrizes sobre Dispositivos Médicos. Brasília: Agência Nacional de Vigilância Sanitária, 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/anvisa>

BARRA, D. C. C; NASCIMENTO, E. R. P do; MARTINS, J de J; ALBUQUERQUE, G. L; ERDMANN. A. L. **Evolução histórica e impacto da tecnologia na área da saúde e da enfermagem.** Revista Eletrônica de Enfermagem, v. 8, n. 3, p. 422-430, 2009. Disponível em: <https://revistas.ufg.br/fen/article/view/7081/5012>. Acesso em: nov. 2025.

DAGNINO, A. P. A; BATISTA, B. G; CECHINEL, L. R. **Instrumentação biomédica.** Porto Alegre: SAGAH, 2019.

EUROPEAN COMMISSION. **EU MDR 2017/745 – Medical Device Regulation.** Disponível em: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A32017R0745>

GERÔNIMO, M da S; LEITE, B. C. C; OLIVEIRA, R. D. **Gestão da manutenção em equipamentos hospitalares: um estudo de caso.** Revista Exacta, v. 15, n. 4, p. 167-183, 2017. Disponível em: <https://www.redalyc.org/pdf/810/81054651013.pdf>. Acesso em: nov. 2025.

LIEBEL, G; SÁ JR, A. R de; CAMPOS, E. M. S; LOURES, F. B; DIAS, P. V; CHAOUBAH, A. **O diagnóstico por imagem no Brasil: um sistema, muitas realidades.** Jornal Brasileiro de Economia em Saúde, v. 10, n. 3, p. 291-297, 2018. Disponível em: https://docs.bvsalud.org/biblioref/2019/04/986481/p291-o-diagnostico-por-imagem-no-brasil_um-sistema-muitas-realidades.pdf. Acesso em: nov. 2025.

NORMA ISO 13485:2016. International Organization for Standardization - **Sistemas de gestão da qualidade para dispositivos médicos.** Disponível em: <https://portalidea.com.br/cursos/introduo-em-iso-13485-apostila02.pdf>

NORMA ISO 14971:2019. International Organization for Standardization - **Sistemas de gestão da qualidade para dispositivos médicos.** Disponível em: <https://www.normasabnt.org/abnt-nbr-iso-14971/>

NORMA ISO 60601:2012. International Organization for Standardization - **Sistemas de gestão da qualidade para dispositivos médicos.** Disponível em: <https://www.normasabnt.org/abnt-nbr-iec-60601-1/>

PORTRER, R. **The Greatest Benefit to Mankind: A Medical History of Humanity.** London, Canadian Journal of Health History, v. 16, n. 2, p. 388-390, 1999. Disponível em: <https://utppublishing.com/doi/pdf/10.3138/cbmh.16.2.388>

SILVEIRA, A. C; OSHIYAMA, N. F; BASSANI, J. W. M. **Gerenciamento de tecnologia para saúde: classificação de equipamentos médico-hospitalares.** In: IV Latin American Congress on Biomedical Engineering 2007, Bioengineering Solutions for Latin America Health - IFMBE Proceedings, v. 18, p. 829–833, 2007. Disponível em: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-540-74471-9_192. Acesso em: nov. 2025.

SZEJNFELD, J; ABDALA, N; AJZEN, S. **Diagnóstico por Imagem.** 2nd ed. Barueri: Manole, 2016.

VIANA, A. M; ARAÚJO, I. F de; BARROS, S de A. **Classificação dos equipamentos radiográficos.** Revista ISCON, v. 3, n. 38, p. 1-6, 2025. Disponível em: <https://iscon.edu.br/repositorio/index.php/RIISCON/catalog/book/38>. Acesso em: nov. 2025.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). **Global Model Regulatory Framework for Medical Devices.** 2017. Disponível em: <https://www.who.int/publications/item/9789241512350>

ENGENHARIA MÉDICA III - MANUTENÇÃO SEGMENTADA E PARAMETRIZADA DE EQUIPAMENTOS DIAGNÓSTICOS

Leonardo Moraes Armesto¹
Patrick Cristian Lima Orihuela²
Caroline de Oliveira Nieblas³
Thabata Roberto Alonso⁴

RESUMO: O artigo apresenta um estudo aprofundado sobre a manutenção segmentada e parametrizada de equipamentos diagnósticos hospitalares, destacando sua relevância na segurança, desempenho e continuidade da assistência em saúde. Ao tratar dos processos de manutenção corretiva, preventiva e preditiva, o material descreve etapas, desafios e soluções que permeiam a gestão técnica desses dispositivos, evidenciando a influência da obsolescência, da capacitação profissional e dos custos operacionais. Discute-se ainda os principais tipos de defeitos — funcionais, elétricos, mecânicos, de software e de sensores — e seus impactos sobre o uso clínico. O documento também analisa ferramentas fundamentais de gestão, como a curva PF, indicadores de desempenho (MTTR, MTBF, TR), métricas de qualidade e índices de rentabilidade, reforçando como tais elementos sustentam decisões estratégicas de manutenção. São abordados aspectos estruturais do planejamento, incluindo inspeções, testes de desempenho, relatórios, POPs e gestão documental, além de reflexos sobre vida útil, segurança e custo. Por fim, são apresentadas limitações, cuidados e complexidades próprias do contexto hospitalar, demonstrando a necessidade de abordagens integradas, normatizadas e alinhadas às diretrizes regulatórias. O material propõe uma visão abrangente e aplicada da manutenção de equipamentos diagnósticos, articulando teoria, prática e gestão técnica.

PALAVRAS-CHAVE: Engenharia clínica; Gestão de indicadores; Confiabilidade; Medicina preventiva; Segurança em saúde.

