

Conexões do Saber

Revista Científica da Faculdade Presidente Antônio Carlos-Ponte Nova- MG

Conexões do Saber

**PONTE NOVA
MINAS GERAIS**

http://



UNIPAC.BR/PONTE NOVA



@FUPACPN



(31) 3817-1712

**PONTE NOVA
MINAS GERAIS**

EXPEDIENTE

Mantenedora: Fundação Presidente Antônio Carlos-Fupac

Mantida: Faculdade Presidente Antônio Carlos de Ponte Nova

Editora: Prof^ª.Dr^ª. Daiane Medeiros Roque Ferreira

Revisora: Prof^ª.Ms. Roziani Maria Gomes

Diagramação: Prof^ª. Msc. Rita Alice de Carvalho Lopes

Conselho Editorial

Prof. Msc. Wilton Natal Milani

Prof.Msc. Raphael Henrique Teixeira da Silva

Prof.Dr. Joel Alves Rodrigues

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (cip)

Faculdade Presidente Antônio Carlos de Ponte Nova

Revista Científica / Conexões do Saber / FUPAC – Ponte Nova / MG, 2025, 176

p. vol. 8 nº8

anual

Português

ISSN – 2447-4568

APRESENTAÇÃO

A Conexões do Saber – Revista Científica da Faculdade Presidente Antônio Carlos de Ponte Nova é uma publicação editada pela Faculdade Presidente Antônio Carlos de Ponte Nova, tem como objetivo difundir a produção acadêmica de professores, pesquisadores e alunos, impulsionando a disseminação do conhecimento científico. Com conteúdo atualizado e periodicidade anual, suas produções promovem a pesquisa teórica e empírica em diferentes áreas do conhecimento.

A **Conexões do Saber** publica artigos científicos, bibliográficos, relatos de experiências, ensaios, resenhas, entrevistas e reflexões sempre com o objetivo de estimular e valorizar a publicação acadêmica de seus professores e alunos; divulgar as pesquisas realizadas, possibilitando o intercâmbio entre alunos, professores e comunidade acadêmica; promover espaço para o diálogo científico-acadêmico; divulgar intervenções interdisciplinares e inovadoras que tenham qualidade aprovada por pares competentes; promover o intercâmbio com outras Instituições de Ensino Superior na troca de experiências e conhecimentos.

SUMÁRIO

Aplicação do Ciclo DMAIC como Ferramenta da Qualidade em Empresas de Diferentes Ramos	p. 7–14
Dragagem Mecânica Clamshell: Estratégia de Revitalização e Retomada da Geração de Energia na Hidrelétrica Risoleta Neves	p. 15–26
Desafios da Educação na Contemporaneidade: Um Olhar Crítico e Reflexivo – O Papel do Professor como Educador na Formação de Cidadãos para a Sociedade do Século XXI	p. 27–34
Aplicações da Geometria Analítica e Álgebra Linear em Engenharia Civil: Fundamentos, Métodos e Estudo de Caso em Ponte de Aduelas	p. 35–49
Estratégias para Superar Desafios Financeiros e Operacionais de um Restaurante de Pequeno Porte	p. 50–66
Análise Comparativa entre o Uso da Argamassa Convencional e Argamassa Industrializada: Uma Revisão de Literatura	p. 67–78
A Outra Face da Produção Enxuta: O Corpo que Dói e a Mente que Sofre – Relações entre a Filosofia Lean e a Saúde Mental dos Trabalhadores. Uma Revisão da Literatura	p. 79–90
Comparação das Incompatibilidades de um Projeto Residencial Multifamiliar Elaborado em CAD 2D com a sua Modelagem em BIM 3D	p. 91–102
Educação Quilombola Urbana, Afetividade e Protagonismo Infantil: Reflexões a Partir de uma Experiência de Estágio Supervisionado	p. 103–110
Trincas e Fissuras em Edificações Decorrentes de Infiltração: Origem, Causas e Soluções	p. 111–124
Desafios e Estratégias na Gestão de Pessoas em Ambientes Hospitalares: Uma Revisão de Literatura	p. 125–135
Análise Comparativa entre Pavimentos Asfálticos e de Concreto Armado: Desempenho, Custo-Benefício e Impactos Ambientais	p. 136–147
Ludicidade e Planejamento na Educação Infantil	p. 148–161
Tipos de Recalques na Construção Civil: Uma Revisão de Literatura Baseada no Processo de Impactos em Estruturas	p. 162–176

APLICAÇÃO DO CICLO DMAIC COMO FERRAMENTA DA QUALIDADE EM EMPRESAS DE DIFERENTES RAMOS

APPLICATION OF THE DMAIC CYCLE AS A QUALITY TOOL IN COMPANIES FROM DIFFERENT SECTORS

Maria Alice Edy Souza Romagnoli; Tatiane Pereira Costa, João Victor Ribeiro Santos

RESUMO

A gestão da qualidade tem se tornado um tópico essencial nas organizações modernas, principalmente devido ao seu papel crucial na melhoria contínua dos processos internos e na adaptação às crescentes exigências do mercado. Neste contexto, o presente estudo visa explorar o ciclo DMAIC e entender como sua aplicação pode contribuir para a melhoria contínua da qualidade. Utilizando a Revisão Sistemática de Literatura, foram analisados cinco artigos selecionados, que apresentaram resultados satisfatórios e comprovaram a eficácia da implementação do método DMAIC. Cada um dos estudos revelou como a aplicação do DMAIC resultou em melhorias sistêmicas significativas nos processos das organizações envolvidas. No entanto, é importante observar que a implantação do método pode exigir abordagens diferentes dependendo do contexto e das particularidades de cada organização. Assim, o que funciona bem em um ambiente pode não ser igualmente eficaz em outro, destacando a necessidade de adaptação e personalização do método. Este resumo evidencia a importância do DMAIC para a otimização de processos e a promoção da excelência organizacional, além de ressaltar que a eficácia do método pode variar conforme o contexto específico.

Palavras-Chave: Ciclo DMAIC; Melhoria Contínua; Gestão da Qualidade; Otimização de Processos; Lean Six Sigma.

ABSTRACT:

Quality management has become an essential topic in modern organizations, primarily due to its crucial role in the continuous improvement of internal processes and adaptation to the increasing market demands. In this context, the present study aims to explore the DMAIC cycle and understand how its application can contribute to the continuous improvement of quality. Using a Systematic Literature Review, five selected articles were analyzed, which provided satisfactory results and demonstrated the effectiveness of implementing the DMAIC method. Each of the studies revealed how the application of DMAIC led to significant systemic improvements in the processes of the involved organizations. However, it is important to note that implementing the method may require different approaches depending on the context and specifics of each organization. Thus, what works well in one environment may not be equally effective in another, highlighting the need for adaptation and customization of the method. This summary underscores the importance of DMAIC for process optimization and the promotion of organizational excellence, while also noting that the effectiveness of the method may vary depending on the specific context.

Keywords: DMAIC Cycle; Continuous Improvement; Quality Management; Performance Improvement; Lean Six Sigma.

1. INTRODUÇÃO

A gestão da qualidade tem se tornado um tópico de discussão absolutamente imprescindível e de grande importância nas organizações contemporâneas, especialmente devido ao seu papel fundamental na melhoria contínua dos processos internos das empresas. Em um cenário de mercado cada vez mais competitivo, onde a inovação e a eficiência são requisitos essenciais para a sobrevivência e o sucesso das empresas, a qualidade dos produtos e serviços oferecidos pelas empresas ganha uma relevância ainda maior. A crescente complexidade dos mercados e a elevação das expectativas dos consumidores têm pressionado as organizações a adotar práticas de gestão da qualidade mais rigorosas e eficazes.

A implementação de práticas robustas de gestão da qualidade não se limita a ser uma recomendação estratégica; ela se tornou uma necessidade vital para garantir a competitividade no mercado e assegurar a plena satisfação dos clientes. Com a globalização e a evolução tecnológica, as empresas enfrentam uma competição acirrada, e a qualidade dos seus produtos e serviços pode ser o fator determinante para a preferência dos consumidores. Nesse contexto, o conceito de melhoria contínua se destaca como um princípio central da gestão da qualidade. A melhoria contínua não se restringe apenas ao aprimoramento dos padrões e processos utilizados no desenvolvimento dos produtos, mas também abrange a otimização das diversas áreas que sustentam a operação e o sucesso da organização. Essas áreas incluem comunicação interna, finanças, recursos humanos, logística, e outras funções essenciais que contribuem para o bom funcionamento e a sustentabilidade a longo prazo da empresa (WERKEMA, 2014).

Desde os primórdios da Revolução Industrial, que marcou o início da era industrial moderna e a transformação das práticas produtivas, a busca pela qualidade tem sido uma constante. A Revolução Industrial trouxe mudanças significativas na produção e na gestão, forçando as empresas a se adaptarem rapidamente a novas tecnologias e métodos de produção. Essa busca incessante por excelência reflete a necessidade das empresas de se adaptar às mudanças do mercado e às novas demandas dos consumidores. A evolução das práticas de gestão da qualidade ao longo do tempo demonstra como as abordagens teóricas e práticas foram desenvolvidas para atender a essas necessidades em constante mudança. A adaptação e inovação contínuas têm sido fundamentais para as empresas que buscam não apenas manter sua relevância, mas também liderar em seus respectivos setores.

No contexto atual, estamos imersos na chamada "Era da Gestão da Qualidade", um período caracterizado pela ampla adoção e aplicação de uma gama diversificada de metodologias e práticas voltadas para a gestão da qualidade. Entre essas metodologias, o método DMAIC se destaca por sua

abordagem sistemática e estruturada, desenvolvida por William Edwards Deming, um influente consultor e estatístico norte-americano ativo durante a década de 1950. Deming é amplamente reconhecido por suas contribuições à gestão da qualidade e ao desenvolvimento de métodos que ajudam as organizações a alcançar excelência e eficiência.

O método DMAIC é frequentemente comparado ao ciclo PDCA, um modelo amplamente utilizado em todo o mundo para orientar projetos e iniciativas de Lean Six Sigma, destacando-se por sua eficácia na resolução de problemas e na melhoria de processos. O método DMAIC é uma abordagem metódica e orientada por dados para o aprimoramento dos processos organizacionais. Ele compreende cinco etapas principais que são essenciais para a implementação bem-sucedida do processo de melhoria contínua: definir, medir, analisar, melhorar e controlar. Cada uma dessas etapas desempenha um papel crucial no processo de melhoria contínua. Começa com a definição clara dos problemas e objetivos, passa pela medição dos dados relevantes para a compreensão do desempenho atual, análise das causas raiz dos problemas identificados, implementação de melhorias eficazes e, finalmente, controle para garantir que as melhorias sejam sustentadas ao longo do tempo (WERKEMA, 2014).

A abordagem DMAIC oferece uma estrutura detalhada e prática que permite às organizações identificar e resolver problemas de forma eficiente e eficaz, promovendo a excelência operacional e a otimização dos processos. A crescente importância da gestão da qualidade para as organizações e a necessidade de aprimorar continuamente os processos internos tornam o estudo e a aplicação do ciclo DMAIC de grande relevância. Com a competição global e as rápidas mudanças tecnológicas, a capacidade de uma organização de implementar o DMAIC de forma eficaz pode ser um diferencial significativo em sua performance e sucesso.

Este artigo tem como objetivo explorar de maneira aprofundada o ciclo DMAIC, visando compreender sua estrutura, etapas e aplicação prática. A investigação pretende proporcionar um entendimento abrangente e detalhado sobre o ciclo DMAIC, oferecendo insights valiosos que podem ser utilizados para otimizar processos e promover a excelência nas operações das empresas.

A análise proposta busca contribuir para o enriquecimento da base de conhecimento existente sobre a gestão da qualidade e oferecer diretrizes práticas que possam ser aplicadas em contextos reais, com o intuito de alcançar melhores resultados e elevar o padrão de qualidade nas organizações. A compreensão aprofundada do DMAIC não apenas ajudará a implementar a metodologia com maior eficácia, mas também proporcionará uma base sólida para futuros estudos e desenvolvimentos na área da gestão da qualidade.

2. METODOLOGIA

Segundo Morandi e Camargo (2015, p. 141), a Revisão Sistemática de Literatura (RSL) é uma etapa fundamental e indispensável na condução de pesquisas científicas. Essa metodologia se destaca por sua capacidade de fornecer uma visão abrangente e detalhada sobre os materiais já publicados, permitindo aos pesquisadores identificar padrões, lacunas e tendências emergentes no campo de estudo. A Revisão Sistemática de Literatura é especialmente valiosa porque oferece uma abordagem estruturada para a coleta e análise de informações, o que contribui para uma compreensão mais precisa e atualizada do tema em questão. Além disso, a RSL permite uma avaliação crítica das evidências existentes, ajudando a consolidar o conhecimento e a identificar áreas que necessitam de mais investigação.

Diante da importância e da eficácia da Revisão Sistemática de Literatura, optou-se por utilizar essa abordagem para a seleção de artigos relacionados ao método DMAIC. Essa escolha foi motivada pela necessidade de garantir uma cobertura abrangente e representativa dos estudos existentes, sem estabelecer uma restrição temporal específica. O objetivo principal foi evidenciar como as organizações estão aplicando o método DMAIC na prática, proporcionando uma análise detalhada da implementação desse método em contextos reais e práticos. A abordagem de RSL foi escolhida para assegurar que a revisão fosse completa e não viesse a limitar a análise a um período específico, permitindo a inclusão de estudos que refletem a aplicação atual e relevante do DMAIC.

No dia 12 de setembro de 2023, foi conduzida uma pesquisa detalhada utilizando as palavras-chave “Ciclo DMAIC” na ferramenta Google Acadêmico. Essa pesquisa inicial retornou um total de 800 resultados, refletindo a vasta quantidade de literatura disponível sobre o tema. A escolha do Google Acadêmico como ferramenta de busca foi fundamentada na sua ampla cobertura de artigos acadêmicos e na sua capacidade de fornecer uma visão geral das publicações relevantes. No entanto, considerando que o objetivo do presente trabalho era focar na compreensão prática da aplicação dos conceitos relacionados ao DMAIC, e levando em conta a existência de uma restrição temporal entre a data da pesquisa e a publicação dos estudos, os autores decidiram que a seleção de cinco artigos seria adequada para obter uma compreensão eficaz e relevante do tema.

Os resultados da pesquisa foram então ordenados por relevância utilizando as funcionalidades da ferramenta Google Acadêmico. Esse processo de ordenação visou garantir que os artigos mais pertinentes e impactantes fossem selecionados para análise. A partir dessa ordenação, foram descartados os artigos que não tinham uma relação direta com o tema proposto ou que não atendiam aos critérios de relevância estabelecidos. A seleção final incluiu os cinco artigos que apresentaram a maior relevância e que melhor atenderam ao objetivo de entender a aplicação prática do método

DMAIC. Esses artigos foram analisados de forma crítica e detalhada, fornecendo uma visão abrangente sobre como o DMAIC é utilizado nas organizações.

Essa abordagem metodológica revelou-se crucial para a geração de entendimentos relevantes sobre a aplicação do método DMAIC na prática. A análise dos artigos selecionados forneceu insights valiosos sobre a eficácia da metodologia em diferentes contextos e setores. No entanto, é importante ressaltar que, embora a revisão sistemática de literatura tenha sido eficaz para alcançar os objetivos do estudo, a análise dos artigos selecionados deve ser considerada em conjunto com as nuances e complexidades que outros artigos e estudos adicionais podem oferecer. Esses aspectos adicionais podem enriquecer a compreensão do tema e fornecer novas perspectivas para futuros trabalhos na área. A revisão de literatura é uma ferramenta poderosa, mas seu alcance é limitado pelos estudos disponíveis e pelos critérios de inclusão estabelecidos. Portanto, futuras pesquisas devem considerar a inclusão de um maior número de fontes e a exploração de diferentes metodologias para aprofundar o conhecimento sobre o DMAIC e sua aplicação prática.

3. RESULTADOS

O artigo intitulado “Aplicação dos Conceitos do DMAIC como estratégia de otimização de uma farmácia periférica: estudo de caso em um hospital de grande porte” foi desenvolvido com o objetivo de otimizar os resultados relacionados à devolução de insumos hospitalares em uma farmácia periférica localizada em um Hospital de Grande Porte na região Sul do Brasil. O estudo revelou que a aplicação do método DMAIC trouxe uma melhoria significativa e sistêmica em toda a cadeia produtiva da farmácia. Esta otimização envolveu a revisão e o aprimoramento dos processos operacionais, contribuindo para a maximização dos recursos e a eficiência geral do sistema. A utilização dos conceitos do DMAIC permitiu identificar e resolver problemas complexos associados à gestão de insumos, melhorando, assim, a performance e a sustentabilidade das operações hospitalares (ARAUJO, 2012).

Em uma análise adicional, o artigo “Aplicação da metodologia DMAIC: um estudo de caso em linha de produção de embalagens metálicas” (DE ARAUJO, 2012) focou na aplicação prática do método DMAIC com o objetivo de reduzir as paradas não planejadas em uma linha de produção de embalagens metálicas. O estudo evidenciou que a implementação do DMAIC resultou em uma redução significativa nos custos operacionais associados às interrupções imprevistas na linha de produção. Além disso, o método contribuiu para a qualificação e aprimoramento da mão de obra operacional, proporcionando um treinamento mais eficaz e uma maior capacitação dos trabalhadores envolvidos. Este caso demonstrou como a metodologia DMAIC pode ser aplicada para aumentar a eficiência,

reduzir o tempo de inatividade e melhorar o desempenho geral em ambientes de produção industrial, mostrando a sua versatilidade e eficácia.

Outro estudo relevante é apresentado no artigo “Utilização do método DMAIC para melhoria de desempenho em indústria de panificação e confeitaria” (BARRIONI, 2015). O artigo descreve a aplicação do DMAIC com o objetivo de realizar melhorias significativas no setor de panificação e confeitaria da empresa MX Panificações. O foco principal foi reduzir a insatisfação dos clientes com relação à variedade dos produtos, aos prazos de entrega e aos preços. A aplicação do método DMAIC permitiu identificar uma série de problemas, incluindo perdas de produção, falta de automação nos processos e questões relacionadas ao layout e à logística. Os resultados obtidos foram substanciais, evidenciando que a metodologia DMAIC pode ser extremamente eficaz para resolver questões complexas e específicas em setores como a panificação e confeitaria, melhorando a satisfação dos clientes e a eficiência operacional.

No artigo “Proposta de aplicação do método DMAIC para melhoria da qualidade dos produtos numa indústria de calçados em Alagoa Nova-PB”, o objetivo foi aplicar o método DMAIC para abordar não conformidades e desenvolver produtos de maior qualidade na empresa Alfa, localizada no município de Alagoas. A pesquisa revelou que, através da utilização do DMAIC, foi possível identificar um problema significativo relacionado ao alto índice de descolamento das sandálias da categoria High. Este problema foi particularmente notável no Centro de Distribuição (CD) da empresa Beta, situada na filial de Campina Grande – PB. A utilização do DMAIC possibilitou uma análise detalhada das causas raiz e a implementação de melhorias específicas, resultando em uma redução das não conformidades e uma melhoria na qualidade dos produtos da indústria de calçados (DE HOLANDA; SOUZA; DE FRANCISCO, 2013).