ABSTRACT: The article presents an in-depth study on segmented and parameterized maintenance of hospital diagnostic equipment, highlighting its relevance to safety, performance, and continuity of healthcare. When addressing corrective, preventive, and predictive maintenance processes, the material describes the steps, challenges, and solutions that permeate the technical management of these devices, highlighting the influence of obsolescence, professional training, and operating costs. It also discusses the main types of defects — functional, electrical, mechanical, software, and sensor — and their impact on clinical use. The document also analyzes fundamental management tools, such as the PF curve, performance indicators (MTTR, MTBF, TR), quality metrics, and profitability indices, reinforcing how these elements support strategic maintenance decisions. Structural aspects of planning are addressed, including inspections, performance tests, reports, SOPs, and document management, as well as reflections on useful life, safety, and cost. Finally, limitations, precautions, and complexities specific to the hospital context are presented, demonstrating the need for integrated, standardized approaches that are aligned with regulatory guidelines. The material offers a comprehensive and applied view of diagnostic equipment maintenance, combining theory, practice, and technical management.

KEY WORDS: Clinical engineering; Indicator management; Reliability; Preventive medicine; Health safety.

¹Graduando em Medicina. Universidade Municipal de São Caetano do Sul. E-mail: leonardo.armesto@uscsonline.com.br

²Graduando em Medicina. Universidade Municipal de São Caetano do Sul. E-mail: patrick.orihuela@uscsonline.com.br

³Graduanda em Medicina. Universidade Municipal de São Caetano do Sul. E-mail: caroline.nieblas@uscsonline.com.br

⁴Graduanda em Medicina. Universidade Municipal de São Caetano do Sul. E-mail: trabata.alonso@uscsonline.com.br

1. INTRODUÇÃO

A manutenção de equipamentos diagnósticos ocupa um papel central na qualidade assistencial e na continuidade dos serviços de saúde. No contexto hospitalar contemporâneo, esses dispositivos compõem a base de inúmeros processos clínicos, influenciando diretamente a tomada de decisão médica, o direcionamento terapêutico e a segurança do paciente. Por isso, compreender a manutenção segmentada e parametrizada é essencial para garantir que tais tecnologias operem dentro de padrões adequados de desempenho, sustentabilidade e confiabilidade. Autores como Henrique e Lopes (2013) e Viriato e Moura (2021) reforçam que a gestão eficiente dos recursos tecnológicos é um dos pilares da administração hospitalar moderna.

A literatura em engenharia biomédica e manutenção apresenta contribuições significativas para o entendimento desses processos. Obras como Instrumentação Biomédica (Dagnino *et al.*, 2019) e Engenharia de Manutenção (Gregório *et al.*, 2018) ressaltam que a complexidade crescente dos dispositivos diagnósticos — muitos deles integrando eletrônica, mecânica, software e redes — exige modelos de manutenção robustos, sistematizados e capazes de antecipar falhas. Além disso, normas técnicas, como a ISO 14971 (gestão de riscos) e a IEC 60601 (segurança eletromédica), fundamentam a atuação profissional, garantindo que procedimentos sigam critérios internacionais de qualidade.

No cenário brasileiro, a ANVISA desempenha função essencial ao definir requisitos para segurança, registro, rastreabilidade e boas práticas de manutenção. Documentos como o Manual Técnico de Produtos Médicos (ANVISA, 2021) e o Manual de Registro de Equipamentos Médicos (2010) estruturam tanto o desenvolvimento quanto o ciclo de vida dos dispositivos no país. Somam-se a isso as diretrizes da ABIMO, que orientam profissionais e instituições sobre boas práticas em manutenção e gestão operacional. Esses referenciais contribuem para uniformizar processos, reduzir riscos e fortalecer a cultura de segurança hospitalar.

Outro elemento relevante é a incorporação de tecnologias digitais e analíticas. A literatura recente destaca ferramentas como manutenção preditiva baseada em dados, análise de sensores, integração com IoT e inteligência artificial — tendências também observadas pela Agência Europeia (EU MDR 2017/745) no contexto de vigilância e rastreabilidade de dispositivos médicos. Assim, a manutenção deixa de ser apenas reativa e passa a integrar estratégias inteligentes, apoiadas em monitoramento contínuo e modelos matemáticos de confiabilidade, como a curva PF e os indicadores MTTR e MTBF.

Diante desse cenário, o estudo da manutenção segmentada e parametrizada torna-se fundamental para profissionais da engenharia clínica, gestores hospitalares e técnicos responsáveis pela operação dos equipamentos diagnósticos. Ao abordar conceitos, práticas, tipos de manutenção, indicadores, cuidados e limitações, este roteiro oferece uma visão aprofundada sobre os desafios e as ferramentas necessárias para garantir o funcionamento seguro e eficiente desses dispositivos. A compreensão desses elementos fortalece a atuação multidisciplinar e contribui para a excelência operacional no ambiente hospitalar.

2. DESENVOLVIMENTO

2.1. Manutenção em equipamentos diagnósticos

A manutenção de equipamentos hospitalares, em característica geral, é fundamental no seguimento da oferta de assistência em cuidado nos mais variados âmbitos de tratamento em cuidado e saúde. Contudo, peculiarmente, quando refletido sobre os de ordem diagnóstica, estes expressam significativo impacto no que tange a conduta dos profissionais em relação aos pacientes examinados, pois auxiliam primordialmente no direcionamento tratativo e/ou paliativo. Desta forma, para Mamede *et al.*, (2022), a manutenção desses equipamentos deve garantir precisão, confiabilidade e longevidade.