Por fim, o artigo “Aplicação da metodologia DMAIC para redução dos desperdícios em uma indústria de gesso do interior de Pernambuco, Brasil” (FERNANTES, 2021) apresenta um estudo focado na utilização do ciclo DMAIC para identificar e resolver causas de desperdícios na produção de gesso. O estudo esclareceu que as causas mais relevantes dos problemas encontrados estavam diretamente ligadas a questões organizacionais. Com base nos resultados da análise, foi proposto que as causas organizacionais fossem abordadas prioritariamente como parte da estratégia de melhoria contínua. A aplicação do DMAIC permitiu uma compreensão aprofundada dos problemas e uma abordagem eficaz para reduzir os desperdícios, melhorar a eficiência da produção e otimizar os processos dentro da indústria de gesso.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A revisão dos artigos analisados confirma que, apesar das diferenças setoriais e contextuais, há um consenso sólido sobre a importância da gestão da qualidade e da metodologia DMAIC para a melhoria contínua dos processos organizacionais. A gestão da qualidade se consolidou como uma ferramenta essencial para identificar, abordar e resolver problemas, promovendo a eficiência e a eficácia em diversas áreas das organizações. O método DMAIC, com sua abordagem estruturada e orientada por dados, revelou-se uma estratégia eficaz para alcançar melhorias significativas e sustentáveis nos processos operacionais.

Os resultados dos estudos demonstram que a aplicação do DMAIC trouxe benefícios substanciais em todos os contextos investigados. Em cada caso, a metodologia contribuiu para a resolução de problemas complexos, a redução de desperdícios e a otimização de processos. A análise detalhada das práticas e resultados obtidos destaca a versatilidade do DMAIC e sua capacidade de se adaptar a diferentes necessidades e desafios organizacionais. Esse sucesso, no entanto, não é uniforme; a eficácia do DMAIC pode variar dependendo das características específicas de cada organização e do setor em que atua.

Além disso, os estudos indicam que a implementação do DMAIC deve ser cuidadosamente adaptada às particularidades de cada organização. A personalização da metodologia é crucial para garantir que suas ferramentas e técnicas sejam aplicadas de maneira adequada e eficaz. O que se mostra eficaz em um contexto pode não ser aplicável em outro, devido às diferenças nas operações, na cultura organizacional e nas metas estratégicas. Essa necessidade de adaptação reforça a importância de uma abordagem flexível e bem planejada para a aplicação do DMAIC.

Outra questão relevante observada nos estudos analisados é a importância do engajamento das equipes e do suporte da alta gestão na implementação do DMAIC. A resistência à mudança pode ser um obstáculo significativo para o sucesso da metodologia, especialmente em organizações com uma cultura organizacional rígida. Portanto, é essencial que as lideranças empresariais incentivem uma mentalidade voltada para a melhoria contínua, proporcionando treinamentos e recursos adequados para a aplicação eficaz do DMAIC. Sem esse suporte, as iniciativas de melhoria podem enfrentar dificuldades na obtenção de resultados sustentáveis.

A experiência adquirida com a aplicação do DMAIC nos casos estudados oferece importantes lições e direções para futuras pesquisas e práticas. A evidência de que a metodologia pode gerar melhorias significativas é encorajadora, mas também destaca a necessidade de uma avaliação contínua e uma abordagem inovadora. As organizações devem estar preparadas para ajustar e refinar suas

estratégias de gestão da qualidade conforme as condições e os desafios evoluem.

Entendendo o contexto atual, a digitalização e o uso de tecnologias emergentes, como inteligência artificial e análise de big data, podem potencializar ainda mais a eficácia do DMAIC. Ferramentas avançadas de análise de dados permitem identificar padrões ocultos, prever falhas e automatizar a coleta de informações, tornando o processo de tomada de decisão mais ágil e preciso. Integrar essas tecnologias ao DMAIC pode representar um diferencial estratégico para as organizações que buscam elevar seus padrões de qualidade e eficiência operacional.

Dessa forma, para contribuir com o avanço do conhecimento na área, é recomendado que futuras pesquisas considerem uma abordagem mais ampla e diversificada na análise do DMAIC, buscando novas e atuais aplicações. Isso inclui a exploração de novos temas de pesquisa, a citar: inteligência artificial e Big Data, novas palavras-chave, exploração de outras ferramentas de busca e o uso métodos de seleção de artigos para capturar uma gama mais ampla de perspectivas e práticas. A realização de estudos longitudinais e a análise de diferentes contextos e setores ajudarão a aprimorar a compreensão da metodologia e a identificar melhores práticas para sua implementação.

Além da ampliação do escopo das pesquisas, outra abordagem que pode contribuir para o aprofundamento do conhecimento sobre o DMAIC é a realização de estudos comparativos entre organizações que adotaram a metodologia e aquelas que utilizam outras ferramentas de gestão da qualidade. Essa comparação permitiria uma avaliação mais detalhada sobre os benefícios específicos do DMAIC em relação a outras metodologias, ajudando as empresas a tomar decisões mais embasadas na escolha de suas estratégias de melhoria contínua.

Em suma, o estudo da metodologia DMAIC destaca seu papel fundamental na gestão da qualidade e na melhoria contínua dos processos. A eficácia demonstrada em diversos contextos reforça a importância de sua aplicação cuidadosa e personalizada. O avanço contínuo na pesquisa e na prática, aliado à adaptação constante da metodologia, contribuirá para a excelência organizacional e para o aprimoramento das práticas de gestão da qualidade. As sugestões para futuras investigações e a avaliação contínua da metodologia são essenciais para garantir que o DMAIC continue a oferecer benefícios significativos e a se adaptar às demandas do mercado e às mudanças nos ambientes organizacionais.

DRAGAGEM MECÂNICA *CLAMSHELL*: ESTRATÉGIA DE REVITALIZAÇÃO E RETOMADA DA GERAÇÃO DE ENERGIA NA HIDRELÉTRICA RISOLETA NEVES

CLAMSHELL MECHANICAL DREDGING: STRATEGY FOR REVITALIZATION AND RESUMPTION OF ENERGY GENERATION AT THE RISOLETA NEVES HYDROELECTRIC PLANT

Gomes, D. L.; Gomes, R. M.

RESUMO

O estudo analisa a eficácia da dragagem mecânica com clamshell aplicada no reservatório da Usina Hidrelétrica Risoleta Neves (Candonga), afetada pelo rompimento da barragem de Fundão (2015). Avaliou-se a eficiência operacional, os impactos ambientais e a contribuição para a retomada da geração de energia após sete anos de inatividade. A pesquisa adotou o método de estudo de caso, contemplando dados sobre volume de sedimentos removidos, tempo de execução e técnicas de mitigação ambiental. Os resultados mostraram que a dragagem clamshell é tecnicamente viável e ambientalmente sustentável, permitindo a remoção de cerca de 450 mil m³ de sedimentos em sete meses, além de contribuir para a recuperação do ecossistema e a reativação da usina.

Palavras-chave: Dragagem; Sedimento; Impactos ambientais; Geração de energia.

ABSTRACT

This study analyzes the effectiveness of mechanical clamshell dredging applied to the Risoleta Neves Hydroelectric Power Plant (Candonga) reservoir, affected by the Fundão dam collapse (2015). Operational efficiency, environmental impacts, and contribution to the resumption of power generation after seven years of inactivity were evaluated. The research adopted a case study method, including data on the volume of sediment removed, execution time, and environmental mitigation techniques. The results showed that clamshell dredging is technically feasible and environmentally sustainable, allowing the removal of approximately 450,000 m³ of sediment in seven months, in addition to contributing to ecosystem recovery and the reactivation of the plant.

Keywords: Dredging; Sediment; Environmental impacts; Resumption.

1. INTRODUÇÃO

O rompimento abrupto da estrutura de contenção de rejeitos que ocorreu em Fundão, na unidade de Germano, em Mariana, Minas Gerais, no dia 5 de novembro de 2015, levou as empresas envolvidas a refletirem sobre os métodos de construção, manutenção e monitoramento de barragens, além de repensar suas práticas de segurança e responsabilidade ambiental. O reservatório da Usina Hidrelétrica Risoleta Neves também conhecida como Candonga, localizado na cidade de Rio Doce, Minas Gerais, há 135 km da barragem de Fundão, teve um papel crucial ao conter grande parte dos rejeitos resultantes do rompimento, impossibilitando inicialmente a geração de energia elétrica. A Samarco Mineração S.A, responsável pela barragem de Fundão, teve que enfrentar as consequências do incidente, dedicando-se à restauração dos rios afetados e à execução de diversos projetos para reestruturação.

Em 2022, a Samarco Mineração S.A, em parceria com outras empresas, implementou a

dragagem clamshell como medida estratégica para reduzir os impactos do colapso da barragem. A utilização deste método, em conjunto com outras medidas de restauração, foi fundamental para minimizar os danos ao meio ambiente e às comunidades afetadas, incluindo a Usina Hidrelétrica Risoleta Neves, que ficou inativa por sete anos.

Utilizado no Brasil desde os anos 1970, o *clamshell* é um equipamento amplamente empregado para escavação do solo na execução de parâmetros com paredes-diafragma. A ferramenta, que está presente em grandes obras de infraestrutura urbana (como as do metrô, por exemplo), tem como principal característica a capacidade de executar paredes retangulares com espessura entre 30 cm e 1,40 m. A largura padrão de cada painel é de 2,50 m, podendo chegar a 3,80 m. Mas fora do Brasil, há exemplos de projetos realizados com paredes de até 1,80 m de espessura. A escavação com *clamshell* é uma evolução técnica das cortinas com estacas justapostas tipo *strauss* ou escavadas mecanicamente (Nakamura, 2024).