Ainda nisso, para Gregório *et al.*, (2018) e Dagnino *et al.*, (2019), o processo de manutenção inclui, subseqüentemente, a inspeção inicial, realizada por meio de uma avaliação geral no estado do equipamento na qual identificam-se sinais de desgaste ou mal funcionalidade aparentes ou obtidas em dinâmica de funcionalidade. Isto segue-se pelo diagnóstico, onde utilizam-se instrumentos, ferramentas e softwares mais específicos, direcionados para análise das falhas. Os autores indicam ainda que a execução é o processo subsequente, de forma a atuar na reparação com ou sem substituição de componentes defeituosos, bem como calibração e testes realizados pós-reparação. Importante salientar que a etapa vincula-se com a característica do tipo de manutenção. Quando pensada na preventiva, as atividades são realizadas de forma a antecipar as falhas, atuando-se na monitoria das capacidades e qualidades que determinado equipamento está apresentam em serviço de sua função. O processo desfecha-se com a documentação, na qual se registram detalhadamente as falhas, atividades/ações realizadas para fins de rastreamento e auditorias ocorrentes.

Para tanto, Henrique *et al.*, (2013) reforça que são variados os desafios encontrados na realização de tais procedimentos, bem como se transparecem soluções capazes de superar as dificuldades inerentes ao cotidiano da operação em manutenção de equipamentos diagnósticos, nas quais a obsolescência tecnológica se

coloca como uma das principais, sobretudo, em equipamentos mais antigos, cujos quais há escassez em termos de especialização técnica e/ou possibilidades de trocar de dispositivos ou peças, em muitas vezes já não mais fabricadas. Neste caso, uma das soluções, esta em planejar sua substituição ainda em condutas preventivas, analisando, longitudinalmente, seu ciclo de vida de produto (ACVP) por intermédio da manutenção preventiva, ou mesmo em contratos de manutenção estendida com fornecedores. Importante notar que as duas opções supramencionadas estão alinhadas com a detenção própria de equipamentos, ou em acesso a consignações e correlatos, respectivamente (Santos Jr, 2021).

Na ótica de Santos Jr *et al.*, (2020), agrega-se a isso, a questão da capacitação de profissionais, nos quais a evolução de equipamentos versados em tecnologias cada vez mais dinâmicas e computacionais requer o aprofundamento dos especialistas no mesmo sentido. Isso está alinhado com, propriamente, a natural complexidade de equipamentos diagnósticos, exigindo treinamento e formação continua para técnicos. Para Szejnfeld *et al.*, (2016), essa realidade encontra na atualidade uma série de forma de ser atendida, sobretudo pela oferta bastante significativa de empresas técnicas alinhadas na oferta de formações continuadas com certificados para equipamentos específicos, nas quais, a parceria do complexo hospitalar, clínica ou laboratório com fabricantes, para oferecimento de cursos e subseqüentes certificados, é interessante na saúde profissional .

Ainda nisso, segundo Calil *et al.*, (1998), os custos elevados relacionados à continuidade infraestrutural para a manutenção, é um importante desafio que requer estudos e desenvolvimento que otimizem os recursos ao mesmo tempo em que potencializem a capacidade de extensão qualitativa equipamentos, mantendo sua funcionalidade dentro do intervalo de adequação requerida. Para tanto, a valorização e intensificação em processos planejados de manutenção preditiva e preventiva, apesar de apresentarem-se com investimentos iniciais na ideologia conceitiva, ao longo prazo, quando comparados exemplificadamente com manutenções corretivas, são significativamente mais vantajosos em termos de custo e benefício para instituição de saúde.

Desta forma, para Gerônimo *et al.*, (2017), a inovação em processos e adoção de melhores práticas é fundamentalmente importante para a perenidade de equipamentos e seqüenciamento funcional de suas competências técnicas. Entre outras, a adoção de boas práticas, tais como a implementação de sistemas de gerenciamento de manutenção, a adoção e regulação de ações por intermédio de normas, de maneira a assegurar a qualidade, além do estabelecimento de contratos

de manutenção com fornecedores ou ainda um programa interno que preveja cada vez mais intensamente o compromisso de cuidado continuado e regulado com a eficiência dos equipamentos diagnóstico, é ponto alto no processo.

Por fim, as tendências futuras figuram-se no sentido de prover, também no âmbito da manutenção de equipamentos diagnósticos, a operação mais integralizada com tecnologias para monitoramento contínuo e remoto em vista da internet das coisas (IoT), além de formas referentes para análise preditiva avançada em vista do uso das inteligências artificiais (I.As), bem como para suporte técnico e treinamento, tal como o uso de metaversos e realidades aumentadas.

2.2 Tipos de efeitos de manutenção

Segundo Viriato *et al.*, (2021), os efeitos a partir da realização das manutenções sejam elas de qual ordem for (corretiva, preventiva e preditiva), como as quais já apresentadas no roteiro anterior, apresentam-se por modalidade e intimamente associadas por causas correlatas, como vistas a seguir nos principais tipos de defeitos em equipamentos diagnósticos hospitalares:

- Defeitos Funcionais → são estes relacionados à operação inadequada do equipamento de uso, tais como falhas em resultados de exames e/ou processos de aferição de medição com imprecisão. Têm como causa comum o uso inadequado, fatores ambientais como temperatura, umidade, além de desgastes naturais dos componentes. Pode ser exemplificado por um equipamento de ultrassonografia (USG), com presença de borramentos imagéticos, devido desgaste do transdutor.
- Defeitos Elétricos → são descritos, em geral, por problemas em fornecimento de energia ou ainda devido a falhas de componentes elétricos internos. Apresentam causas como sobrecargas elétricas, flutuações ou variações de tensão, além de falhas de componentes como capacitores ou fontes de alimentação, podendo ser exemplificado por um monitor multiparamétrico que não liga por conta de defeito na fonte de alimentação.
- Defeitos Mecânicos → em geral, relacionados ao movimento ou desgaste de partes móveis do equipamento. Como causa, apresentam desgastes por utilização contínua, além de mau uso, tais como força excessiva no manuseio de componentes. Tem como exemplificação um equipamento de Ressonância Nuclear Magnética (RNM), apresentando falha no sistema de resfriamento, acabando por comprometer a operação de imãs.

- Defeitos de *Software* → observados por problemas no funcionamento de sistemas operacionais ou em programas de utilização para controle de análise ou ainda de gestão de manutenção, inclusive. Algumas das causas comuns estão associadas a atualizações mal implementadas, erros de configuração ou ainda invasões e *malwares*. Podem ser exemplificados por softwares utilizados em Tomografia Computadorizada (TC), que apresenta falhas ao processar imagens, gerando atrasos em diagnósticos.
- Defeitos em Sensores → encontrados, em geral, quando por falhas na captura de informações, tais como pressão, temperatura e demais sinais biológicos. Algumas de suas causas comuns estão associadas a danos físicos, contaminação por resíduos, bem como erros em calibrações. Um exemplo defeituoso nesse item pode ser representado por um oxímetro que apresenta leituras inconsistentes devido a erro de captação pelo sensor.

A partir da apresentação do defeito, Viriato *et al.*, (2021) e Szejnfeld *et al.*, (2016), refletem que é possível correlacionar ao efeito de ajuste correspondente a modalidade de manutenção prevista, realizada ou planejada para determinado aparelhamento diagnóstico, como observados os cruzamentos nos quadros 1, 2 e 3:

Quadro 1 - Manutenção Corretiva: Relação de efeitos por tipos de defeitos

| | |
|------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Funcionais | Correção após a identificação de mau funcionamento, tal como a substituição de peça desgastada, comprometendo a função. |
| Elétricos | Conserto de fontes de alimentação passadas por sobrecarga. |
| Mecânicos | Ajuste ou substituição de componentes móveis, os quais apresentam desgaste excessivo ou avaria. |
| Software | Reinstalação ou correção de sistema após travamentos ou <i>bugs</i> . |
| Sensores | Substituição de sensores danificados, mal calibrados ou com perda de capacidade de funcionalidade adequada. |

Fonte: Própria autoria (2024)

Na ótica dos autores, dentre as vantagens do tipo de manutenção para os efeitos observados, está a resolução da problemática de maneira direta e pontual, além de ser um método bastante eficaz para problemas inesperados e emergenciais. Quanto às desvantagens, são, em geral, mais custosas e demoradas devido interrupção em funcionalidade de equipamento e procura por peças específicas, bem como poder acarretar impactos clínicos e financeiros significativos.

Quadro 2 - Manutenção Preventiva: Relação de efeitos por tipos de defeitos

| | |
|------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Funcionais | Identificados e evitados por intermédio de ajustes programados e regulares com calibrações dos dispositivos. |
| Elétricos | Observando, possíveis ocasiões de sobrecargas elétricas, provendo a instalações de estabilizadores, bem como pela troca periódica de componentes de maior vulnerabilidade. |
| | Realização de lubrificações de partes móveis, além de substituição de peças |

| | |
|-----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Mecânicos | e componentes desgastados antes de efeitos ocasionados por quebras em momentos de utilização. |
| Software | Atualizações programadas e periódicas evitando efeitos de falhas futuras em sistemas mediante sua operacionalização. |
| Sensores | Realização de limpeza e calibração de sensores durante rotinas de manutenção. |

Fonte: Própria autoria (2024)

Para Calil *et al.*, (1998), dentre as vantagens do tipo de manutenção para os efeitos observados, está o prolongamento da vida útil do equipamento, além de reduzir a probabilidade de falhas críticas. Quanto às desvantagens, encontra-se a exigência de um programa de planejamento rigoroso, os quais necessitam de viabilidade para manutenções regulares. Incluem-se, eventualmente, ocasiões nas quais se levam a substituição de componentes que ainda não apresentam sinais de desgaste.

Quadro 3 - Manutenção Preditiva: Relação de efeitos por tipos de defeitos

| | |
|------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Funcionais | Identificados com base em alterações de padrões de funcionamento e desempenho detectados por sensoriamento e softwares analíticos. |
| Elétricos | Realizado por monitoramento de variações de tensão e cargas, ou mesmo pelo aumento de temperatura em componentes elétricos. |
| Mecânicos | Feito por detecções de vibrações ou ruídos anormais que possam indicar desgastes iminentes em partes ou parcelas móveis. |
| Software | Alertas de comportamentos anômalos utilizados em sistemas operacionais, aplicativos e mecanismos associados. |
| Sensores | Análise continua de precisão de sensores e alertas para efeitos de calibração ou ações de substituição antes de erros graves. |

Fonte: Própria autoria (2024)

O autor menciona ainda que dentre as vantagens do tipo de manutenção para os efeitos observados, está a redução de custos com manutenção corretiva e preventiva desnecessárias, além de maximização de disponibilidade de equipamentos, com intervenções em momentos exatos. Quanto às desvantagens, encontra-se a requerência de investimentos elevados em tecnologias de monitoramento e capacitação, bem como a dependência da qualidade e confiabilidade mediante os dados coletados. Ainda nisso, a escolha isolada ou conjunta, segundo critérios definidos pelo setor, dependem de fatores como tipo de equipamento, freqüência de uso, criticidade no ambiente hospitalar e disponibilidade de recursos pela instituição em para o setor especificamente. Assim, em síntese de Oliveira *et al.*, (2024), quando em equipamentos mais críticos, como TCs ou RNMs, estes melhor se beneficiam da combinação de manutenções preventivas e preditivas, buscando evitar suas interrupções, ao passo que para dispositivos de menor complexidade ou menor demanda de uso, a manutenção corretiva apresenta-se como opção suficiente, desde que não comprometa a segurança ou operação geral. Não obstante, a tendência atual