Portanto, o método de dragagem *clamshell*, que emprega um tipo de cesto ou concha não apenas se revelou eficaz na remoção de rejeitos de mineração e na restauração de candonga pós-tragédia em Mariana, como também é conhecida por sua velocidade e exatidão. A remoção foi realizada por guindaste de 200 toneladas instalado sob a balsa e *clamshell* de 10 m³, um dos primeiros registros no Brasil (Kellen, 2022).

Os sedimentos retirados foram transportados por embarcações até o ponto de apoio construído pela Samarco Mineração S.A, e com o auxílio de escavadeiras, depositados em baías (Marcelo, 2022), posteriormente transferido por caminhões para bacias construídas na Fazenda Floresta (Setor 11), próximo a região. Seu poder de resgatar sedimentos no fundo de corpos d'água de forma controlada tem influência importante na recuperação da qualidade da água.

A dragagem mecânica realizada com *clamshell* tem sido amplamente estudada e aplicada em diversas áreas, especialmente na engenharia costeira e portuária (Smith *et al.*, 2018). Além disso, pesquisas realizadas por Jones e Brown (2019) destacam a capacidade da dragagem mecânica com *clamshell* de minimizar impactos ambientais, quando comparada a métodos de dragagem mais invasivos, como a dragagem hidráulica. No entanto, é importante ressaltar as limitações e desafios associados a esse método (White *et al.*, 2020), incluindo a geração de resíduos sólidos e o potencial de turbidez na água durante o processo. Assim, apesar de suas vantagens, a dragagem mecânica com *clamshell* requer uma abordagem cuidadosa e avaliação contínua de seu impacto ambiental e eficácia operacional.

Diante desse contexto, o presente estudo tem como objetivo apresentar o processo de realização da dragagem *clamshell* que viabilizou a revitalização do lago e a retomada da geração de

energia na Usina Hidrelétrica Risoleta Neves, em 2022. Além disso, busca analisar a eficácia da técnica em um cenário real, destacando sua eficiência e viabilidade operacional. Trata-se de um método inovador, que se sobressai por sua contribuição à sustentabilidade ambiental e pela otimização dos processos industriais.

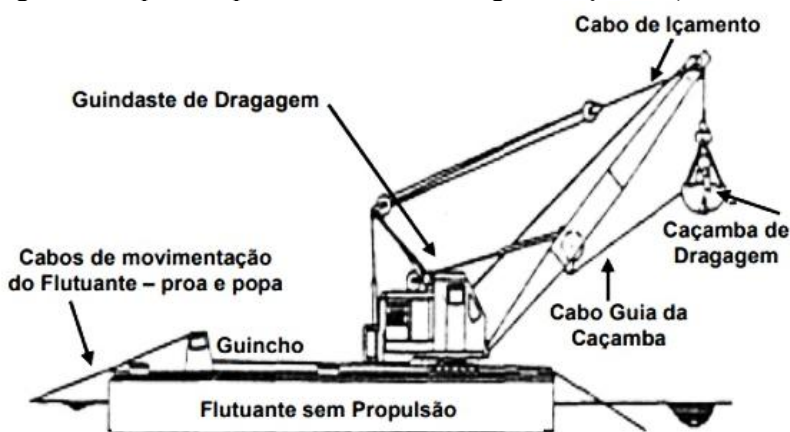
2. REVISÃO DE LITERATURA

A análise das estratégias de retomada através da dragagem mecânica *clamshell* é um campo de estudo que abrange diversas dimensões, desde os impactos ambientais até as inovações tecnológicas. A literatura existente sobre o tema revela uma evolução nas abordagens e descobertas ao longo dos anos, refletindo a complexidade e a importância da dragagem na gestão de ambientes aquáticos.

2.1 Conceito e aplicação da dragagem mecânica com *clamshell*

A dragagem mecânica com *clamshell* é uma técnica amplamente empregada para a remoção de sedimentos submersos, especialmente em ambientes portuários e canais de navegação. Segundo Chiapetta (2000), esse método consiste no uso de uma caçamba mecânica com garras apresentado na Figura 1, onde mostra os componentes principais, como guindaste responsável pela movimentação da caçamba e os cabos presos ao flutuante que possibilitam o ciclo de corte de dragagem, que escava e remove os sedimentos do fundo do corpo d'água.

Figura 1. Esquema operacional de uma draga de caçamba (*clamshell*).



Fonte: Soares (2006).

De acordo com as informações presente no caderno técnico de dragagem DNIT (2024), a atividade de dragagem com escavadeira hidráulica sobre plataforma flutuante requer a utilização dos seguintes equipamentos: escavadeira hidráulica, plataforma flutuante, batelão sem propulsão e rebocador. Sua principal vantagem está na capacidade de remover grandes volumes de sedimentos em áreas de difícil acesso, sendo uma técnica de escolha em muitos projetos de manutenção portuária e dragagem de canais de acesso. No entanto, sua precisão pode ser comprometida em ambientes com

correntezas intensas, o que resulta em dispersão de sedimentos.

2.2 Impactos ambientais da dragagem com *clamshell*

Um dos principais desafios da dragagem com *clamshell* é o impacto ambiental associado à dispersão de sedimentos finos, que aumenta a turbidez da água. Silva *et al.* (2013) destacam que a elevação na turbidez pode prejudicar os ecossistemas aquáticos ao reduzir a penetração de luz, interferindo na fotossíntese de plantas aquáticas e causando distúrbios na fauna local. Além disso, a remoção de sedimentos pode liberar contaminantes anteriormente armazenados no fundo do corpo d'água, levando à contaminação de áreas adjacentes (Rukavina; Jefferies, 1980). Tais impactos ambientais são um dos maiores obstáculos à aplicação sustentável da dragagem.

2.3 Técnicas de mitigação dos impactos ambientais

Dada a necessidade de minimizar os impactos ambientais da dragagem, diversas tecnologias têm sido desenvolvidas para mitigar a dispersão de sedimentos. Entre as soluções mais recomendadas estão as cortinas de turbidez, que funcionam como barreiras físicas para conter os sedimentos em suspensão. Clarke e Wilber (2000) mostraram que essas cortinas podem reduzir significativamente os efeitos da dragagem, diminuindo a propagação de partículas e a consequente degradação ambiental. No entanto, sua eficácia depende de fatores como a instalação correta e o monitoramento contínuo durante a operação.

2.4 Monitoramento ambiental em operações de dragagem

O monitoramento ambiental desempenha um papel crucial no controle dos impactos da dragagem com *clamshell*. Santos e Carneiro (2011) sugerem que o uso de sensores de turbidez e sistemas de monitoramento contínuo podem ajudar a garantir que as operações de dragagem não ultrapassem os limites ambientais regulamentados. O monitoramento em tempo real permite ajustes imediatos nas operações, caso os parâmetros de qualidade da água apresentem níveis indesejados, como o aumento excessivo de partículas suspensas.

2.5 Eficiência operacional da dragagem com *clamshell*

Menezes *et al.* (2018) analisaram a eficiência operacional da dragagem mecânica com *clamshell*, destacando que, embora seja eficaz na remoção de grandes volumes de sedimentos, o método pode ser mais demorado e caro em comparação com outras técnicas, como a dragagem hidráulica. Além disso, fatores como o consumo de combustível, manutenção dos equipamentos e as interrupções devido a condições climáticas podem impactar a viabilidade econômica dessa técnica em

certos projetos. No entanto, em áreas onde a dragagem hidráulica não é viável, a técnica com *clamshell* permanece uma escolha adequada. Dentre as vantagens das dragas de escavadeiras é possível apontar a facilidade de dragar uma grande variedade de materiais, de posição e profundidade, além de ser adequada para locais confinados e estreitos (Simões, 2009).

2.6 Inovações tecnológicas na dragagem

Guerra *et al.* (2019) apontam para o uso de tecnologias emergentes que podem aumentar a eficiência e a sustentabilidade da dragagem com *clamshell*. Entre as inovações, destacam-se sistemas automatizados de monitoramento e controle, além da implementação de técnicas de remoção mais precisas, como dragas equipadas com sensores avançados para melhor controle da operação. Essas inovações visam reduzir os custos operacionais e os impactos ambientais, porém ainda necessitam de mais validações em grandes operações portuárias.

2.7 Perspectivas futuras para a sustentabilidade da dragagem

Apesar dos avanços na mitigação de impactos e no aumento da eficiência operacional, a dragagem com *clamshell* ainda enfrenta desafios em termos de sustentabilidade ambiental. Estudos recentes sugerem que a combinação de técnicas de controle ambiental, como as cortinas de turbidez, com monitoramento contínuo e automação dos processos, podem ser uma solução promissora para garantir operações mais responsáveis ambientalmente (Menezes *et al.*, 2018). Contudo, ainda há uma lacuna na literatura em relação à implementação prática dessas inovações em larga escala, especialmente em projetos de grande porte e em áreas sensíveis ecologicamente.

Esses estudos, ao decorrer dos anos, ilustram a evolução do conhecimento sobre a dragagem mecânica *clamshell* e suas implicações na revitalização de ambientes aquáticos. A análise crítica das pesquisas revela a necessidade de um enfoque integrado que considere tanto a eficiência operacional quanto a preservação dos ecossistemas.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

Para elaboração desse estudo de caráter exploratório e descritivo, foi realizada uma busca na literatura, a fim de obter uma abordagem adequada para investigar os avanços tecnológicos no campo da dragagem. Os materiais incluíram fontes de dados, como artigos científicos, relatórios técnicos e livros específicos sobre o tema, estudo de caso prático na usina hidrelétrica Risoleta Neves que forneceram o embasamento teórico necessário para discutir os avanços tecnológicos e seus impactos na eficiência e sustentabilidade das operações de dragagem.