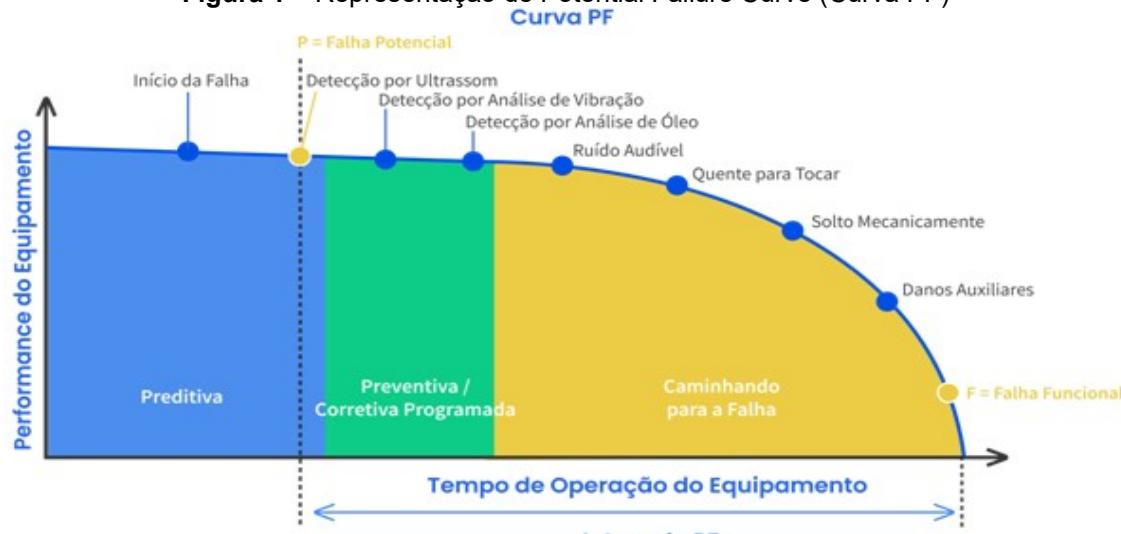
acaba por ser gerada pela integração com a manutenção preditiva, de maneira a antecipar falhas, otimizar custos e minimizar o impacto operacional.

2.3 Planejamento e curva de assistência

O estudo acerca do planejamento e curva de assistência continuada de equipamentos diagnósticos hospitalares trabalham com fundamentos importantes capazes de assegurar e garantir a eficiência, segurança e continuidade da operação dentro dos parâmetros de uso nas operações médicas assistenciais, abrangendo estratégias detalhadas focadas em inspeções regulares, testes de desempenho, ajustes e elaboração de relatórios sistematizados para suporte e rastreamento. Nisso, ao pensarmos sobre o planejamento utilizado na assistência, este estará consistido com base em cronograma designando as modalidades de manutenção pretendidas, sendo fundamental na mitigação de paradas, além de evitar falhas desnecessárias e maximização de sua vida útil (Augusto, et al., 2021). Dentre o planejamento, detalhes como o inventário de equipamentos, a classificação por criticidade, a definição de freqüência/intervalo de manutenções, bem como a alocação de recursos designados, são pontos fundamentais no plano.

Para tanto, segundo Mamede et al., (2022), a utilização de cursos, tais como a curva de assistência ou curva PF (*potential failure curve*), refletindo na relação entre variáveis como tempo de uso em operação do equipamento, em relação a freqüência de intervenções de manutenção, apresenta-se como uma das ferramentas mais utilizadas para um plano de manutenção centrado no propósito de confiabilidade, no qual pode-se entender a evolução das falhas de equipamentos diagnósticos hospitalares, além de compreender formas que podem levar a evitar.

Figura 1 – Representação de Potential Failure Curve (Curva PF)



Fonte: Tractian Tecnologias LTDA (2024)

Não obstante, para Calil *et al.*, (1998), o uso do termo “PF” faz ilustração por onde se inicia a falha potencial (P), e onde inicia-se a falha funcional (F). Em linhas gerais, são principalmente nestes momentos de operação, onde podem melhor ser identificadas as falhas, sendo possível a intervenção antes da quebra. A figura 1 supramencionada ilustra o modelo de curva PF, a qual pode ser compreendida pela representação do comportamento de determinado ativo desde o início de sua operação/funcionamento, até determinado momento que possa apresentar sua falha. Isto é, o instante no qual consegue-se prever a condição deste ativo, com base em suas falhas. Não obstante, a intenção é de realizar a demonstração na qual se tende a gerar a evolução de falhas ao longo do tempo, tal que com a detecção precoce da falha, é fornecido tempo para melhor intervenção em manutenção.

Ainda nisso, na visão de Oliveira *et al.*, (2024) e Henrique *et al.*, (2013), a inspeção de equipamentos objetiva a detecção das irregularidades, a garantia da confiabilidade e conformidade de padrões, atuando diretamente no prolongamento da vida funcional e eficiente do equipamento. Para tanto, os testes de desempenhos são pontos cruciais do processo, garantindo a operacionalidade dentro dos parâmetros previstos e corrigindo desvios detectados. Sua exemplificação pode ser notada por meio de calibração de imagens, testes de precisão, avaliando as leituras obtidas, atuando softwares e garantindo que sistemas operacionais e programas atuem em conformidade ao esperado, além de reconfigurações de parâmetros, ajustando limites em necessidades específicas.

Quanto aos relatórios de manutenção e uso de POPs (procedimentos operacionais padrão), Oliveira *et al.*, (2024) ponta ainda que referem-se como ferramentas de credibilidade e atualização para noção real das condições e propriedades em uso dos equipamentos diagnósticos. Os relatórios envolvem pontos como estruturação, guardando a identificação, os tipos de manutenções previstas e realizadas, peças e componentes substituídos, bem como os resultados obtidos através dos testes de desempenho. Para tanto, alguns dos benefícios provocados com a elaboração dos relatórios, encontram-se na melhor rastreabilidade dos históricos de manutenção, seguido de melhor identificação de padrões recorrentes de falhas geradas, e substrato/suporte para composição de auditorias e certificações. No que se refere o uso de POPs, seu emprego pautado na documentação de etapas padronizadas e a serem seguidas durante a manutenção e operacionalidade dos equipamentos diagnósticos, garante consistência e segurança, ao mesmo tempo em que provê um memorial de instruções detalhadas para momentos de inspeções e

testes, a indicação de ferramentais e insumos necessários ao procedimento, empregando critérios de aceitação ou rejeição nos respectivos testes de desempenho.