As bases de dados consultadas, como *Scopus*, *Web of Science* e *Google Scholar*, permitiram a seleção de publicações relevantes e atualizadas. Além disso, *softwares* como *powerpoint* foram utilizados para a organização e síntese dos dados, enquanto o *NVivo* possibilitou uma análise qualitativa mais detalhada dos textos científicos e relatórios. O uso dessas ferramentas garantiu uma gestão eficiente dos dados e a correta análise das informações coletadas.

Os métodos adotados para o desenvolvimento do artigo incluíram a realização de uma revisão da literatura e uma análise comparativa das tecnologias aplicadas na dragagem. A revisão de literatura, fundamentada por diversos autores, foram essenciais para identificar os avanços tecnológicos mais recentes na área, como automação, dragagem elétrica, sistemas de monitoramento em tempo real e novas ferramentas de modelagem ambiental. A seleção dos artigos baseou-se em critérios como o ano de publicação, o impacto acadêmico e a relevância do tema.

A análise comparativa foi conduzida para avaliar a eficiência operacional das novas tecnologias em comparação aos métodos tradicionais de dragagem, possibilitando uma visão mais clara das melhorias obtidas com o uso de inovações tecnológicas. Estudos de caso também foram analisados, com foco em projetos de grande escala que documentaram a aplicação dessas tecnologias, permitindo uma avaliação dos benefícios observados, como o aumento da eficiência, a redução de custos e a mitigação dos impactos ambientais.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Resultados deste estudo sobre inovações tecnológicas na dragagem revelaram avanços significativos no aumento da eficiência operacional e na mitigação dos impactos ambientais das operações. Os avanços mais notáveis incluem a automação dos processos, sistema de monitoramento em tempo real de parâmetros como a profundidade de escavação e o volume de sedimentos removidos, garantindo maior precisão e reduzindo a necessidade de intervenção manual, planejamento logístico e tecnologia de remoção. No campo ambiental, o monitoramento contínuo em tempo real permitiu ajustes imediatos, assegurando que os padrões ambientais fossem respeitados. A análise dos dados coletados por meio da revisão de literatura e estudos de caso indicou em melhorias notáveis em diversos aspectos das operações de dragagem.

As técnicas de mitigação dos impactos ambientais são essenciais para reduzir ou prevenir danos ao meio ambiente causados por atividades humanas, como dragagem, construção civil, agricultura e indústria. Essas abordagens visam preservar a biodiversidade, proteger ecossistemas frágeis e garantir a qualidade dos recursos naturais, como ar, água e solo. Uma das principais abordagens é a avaliação de impacto ambiental (AIA), que consiste na análise detalhada dos possíveis efeitos de um projeto

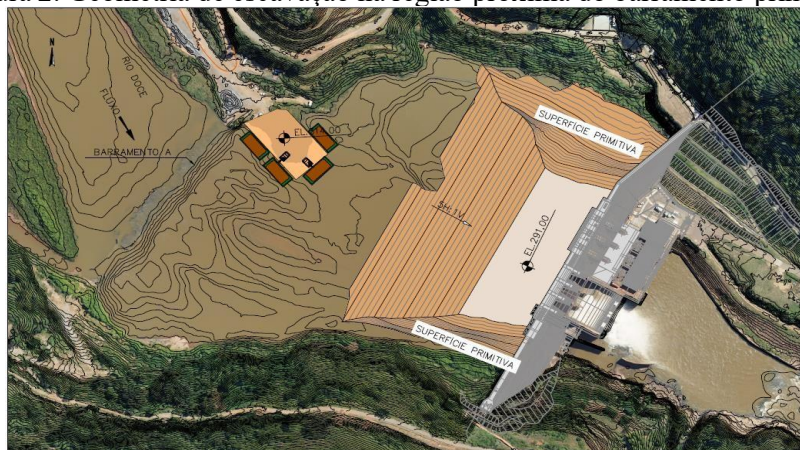
antes de sua execução. Segundo Sadler (1996), a AIA ajuda a identificar medidas de mitigação adequadas e alternativas que podem ser menos prejudiciais ao meio ambiente, promovendo decisões mais informadas.

Além disso, a restauração ecológica é outra técnica eficaz, que envolve a reabilitação de áreas degradadas por meio do replantio de vegetação nativa, controle de espécies invasoras e recuperação de habitats. Hobbs e Harris (2001) destacam que essas práticas são fundamentais para restaurar a funcionalidade dos ecossistemas e promover a biodiversidade em regiões afetadas por intervenções humanas. Complementando essas iniciativas, o monitoramento ambiental contínuo é outra abordagem importante, permitindo a detecção precoce de alterações no ambiente e a implementação de ações corretivas. O relatório do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas - IPCC (2014) enfatiza a importância do monitoramento para o gerenciamento adequado dos recursos naturais e a mitigação dos impactos ambientais.

A educação ambiental é fundamental para conscientizar a população sobre a importância da conservação e do uso sustentável dos recursos naturais. De acordo com Hines, Hungerford e Tomera (1987), a educação ambiental promove mudanças de comportamento que contribuem para a mitigação dos impactos ambientais. Juntas, essas técnicas de mitigação são cruciais para garantir a sustentabilidade dos ecossistemas e minimizar os efeitos das atividades humanas sobre o meio ambiente.

A remoção de sedimentos também desempenha um papel fundamental na mitigação dos impactos ambientais. Um exemplo prático é o caso da usina hidrelétrica Risoleta Neves afetada pelo rompimento da barragem de Fundão.

Figura 2. Geometria de escavação na região próxima do barramento principal.



Fonte: Araújo (2022).

Nessa situação, foram realizados trabalhos de escavação na região próxima do barramento principal, conforme apresentado na Figura 2, esse processo incluiu a remoção dos primeiros 60 m a

montante, na cota +291,0 m, removendo, aproximadamente, 450 mil m³ de sedimentos (Agnaldo, 2022), assegurando o cumprimento dos compromissos relativos ao retorno operacional da usina hidrelétrica Risoleta Neves. O mecanismo adotado para a retirada dos sedimentos foi de forma mecânica com a utilização de clamshell, que consiste basicamente em um guindaste dotado de uma caçamba de mandíbulas, que pode ser acionada hidráulicamente ou através de cabos de aço, sendo instalado em uma balsa ou embarcação.

O conjunto denominado de Draga *Grab*, é apoiado por batelões conforme apresentado na Figura 3, o sedimento é depositado e transportado até as margens. Todo o transporte em terra do sedimento será realizado por caminhões com capacidade mínima de atender a demanda requerida pela operação da executora.

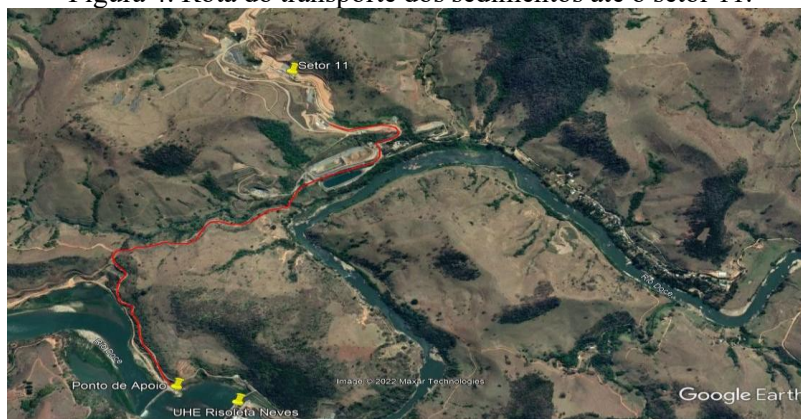
Figura 3. Draga *clamshell* sobre balsa com apoio de batelão.



Fonte: Samarco Mineração S.A (2022).

O sedimento dragado do rio seguiu até uma área de desagüe primário, onde, após um período destinado à perda de água, ocorreu o tombamento para uma área de secagem secundária. Após mais um período de secagem foi submetido a disposição final (Agnaldo, 2022).

Figura 4. Rota do transporte dos sedimentos até o setor 11.

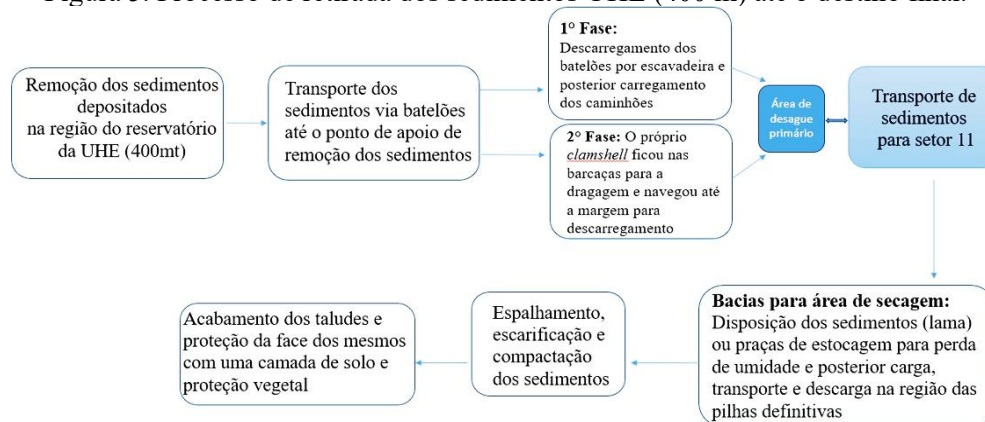


Fonte: Samarco Mineração S.A (2022).

A Figura 4 ilustra, em vermelho, a rota do transporte de sedimentos até o setor 11, área

designada à disposição do rejeito retirado no lago, com distância de aproximadamente 3,3 km. O transporte do material até o local final de destinação é apresentado na Figura 5.

Figura 5. Processo de retirada dos sedimentos UHE (400 m) até o destino final.



Fonte: Autores (2024).