2.4 Reflexo em vida útil, segurança e custo

A conduta explorada nos tópicos anteriores contribuem de maneira assertiva na lida em manutenção de equipamentos diagnósticos hospitalares, refletindo de forma significativa tanto na vida útil, quanto em sua utilização pautada por segurança e os custos enviados ao processo e no longo de sua operação. Em linhas gerais, Mamede *et al.*, (2022) em sinergia com Gregório *et al.*, (2018), observam que a qualidade na fabricação, alinhada a manutenção adequada através dos métodos visitados, além de condições ambientais previstas e respeitadas de acordo com as indicações de fabricantes, bem como a regulação em termos da intensidade de uso do equipamento, são pontos bastante influem da demanda de sua vida útil.

Em interface, Dagnino *et al.*, (2019) aponta que a segurança dos equipamentos se alinha, decorrentemente, com a precisão obtida em diagnósticos e em efetividade à proteção ao uso de pacientes e operadores. Isso está diretamente vinculado aos impactos inerentes ao custo que incluem processos licitatórios para aquisição, ajustes para operação, realizações em manutenção e providências relacionadas à sua substituição, de forma que a gestão eficiente dos equipamentos tem potencial de geração redutor de despesas ocasionais. Assim, a rotina de manutenções preditivas e preventivas, a adoção de contrato de manutenção estabelecido com fabricantes ou empresas especializadas de forma a oferecer suporte técnico sob custos previsíveis, além do estudo e implementação de recursos voltados a melhor eficiência energética por meio de equipamentos modernos e sustentáveis, comportam-se como valiosas ferramentas, prósperas na redução de custos. A figura 2 demonstra um exemplo de cruzamento em os pontos mencionados.

Figura 2 – Relação: Vida Útil, Segurança e Custo



Um tomógrafo computadorizado com manutenção regular apresenta:

1. Maior vida útil devido substituição preventiva de peças desgastadas;
2. Operação segura, de forma a evitar emissão inadequada de radiação;
3. Redução de custos, evitando falhas críticas e reduzindo intervenções emergenciais.

Fonte: Própria autoria (2024)

2.5 Geração de indicadores em manutenção

Ao abordar a gestão eficiente em processos de manutenção de equipamentos hospitalares, deve-se levar em conta, uma abordagem que trate, equitativamente, de temporais, qualitáveis e quanto a rentabilidade. Nesse sentido, vale-se assegurar a funcionalidade adequada de técnicos de equipamentos, buscando a redução de custos em operação, em vínculos com fatores voltados a segurança dos envolvidos, quer sejam operadores técnicos ou pacientes (Calil *et al.*, 1998).

Quanto aos indicadores relacionados ao tempo, observa-se a eficiência da manutenção, dos quais se incluem:

1. **Tempo de Resposta (TR)** → este refere-se à medição do espaço temporal entre a notificação do problema em si, te o início da intervenção técnica. Desta maneira, ao observar-se uma relação baixa entre esses indicadores ($TR = \text{Momento da Intervenção Técnica} - \text{Momento da Notificação do Problema}$), indica-se eficácia e prontidão no atendimento;
2. **Tempo Médio de Reparo (MTTR: Mean Time to Repair)** → ocupa-se em analisar a duração média corretiva em manutenções. Pode ser chamado de “Tempo Médio de Manutenção Corretiva”, sendo este um indicador que aponta quão facilmente um determinado equipamento hospitalar pode ser consertado. Neste, quando a resultante do MTTR for elevado, pode ser indicativo de que a substituição do equipamento é mais barata do que a reparação em si. Por outro lado, quando for baixo, indica-se que seu uso até o “consumo total do ativo”, pode ser a melhor opção. A fórmula utilizada é: $MTTR = \frac{\text{Tempo Total de Manutenção}}{\text{Número de Reparações}}$.
3. **Tempo Médio entre Falhas (MTBF: Mean Time Between Failures)** → refere-se à medição de confiabilidade obtida perante o equipamento a medida que se calcula o intervalo médio obtido entre as ocorrências de falhas. Em linhas gerais, tal indicador auxilia na previsibilidade da disponibilidade operacional, identificando gargalos comprometedores á continuidade funcional do equipamento em suporte aos serviços realizados. A fórmula utilizada é: $MTBF = \frac{\text{Tempo Total de Operação}}{\text{Número de Falhas}}$.

Quanto pensado sobre os indicadores voltados a qualidade, foca-se no que tange a eficácia de ações pertinentes a manutenção, a medida que avaliam a capacidade dos serviços técnicos referentes, ao longo da restauração de equipamentos na busca de sua condição de ideação e uso, dos quais podem ser inclusos:

1. Taxa de Sucesso na Manutenção → faz medição de intervenções realizadas/concluídas com sucesso quando realizados por uma única tentativa.

A fórmula utilizada é:

$$TSM (\%) = \frac{Nº\ de\ Manutenções\ Bem-Sucedida\ na\ 1^a\ Intervenção}{Nº\ Total\ de\ Manutenções\ Realizadas} \times 100.$$

2. Número de Reincidentes → observa a freqüência de falhas repetitivas, de forma a notar se a problema teve resolução ou mitigação temporária. A fórmula utilizada é: $NR = \frac{Nº\ de\ Ocorrências\ de\ Dado\ Problema\ no\ Período}{Nº\ de\ Equipamentos\ Avaliados}$.

3. Conformidade com Padrões Regulatórios → tendo em vista que sua conformidade e regulação em relações a normativas e padrões é ponto imprescindível na manutenção e continuidade de equipamentos, seus indicadores prestam informações valiosas sobre as condições/competências técnicas empregadas, de forma a auxiliar em processos internos e tomadas de decisão.

Quanto aos indicadores de rentabilidade, o espectro econômico/financeiro relaciona-se a capacidade de analisar os ideários de custo-benefício quanto a manutenção em si, de forma a ser o analista de impacto quanto custo dentro do âmbito hospitalar, tendo como base principal os seguintes itens:

1. Custo a Cada Intervenção → valor médio por manutenção, de forma a mais intimamente monitorar a manutenção e seus impactos financeiros. Calcula-se por: $CI = \frac{\text{Custo Total em Manutenções no Período}}{Nº\ Total\ de\ Intervenções\ Realizadas}$.

2. Índice de Retorno sobre Investimento (ROI) → observa em vários momentos, se investimento voltado à manutenção/aquisição trazem benefícios em termos de custo ou operação. Calcula-se por: $ROI (\%) = \frac{\text{Benefícios Gerados} - \text{Custo de Investimentos}}{\text{Custo de Investimentos}} \times 100$. Neste caso, quando obtido ROI positivo, nota-se uma superação dos benefícios quando relacionados aos custos investidos, significando eficácia econômica, ao passo que quando obtido ROI negativo, sugere-se um custo superior ao benefício obtido, de forma a indica ineficácia estratégica na aquisição.

3. Relação Entre Custo e Disponibilidade → busca observa o custo que se volta à determinada manutenção e a disponibilidade de dado equipamento. A medida que há o equilíbrio entre operação e funcionalidade efetiva do equipamento e seu impacto positivo nos resultados clínicos, passa-se a melhor otimizar os recursos/equipamentos. Seu equacionamento pode ser realizado por intermédio de: $C.D = \frac{\text{Custo Total em Manutenções}}{\text{Disponibilidade Média do Equipamento}}$. sendo que a

Disponibilidade Médio do Equipamento (DME) é obtida por: DME (%) =

$$\frac{\text{Tempo Total de Operação} - \text{Tempo de Inatividade}}{\text{Tempo Total de Operação}} \times 100.$$

2.6 Cuidados, limitações e complexidades em manutenção de equipamentos diagnósticos

Tendo em vista a aplicação dos equipamentos hospitalares, Szejnfeld *et al.*, (2016) aponta que muitas são as formas de desempenho e atenção que podem ser empregadas para seu processo de continuidade de manutenção, visando sempre a melhor maneira de organizar o setor e implementar ações eficientes na dinâmica prático-operacional visando sempre os principais cuidados, bem como os fatores limitantes, além das complexidades que envolvem seu aplicação.

Objetivamente, para Amorim *et al.*, (2015), os cuidados buscam concretizar as garantias de segurança pretendidas ao mesmo tempo em que se pauta na precisão e longevidade dos dispositivos, respeitando seu tempo de vida e com base em sua análise de ciclo de vida útil. Para tanto, fazem-se valer de fatores como treinamentos técnicos especializados, a aplicação acertada das modalidades de manutenção visitadas anteriormente, adoção, aplicação e regulação de normas e protocolos, além de planejamento no que tange a reposição de peças e adequação documental.

Não obstante, na percepção de Carvalheiro (2016), as limitações se representadas por grandes desafios necessariamente combatíveis no dia a dia da gestão em manutenção de equipamentos hospitalares, tal como o custo elevado, sobretudo ao tratarem-se de equipamentos mais tecnológicos, modernos e especializados, além de interdependência de fabricantes, disponibilidade de peças/insumos, inadequação infraestrutural (temperatura, umidade, recursos energéticos, intensificando desgastes), desaguando em infrequências na operação propriamente, nas quais, a parada para manutenções são representativas de impactos diversificados na receita obtida. Por fim, as complexidades, estão atreladas a uma cada vez mais intensa necessidade integrativa, específica e célere tecnologicamente.

Por fim, a respeito da realidade profissional e aplicação, são vários os cenários nos quais é possível notabilizar a aplicação em cases e realidades. Tal vislumbre, auxilia substancialmente na melhor e mais intima interpretação de setores voltados a manutenção de equipamentos hospitalares.

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo apresentado evidencia que a manutenção de equipamentos diagnósticos é um componente estruturante da gestão tecnológica em saúde,

articulando conhecimento técnico, normatização e planejamento estratégico. Ao analisar defeitos, efeitos e modalidades de manutenção, comprehende-se que a efetividade do processo depende de intervenções bem planejadas, da capacitação da equipe técnica e da adoção de práticas consistentes, baseadas em evidências e normas regulatórias. A integração entre manutenção corretiva, preventiva e preditiva revela-se essencial para equilibrar custos, disponibilidade e segurança.

A utilização de indicadores, como MTTR, MTBF e TR, demonstrou ser fundamental para mensurar desempenho, otimizar recursos e subsidiar decisões gerenciais. Da mesma forma, ferramentas como relatórios, POPs e análises da curva PF fortalecem a rastreabilidade dos processos e possibilitam intervenções mais precisas. Os reflexos em vida útil, custo e segurança reforçam que a manutenção não é apenas um ato técnico, mas parte de uma estratégia institucional de sustentabilidade e eficiência.

Os desafios identificados — como obsolescência tecnológica, custos elevados, limitações estruturais e dependência de fabricantes — demonstram que o setor exige abordagens sistemáticas, parcerias qualificadas e investimentos contínuos em capacitação. Ao mesmo tempo, novas tecnologias despontam como oportunidades de aprimoramento, especialmente a manutenção preditiva, a IoT e o uso de inteligência artificial para análise de falhas.