Os sistemas automatizados de controle e monitoramento em tempo real possibilitaram uma gestão mais eficiente dos parâmetros operacionais, como profundidade de escavação e quantidade de material removido, o que aumentou a produtividade e reduziu o tempo necessário para concluir as obras, conforme apresentado na Figura 6. Essas inovações permitiram que a empresa de dragagem operasse com maior controle, diminuindo a necessidade de intervenção manual e erros operacionais.

Figura 6. Cronograma executivo.

Id	EDT	EDT	Nome da Tarefa	Status	% Previsto	% Real	Duração Prevista	Início Previsto	Término Previsto	Início real	Término real	Tendência	Folga	Nov
1	1	SAMARCO	SERVIÇOS DE REMOÇÃO DE SEDIMENTOS NO LAGO DA UHE RISOLETA NEVES, EM RIO DOCE, MG	Atrasada	100,00%	93,51%	222 dias	15/12/21	14/10/22	15/12/21	ND	15/02/23	96 dias	
2	1.1		MARCOS CONTRATUAIS											
6	1.1.4		Início da operação de Remoção dos Sedimentos	Concluída	100,00%	100,00%	0 dias	04/04/22	04/04/22	07/03/22	07/03/22		-20 dias	
7	1.1.5		Dragagem acumulada de 150.000 m3 de Sedimentos	Concluída	100,00%	100,00%	0 dias	15/07/22	15/07/22	03/07/22	03/07/22		-9 dias	
8	1.1.6		Dragagem acumulada de 300.000 m3 de Sedimentos	Concluída	100,00%	100,00%	0 dias	15/08/22	15/08/22	25/09/22	25/09/22		-30 dias	
9	1.1.7		Término da Dragagem de 450.000 m3 de Sedimentos	Atrasada	100,00%	0,00%	0 dias	14/09/22	14/09/22	ND	ND	09/12/22	66 dias	
10	1.1.8		Término do Contrato	No Prazo	ERRO	0,00%	0 dias	14/10/22	14/10/22	ND	ND	15/02/23	96 dias	
11	1.2	D.C.1.5	MOBILIZAÇÃO	Concluída	100,00%	100,00%	122 dias	15/12/21	27/05/22	15/12/21	10/10/22	10/10/22	96 dias	
12	1.2.1	D.C.1.5	Mobilizar Canteiro de Obras	Concluída	100,00%	100,00%	35 dias	27/12/21	10/02/22	27/12/21	18/03/22	18/03/22	27 dias	
14	1.2.2	D.C.1.5	Mão-de-obra	Concluída	100,00%	100,00%	89 dias	15/12/21	14/04/22	15/12/21	22/06/22	22/06/22	51 dias	
15	1.2.2.1	D.C.1.5	Mobilizar mão-de-obra	Concluída	100,00%	100,00%	45 dias	15/12/21	10/02/22	15/12/21	10/02/22	10/02/22	0 dias	
16	1.2.2.2	D.C.1.5	Mobilizar mão-de-obra para montagem dos equipamentos	Concluída	100,00%	100,00%	9 dias	28/01/22	08/02/22	28/01/22	18/02/22	18/02/22	8 dias	
22	1.2.2.3	D.C.1.5	Mobilizar mão-de-obra para remoção com escavadeiras e apoio náutico	Concluída	100,00%	100,00%	26 dias	26/01/22	26/02/22	26/01/22	27/04/22	27/04/22	42 dias	
32	1.2.2.4	D.C.1.5	Mobilizar mão-de-obra para remoção com guindaste e clamshell	Concluída	100,00%	100,00%	20 dias	16/03/22	14/04/22	16/02/22	22/06/22	22/06/22	51 dias	
33	1.2.2.5	D.C.1.5	Mobilizar equipe batimetria	Concluída	100,00%	100,00%	11 dias	26/01/22	08/02/22	26/01/22	18/02/22	18/02/22	8 dias	
38	1.2.2.6	D.C.1.5	Mobilizar equipe de Salvatagem e apoio Nautico	Concluída	100,00%	100,00%	9 dias	03/02/22	15/02/22	28/01/22	31/03/22	31/03/22	33 dias	
44	1.2.3	D.C.1.5	Equipamentos (montagem e liberação)	Concluída	100,00%	100,00%	122 dias	15/12/21	27/05/22	15/12/21	10/10/22	10/10/22	96 dias	
45	1.2.3.1	D.C.1.5	83,	Concluída	100,00%	100,00%	3 dias	09/02/22	11/02/22	15/02/22	03/03/22	03/03/22	16 dias	
46	1.2.3.2	D.C.1.5	Mobilizar equipamentos de apoio náutico	Concluída	100,00%	100,00%	3 dias	16/02/22	18/02/22	24/02/22	26/02/22	26/02/22	7 dias	
47	1.2.3.3	D.C.1.5	Remoção com escavadeira embarcada	Concluída	100,00%	100,00%	62 dias	15/12/21	03/03/22	15/12/21	26/04/22	26/04/22	37 dias	
55	1.2.3.4	D.C.1.5	Remoção com guindaste embarcado	Concluída	100,00%	100,00%	122 dias	15/12/21	27/05/22	15/12/21	10/10/22	10/10/22	96 dias	
90	1.3		MANUTENÇÃO DE CANTEIRO	Concluída	100,00%	100,00%	155 dias	11/02/22	15/09/22	11/02/22	15/09/22	15/09/22	0 dias	
92	1.4	D.C.1.6	SERVIÇOS PRELIMINARES	Concluída	100,00%	100,00%	5 dias	09/02/22	15/02/22	11/02/22	30/04/22	30/04/22	55 dias	
95	1.5	D.C.1.6	REMOÇÃO DE SEDIMENTOS	Atrasada	100,00%	88,03%	119 dias	04/04/22	15/09/22	07/03/22	ND	09/12/22	65 dias	
96	1.5.1	D.C.1.6	Período "Chuvoso" (125.000 m³)	Atrasada	100,00%	82,33%	52 dias	04/04/22	14/06/22	07/03/22	ND	09/12/22	132 dias	
100	1.5.2	D.C.1.6	Período "Seco" (450.000 m³)	Atrasada	100,00%	92,33%	67 dias	15/06/22	15/09/22	15/06/22	ND	09/12/22	65 dias	
102	1.6	D.C.1.7	DESMOBILIZAÇÃO	Concluída	100,00%	100,00%	89 dias	15/06/22	14/10/22	08/12/22	15/02/23	15/02/23	96 dias	
103	1.6.1	D.C.1.7	Equipamentos	Concluída	100,00%	100,00%	89 dias	15/06/22	14/10/22	08/12/22	15/02/23	15/02/23	96 dias	
104	1.6.1.1	D.C.1.7	Desmobilizar equipamentos de remoção com escavadeira embarcada	Concluída	100,00%	100,00%	20 dias	15/06/22	12/07/22	08/12/22	15/02/23	15/02/23	165 dias	
105	1.6.1.2	D.C.1.7	Desmobilizar equipamentos de remoção com guindaste embarcado e clamshell	Concluída	100,00%	100,00%	15 dias	16/09/22	04/10/22	08/12/22	15/02/23	15/02/23	103 dias	
106	1.6.1.3	D.C.1.7	Desmobilizar equipamentos de apoio náutico	Concluída	100,00%	100,00%	7 dias	05/10/22	14/10/22	03/01/23	15/02/23	15/02/23	96 dias	
107	1.6.1.4	D.C.1.7	Desmobilizar demais equipamentos de apoios	Concluída	100,00%	100,00%	22 dias	16/09/22	14/10/22	08/02/23	15/02/23	15/02/23	96 dias	
108	1.6.2	D.C.1.7	Canteiro	Concluída	100,00%	100,00%	22 dias	16/09/22	14/10/22	08/12/22	15/12/22	15/12/22	48 dias	
109	1.6.2.1	D.C.1.7	Desmobilizar canteiro de obras	Concluída	100,00%	100,00%	22 dias	16/09/22	14/10/22	08/12/22	15/12/22	15/12/22	48 dias	

Fonte: Castro (2023).

A análise comparativa entre projetos que utilizaram tecnologias inovadoras e aqueles que empregaram métodos tradicionais evidenciaram que as inovações não apenas melhoraram a eficiência, mas também proporcionaram benefícios econômicos e ambientais. Projetos que integraram novas

tecnologias relataram uma redução nos custos operacionais devido ao menor consumo de combustível e à redução de retrabalho causado por imprecisões (Lopes, 2014).

Observa-se na Figura 7, a lagoa onde ocorreu todo o processo, mais precisamente três meses após o enchimento. Nota-se resultados positivos da implementação da dragagem que foram essenciais para a retomada da geração de energia, bem como a mitigação de impactos ambientais e econômicos associados ao projeto.

Figura 7. Lagoa após três meses do enchimento.



Fonte: Samarco Mineração S.A (2023).

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conclui-se que a dragagem mecânica com clamshell foi uma solução eficiente para a reabilitação da Usina Hidrelétrica Risoleta Neves, permitindo a retomada da geração de energia após sete anos de paralisação. Apesar de desafios ambientais, como aumento da turbidez e risco de liberação de contaminantes, a aplicação de técnicas de monitoramento em tempo real e de medidas mitigadoras reduziram significativamente os impactos negativos. O caso reforça a importância da dragagem clamshell em projetos de reabilitação ambiental de grande escala. Sugere-se que estudos futuros aprofundem a análise comparativa entre custos, desempenho e impactos desse método em diferentes tipos de reservatórios.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGNALDO, B. **Remoção dos sedimentos na região dos 400 metros** - Memorial Descritivo. p. 3, 2022.

ARAUJO, O. **Novas bacias e empilhamentos - setor 11 - cenário 03 - Câmera de carga - planta**. 2022.

BOTELHO, M. R. *et al.* **Rompimento das barragens de Fundão e da Mina do Córrego do Feijão em Minas Gerais**. Brasil: decisões organizacionais não tomadas e lições não aprendidas. Revista Brasileira de Saúde Ocupacional, v. 46, 2021.

BRANCO, D., *et al.* (2020). **Desafios e limitações da dragagem mecânica com concha: uma revisão.** Ciência e Tecnologia Ambiental, 15 (4), 489-502.

CASTRO, G. A. A. **Serviços de remoção de sedimentos no lago da UHE Risoleta Neves, em Rio Doce - MG, unidade candonga, estado de Minas Gerais - Cronograma executivo.** 2023.

CHIAPETTA, R. C. **Sediment removal techniques and their impact on port maintenance.** São Paulo: Editora Engenharia, 2000.

CLARKE, D. G.; WILBER, D. H. **Assessment of turbidity reduction technologies for dredging operations.** Journal of Environmental Management, v. 58, n. 2, p. 159-170, 2000.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES – DNIT.

Sistema de Custos Referenciais de Obras – SICRO: Caderno Técnico Dragagem. 2024. Disponível em: <<https://www.gov.br/dnit/pt-br/assuntos/planejamento-e-pesquisa/custos-e-pagamentos/custos-e-pagamentos-dnit/sistemas-de-custos/sicro/cadernos-tecnicos/3a-edicao/g19-dragagem.zip>>. Acesso em: 30 out. 2024.

FINK, A. **Conducting research literature reviews: From the internet to paper.** Sage Publications, 2020.

GUERRA, A. M.; OLIVEIRA, S. F.; FERREIRA, L. S. **Technological advancements in dredging operations: Challenges and opportunities.** Journal of Maritime Science and Technology, v. 27, n. 4, p. 417-430, 2019.

HINES, W. H.; HUNGERFORD, H. R.; TOMERA, A. N. **Analysis and synthesis of research on responsible environmental behavior: a meta-analysis.** The Journal of Environmental Education, v. 18, n. 2, p. 1-8, 1987.

HOBBS, R. J.; HARRIS, J. A. **Restoration ecology: Repairing the Earth's ecosystems in the new millennium.** Restoration Ecology, v. 9, n. 1, p. 1-9, 2001.

IPCC. **Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. In: Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.** Cambridge University Press, 2014.

JONES, B. e BROWN, C. **Avaliação do impacto ambiental da dragagem em concha em comparação com a dragagem hidráulica.** Boletim de Poluição Marinha, 2019, 40 (2), 210-225.

KELLEN. **Samarco inicia remoção de sedimentos no reservatório de candonga.** Samarco Mineração. 2022. Disponível em: <<https://www.samarco.com/samarco-inicia-remocao-de-sedimentos-no-reservatorio-de-candonga/>>. Acesso em: 4 set. 2024.

LOPES. **A importância da dragagem no cenário econômico nacional.** Marinha do Brasil, pág. 51, 2014. Disponível em: <<https://www.repositorio.mar.mil.br/bitstream/ripcmb/843994/1/0000029d.pdf>>. Acesso em: 24 nov. 2024.

MENEZES, E. C.; RODRIGUES, A. P.; LIMA, V. C. **Operational efficiency in port dredging: A comparative analysis.** Journal of Coastal Engineering, v. 45, n. 3, p. 233- 245, 2018.

NAKAMURA, J. **Escavação com clamshell.** Postado por MP, 7 anos, ago, Postado em Notícias MP. Disponível em: <<https://mpterraplenagem.com.br/escavacao-com-clamshell/>>. Acesso em 26 out. 2024.

PROJETO CANDONGA. Disponível em: <<https://www.samarco.com/projeto-candonga/>>. Acesso em: 1 abr. 2024.

RUKAVINA, N. A.; JEFFERIES, R. L. **The effects of dredging on water quality and aquatic biota: A review.** Canadian Journal of Civil Engineering, v. 7, n. 1, p. 21-32, 1980.

SADLER, B. **The international study of the effectiveness of environmental assessment.**

Environmental Impact Assessment Review, v. 16, n. 3, p. 191-203, 1996.

SAMARCO MINERAÇÃO S.A. Acervo de imagens internas. 2022.

SANTOS, M. L.; CARNEIRO, J. P. **Environmental management in port dredging operations.** Rio de Janeiro: COPPE/UFRJ, 2011.

SILVA, M. R.; SOUZA, F. V.; GOMES, P. A. **Environmental impacts of sediment dredging in aquatic ecosystems.** Porto Alegre: UFRGS, 2013.

SIMÕES, M. H. **Sistematização dos aspectos ambientais de dragagens portuárias marítimas no Brasil.** p. 141, 2009.

SMITH, A., *et al.* (2018). **Análise de eficiência de operações de dragagem em concha.** Jornal de Engenharia Costeira, 25(3), 345-358.

SOARES, C. R. L. 2006. **Avaliação do Processo de Dragagem por Injeção de Água em Estuários,** Dissertação de Mestrado em Engenharia Oceânica, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 126 p.

DESAFIOS DA EDUCAÇÃO NA CONTEMPORANEIDADE: UM OLHAR CRÍTICO E REFLEXIVO- O PAPEL DO PROFESSOR COMO EDUCADOR NA FORMAÇÃO DE CIDADÃOS PARA A SOCIEDADE DO SÉCULO XXI

CHALLENGES OF EDUCATION IN CONTEMPORARY TIMES: A CRITICAL AND REFLECTIVE PERSPECTIVE – THE TEACHER’S ROLE AS AN EDUCATOR IN FORMING CITIZENS FOR 21ST-CENTURY SOCIETY

Aparecida Gonçalves Delazari Maciel, Rita Alice de Carvalho Lopes

RESUMO

A educação no século XXI está imersa em um cenário de rápidas transformações sociais, culturais, tecnológicas e econômicas, que desafiam a escola a repensar suas práticas, currículos e função social. Já não basta a simples transmissão de conteúdos: exige-se uma formação integral, voltada à construção do conhecimento, ao desenvolvimento de competências socioemocionais e à formação de cidadãos críticos, éticos e responsáveis. No Brasil, esse processo é atravessado por desigualdades históricas, estruturais e regionais, que ampliam as demandas sobre professores e instituições. Autores como Freire (1996), Saviani (2008) e Tardif (2002) ressaltam a natureza política do ato educativo, a necessidade de refletir sobre as condições sociais que moldam a escola e a centralidade do professor como mediador, orientador e agente de transformação social. Questões como inclusão e diversidade, apontadas por Mantoan (2006), evidenciam que a matrícula não basta: é preciso garantir práticas pedagógicas que respeitem singularidades e promovam equidade. A violência e os conflitos, analisados por Charlot (2013), mostram que a escola reflete as tensões do entorno e deve adotar estratégias de mediação, diálogo e cultura de paz. Além disso, o avanço das tecnologias, como discute Lévy (1999), amplia as possibilidades pedagógicas, mas também impõe riscos de exclusão digital, exigindo formação crítica dos docentes. A corresponsabilidade entre escola e família, destacada por Libâneo (2012), é igualmente indispensável para o desenvolvimento integral dos estudantes. Assim, construir uma escola inclusiva, democrática, tecnológica e socialmente comprometida implica enfrentar desigualdades, valorizar o professor e fortalecer a cidadania global e a sustentabilidade.

Palavras-chave: Educação Contemporânea; Inclusão; Cidadania.

ABSTRAT

Education in the 21st century is immersed in a context of rapid social, cultural, technological, and economic transformations, which challenge schools to rethink their practices, curricula, and social role. It is no longer sufficient to simply transmit fragmented knowledge: education must be committed to integral development, fostering the construction of knowledge, socioemotional skills, and the formation of critical, ethical, and responsible citizens. In Brazil, this process is deeply affected by historical, structural, and regional inequalities, which increase the demands placed on teachers and institutions. Authors such as Freire (1996), Saviani (2008), and Tardif (2002) highlight the political nature of education, the need to reflect on the social conditions that shape schooling, and the centrality of teachers as mediators, guides, and agents of social transformation. Issues such as inclusion and

diversity, emphasized by Mantoan (2006), show that enrollment alone is not enough: schools must ensure pedagogical practices that respect individual differences and promote equity. Violence and conflicts, analyzed by Charlot (2013), reveal that schools reflect social tensions and must adopt strategies of mediation, dialogue, and peace-building. Furthermore, the advancement of digital technologies, as discussed by Lévy (1999), expands pedagogical possibilities but also risks reinforcing digital exclusion, demanding critical teacher training. The shared responsibility between school and family, emphasized by Libâneo (2012), is also essential for students' integral development. Therefore, building an inclusive, democratic, technological, and socially committed school implies confronting inequalities, valuing teachers, and strengthening global citizenship and sustainability.

Keywords: Contemporary Education; Inclusion; Citizenship.

1. UM OLHAR SOBRE A EDUCAÇÃO CONTEMPORÂNEA

A educação no século XXI se desenvolve em um contexto de rápidas e profundas transformações sociais, culturais, tecnológicas e econômicas. Globalização, avanços científicos, novas formas de comunicação e o protagonismo das tecnologias digitais alteraram não apenas a maneira como os sujeitos se relacionam com o conhecimento, mas também como vivem, trabalham e constroem sua identidade. Nesse cenário, a escola é desafiada a rever suas práticas pedagógicas, seus currículos e até mesmo sua função social. Já não basta apenas transmitir conteúdos de forma fragmentada e descontextualizada: exige-se que o espaço escolar forme cidadãos críticos, éticos, criativos e conscientes de seu papel em uma sociedade complexa e em constante mudança.