Assim, o material consolida uma visão abrangente da manutenção segmentada e parametrizada, contribuindo para a formação de profissionais aptos a atuar com excelência na área. Ao integrar teoria, prática e referências normativas, o estudo reafirma a importância estratégica da manutenção de equipamentos diagnósticos para a qualidade assistencial e para a segurança dos pacientes, operadores e instituições de saúde como um todo.

REFERÊNCIAS

ABIMO. Manual de Boas Práticas para a Manutenção de Equipamentos Médicos. Associação Brasileira da Indústria de Artigos e Equipamentos Médicos, Odontológicos, Hospitalares e de Laboratórios, 2020.

AMORIM, A. S; PINTO JR, V. L; SHIMIZU, H. E. **O desafio da gestão de equipamentos médico-hospitalares no Sistema Único de Saúde.** Revista Saúde em Debate, v. 39, n. 105, p. 350-362, 2015. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/sdeb/a/qC47HhQvDKKBhpT5hfXcJdC/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: nov. 2025.

ANVISA. História dos Equipamentos Médicos no Brasil. Brasília: Agência Nacional de Vigilância Sanitária, 2021. Disponível em: <https://www.gov.br/anvisa>

ANVISA. Manual Técnico de Produtos Médicos. Brasília: Agência Nacional de

Vigilância Sanitária, 2021. Disponível em: <https://www.gov.br/anvisa>

ANVISA. **Manual para Registro de Equipamentos Médicos.** Brasília: Agência Nacional de Vigilância Sanitária, 2010. Disponível em: <https://idoc.pub/documents/anvisa-50285115-manual-de-equipamentos-medicos-e-hospitalares-dv1r275jqpnz>

AUGUSTO, C; RIBEIRO, C; MARTINS, D; FRANCESCHI, G; FERNANDES, G; ROQUE, J; FLAVIO, L; RODRIGO, P. **Gestão de manutenção: manutenção hospitalar.** Revista Exacta, v. 22, n. 7, p. 01-15, 2021. Disponível em: https://pmkb.com.br/uploads/tcc_gestao-da-mantencao-hospitalar.pdf. Acesso em: nov. 2025.

CALIL, S. J; TEIXEIRA, M. S. **Gerenciamento de Manutenção de Equipamentos Hospitalares,** 11^aed: NAMH/FSP – USP, 127p, 1998. Disponível em: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/saude_cidadania_volume11.pdf. Acesso em: nov. 2025.

CARVALHEIRO, C. G. **Avaliação da Gestão da Manutenção de Equipamentos Hospitalares.** Dissertação (Mestrado), Instituto Politécnico de Bragança, 130p, 2016. Disponível em: https://bibliotecadigital.ipb.pt/bitstream/10198/14074/1/Carvalheiro_Cristian.pdf. Acesso em: nov. 2025.

DAGNINO, A. P. A; BATISTA, B. G; CECHINEL, L. R. **Instrumentação biomédica.** Porto Alegre: SAGAH, 2019.

EUROPEAN COMMISSION. **EU MDR 2017/745 – Medical Device Regulation.** Disponível em: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A32017R0745>

GERÔNIMO, M da S; LEITE, B. C. C; OLIVEIRA, R. D. **Gestão da manutenção em equipamentos hospitalares: um estudo de caso.** Revista Exacta, v. 15, n. 4, p. 167-183, 2017. Disponível em: <https://www.redalyc.org/pdf/810/81054651013.pdf>. Acesso em: nov. 2025.

GREGÓRIO, G. F. P; SANTOS, D. F; PRATA, A. B. **Engenharia de manutenção.** 1nd ed. Porto Alegre: SAGAH, 2018.

HENRIQUE H, A; LOPES F. J. A. **Gestão de materiais e equipamentos hospitalares.** São Paulo: Saraiva, 2013.

MAMEDE, A. L. F; RESENDE, A. A de. **Indicadores de desempenho na manutenção de equipamentos hospitalares: revisão da literatura.** In: IV SIENPRO – Simpósio de Engenharia de Produção, UFC – Goiás, 2022. Disponível em: https://files.cercomp.ufg.br/weby/up/1012/o/INDICADORES_DE_DESEMPEÑO_NA_MANU. Acesso em: nov. 2025.

NORMA ISO 14971:2019. International Organization for Standardization - **Sistemas de gestão da qualidade para dispositivos médicos.** Disponível em: <https://www.normasabnt.org/abnt-nbr-iso-14971/>

NORMA ISO 60601:2012. International Organization for Standardization - **Sistemas de gestão da qualidade para dispositivos médicos.** Disponível em: <https://www.normasabnt.org/abnt-nbr-iec-60601-1/>

OLIVEIRA, J. A de; VIANA, H. R. G. **Indicadores de manutenção: uma investigação na literatura.** Revista Foco, v. 17, n. 12, p. e7093, 2024. Disponível em: <https://ojs.focopublicacoes.com.br/foco/article/view/7093>. Acesso em: nov. 2025.

SANTOS JR, J. R. dos. **Prevenção e controle de riscos em máquinas, equipamentos e instalações I.** São Paulo: Saraiva, 2021.

SANTOS JR, J. R. dos; ZANGIROLAMI, M. J. **NR12 - Segurança em Maquinas e Equipamentos Conceitos Aplicações.** São Paulo: Saraiva, 2020.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE ENGENHARIA BIOMÉDICA (SBEB). **Diretrizes para a Formação de Profissionais em Engenharia Biomédica.** Disponível em: www.sbeb.org.

SZEJNFELD, J; ABDALA, N; AJZEN, S. **Diagnóstico por Imagem.** 2nd ed. Barueri: Manole, 2016.

VIRIATO, A; DE MOURA, A. **Administração hospitalar: curso de especialização.** Barueri: Manole, 2021.