Esses desafios não são homogêneos. No Brasil, a realidade educacional é marcada por fortes desigualdades sociais, estruturais e regionais, o que amplia a responsabilidade da escola e dos profissionais da educação. Como ressalta Saviani (2008), a educação é simultaneamente condicionada pelas estruturas sociais e instrumento de sua transformação. A instituição escolar precisa ser, ao mesmo tempo, espaço de construção de saberes e de convivência democrática, capaz de enfrentar problemas como exclusão, violência, indisciplina e vulnerabilidade social (ARROYO, 2017). A escola contemporânea deve dialogar com o mundo real e preparar os sujeitos para viver nele de maneira crítica e transformadora.

Nesse contexto, o papel do professor ganha centralidade. Sua função vai muito além da simples transmissão de conteúdos: o docente é mediador, orientador e, sobretudo, agente de transformação social. Como afirma Paulo Freire (1996), educar é um ato político, e ensinar é possibilitar que o estudante se reconheça como sujeito ativo na construção de sua própria história. Tardif (2002) acrescenta que o saber docente é constituído na prática e carrega valores, experiências e compromissos éticos. Assim, a docência exige um olhar reflexivo e comprometido com a emancipação humana.

A escola do século XXI também deve se abrir para novas metodologias e para a incorporação crítica das tecnologias digitais. O acesso à informação nunca foi tão amplo, mas a abundância de dados

não garante aprendizagem significativa. Cabe ao professor orientar os estudantes na seleção e interpretação dessas informações, estimulando o pensamento crítico e a formação de competências que extrapolam o domínio cognitivo. Nesse sentido, a UNESCO (2015) destaca que a educação contemporânea deve articular conhecimentos técnicos, habilidades socioemocionais e valores éticos, de modo a preparar cidadãos para lidar com a diversidade, a cooperação, a resiliência e a convivência democrática.

Por fim, é fundamental destacar que a educação atual deve estar alinhada a princípios de inclusão, equidade e sustentabilidade. A escola não pode ignorar a presença de alunos com deficiência, dificuldades de aprendizagem ou em condições de vulnerabilidade social. Mais do que uma obrigação legal, trata-se de um compromisso ético com a dignidade humana e com a construção de uma sociedade mais justa (MANTOAN, 2006). Do mesmo modo, formar cidadãos conscientes implica discutir responsabilidade social, cidadania global e desenvolvimento sustentável como eixos estruturantes do processo educativo (UNESCO, 2015).

Diante desse quadro, este artigo propõe uma reflexão crítica sobre os principais desafios da educação contemporânea. Partindo de referências teóricas consagradas e da análise de aspectos práticos que atravessam o cotidiano escolar, busca-se compreender como a escola pode se reinventar para continuar cumprindo sua função social, garantindo qualidade, equidade e formação integral para todos os estudantes.

2. DA TRANSMISSÃO AO PROTAGONISMO: O NOVO PAPEL DA ESCOLA

Ao longo da história, a escola se consolidou como um dos pilares centrais na formação de indivíduos e na organização da vida social. No entanto, no século XXI, esse papel passou por profundas transformações, impulsionadas por mudanças sociais, culturais e econômicas. Hoje, não se espera apenas que a escola transmita conhecimento: exige-se que prepare os alunos para viver em um mundo em constante evolução, repleto de incertezas, desafios e possibilidades.

Essa mudança envolve romper com o modelo tradicional, centrado na memorização e na autoridade unidirecional do professor. Com o avanço das tecnologias e o fácil acesso à informação, o educador é cada vez mais chamado a atuar como mediador e facilitador do processo de aprendizagem. Nesse ambiente, a sala de aula se transforma em um espaço de diálogo, colaboração e experimentação, no qual se aprende a aprender e se valoriza o protagonismo dos estudantes (MORAN, 2015).

Além disso, a escola do século XXI é chamada a ser inclusiva, reconhecendo e valorizando a diversidade em todas as suas dimensões — cultural, social, de gênero ou de habilidades. A educação precisa ser significativa e contextualizada, conectando o conteúdo escolar à vida real dos estudantes e

ao mundo que os cerca. Isso exige práticas pedagógicas mais flexíveis, interdisciplinares e centradas no aluno.

Outro aspecto fundamental é a incorporação das competências socioemocionais ao currículo. Em um cenário global marcado pela complexidade das relações humanas e pelas novas exigências do mercado de trabalho, habilidades como empatia, resiliência, cooperação e responsabilidade social são tão relevantes quanto os conhecimentos acadêmicos. Daí decorre a necessidade da formação integral dos educandos, que devem ser preparados para lidar com a diversidade, com as rápidas mudanças e com os desafios da vida em coletividade.

Segundo a UNESCO (2015), a educação deve se basear em quatro pilares fundamentais: aprender a conhecer, aprender a fazer, aprender a viver juntos e aprender a ser. Esses princípios mostram que o professor deve atuar de forma integrada, estimulando a capacidade de resolver problemas, trabalhar em equipe e desenvolver a consciência crítica. A formação integral é, portanto, uma exigência para o exercício pleno da cidadania.

Na chamada era da informação, em que os alunos têm acesso a uma infinidade de conteúdos sem mediação adequada, o papel do professor torna-se ainda mais relevante. Mais do que fornecer informações, cabe a ele orientar a construção de sentidos e a filtragem crítica. Nesse processo, também ganha destaque a cidadania digital, o uso ético das tecnologias e a consciência crítica diante da mídia, elementos fundamentais para a formação cidadã no mundo globalizado.

É nesse horizonte que a escola se torna um espaço de convivência democrática, voltado à preparação dos estudantes para o exercício da cidadania. A formação de cidadãos conscientes depende de um ambiente escolar onde haja respeito às diferenças, liberdade de expressão e participação ativa dos alunos nas decisões coletivas. Como afirma Paro (2017), a escola pública deve ser espaço de vivência da cidadania e de contestação das desigualdades sociais. Ao promover debates, projetos interdisciplinares e ações comunitárias, o professor contribui para a construção de uma cultura participativa e transformadora.

Por fim, é importante destacar que o professor é também um modelo de conduta ética. Sua postura diante dos desafios, sua forma de lidar com conflitos e seu compromisso com a justiça social influenciam diretamente a formação de seus alunos. Como lembra Tardif (2002), o saber docente é inseparável dos valores e experiências do professor. A prática pedagógica, portanto, deve refletir uma ética profissional comprometida com o bem comum, com a inclusão e com a promoção de uma sociedade mais justa e solidária.

3. TENSÕES E CONTRADIÇÕES DA ESCOLA CONTEMPORÂNEA

A escola contemporânea, apesar das propostas de inovação pedagógica e das políticas de inclusão, ainda convive com inúmeros desafios que atravessam o cotidiano e afetam diretamente a qualidade do ensino. Entre eles, os conflitos e a violência aparecem como questões centrais, uma vez que impactam a convivência escolar, fragilizam a segurança da comunidade e comprometem a saúde mental dos docentes. Charlot (2013) lembra que a escola funciona como um microcosmo da sociedade, refletindo as tensões do seu entorno. Desigualdades sociais, preconceitos e até a violência urbana atravessam os muros da escola, exigindo estratégias que ultrapassem a lógica punitiva e avancem para uma compreensão mais ampla, capaz de considerar dimensões sociais, culturais e emocionais dos conflitos.

Nesse sentido, práticas de mediação tornam-se fundamentais. Rodas de conversa, projetos de cultura de paz e atividades voltadas para a empatia e a cooperação podem transformar situações de confronto em oportunidades pedagógicas. Quando bem conduzidos, os conflitos deixam de ser apenas problemas a serem contidos e passam a ser vividos como experiências formativas, favorecendo o desenvolvimento de habilidades socioemocionais e da consciência cidadã. O professor, nesse contexto, não se limita a gerir a disciplina, mas assume o papel de agente de transformação, cuja postura ética contribui para a construção de um ambiente escolar mais democrático e acolhedor.

Outro ponto central é a inclusão e a valorização da diversidade. A presença de alunos com deficiência, dificuldades de aprendizagem ou em situação de vulnerabilidade social tem exigido práticas pedagógicas que respeitem ritmos e singularidades. Para Mantoan (2006), a inclusão não se resume à matrícula, mas implica uma profunda mudança de concepção sobre ensino e aprendizagem, transformando o papel do professor e da própria escola. Contudo, mesmo com avanços legais, as barreiras práticas permanecem: a falta de infraestrutura, a ausência de equipes multiprofissionais e a formação insuficiente dos docentes revelam o quanto a escola inclusiva ainda é um projeto em construção.

Esses desafios estão diretamente ligados à questão da desigualdade social, que continua sendo um dos maiores entraves para a educação brasileira. Saviani (2008) argumenta que a educação é, ao mesmo tempo, condicionada pelas estruturas sociais e instrumento de sua transformação. Assim, combater a evasão escolar, o analfabetismo funcional e a precariedade do acesso ao conhecimento é tarefa urgente. Arroyo (2017) acrescenta que a escola, em muitas situações, acolhe sujeitos em vulnerabilidade sem contar com o suporte adequado do Estado, sobrecarregando professores que assumem papéis múltiplos. Essa condição gera frustração e desgaste profissional, revelando a

necessidade de políticas públicas integradas que fortaleçam o papel da escola como espaço de inclusão e cidadania.

Em paralelo, a presença das tecnologias digitais trouxe novas possibilidades e também novos riscos. Lévy (1999) descreve a sociedade atual como marcada pela “cibercultura”, na qual a informação circula em rede e a inteligência se torna coletiva. A escola, inserida nesse contexto, pode enriquecer práticas pedagógicas e aproximar-se do universo dos alunos, tornando o ensino mais dinâmico e interativo. No entanto, o uso acrítico ou meramente instrumental dessas ferramentas pode reforçar desigualdades e ampliar a exclusão digital. Além disso, professores pouco preparados para lidar com esses recursos tendem a se sentir sobrecarregados. Por isso, é fundamental investir na formação tecnológica docente, garantindo que as tecnologias sejam incorporadas de forma crítica, inclusiva e socialmente significativa.

A valorização e a formação docente, portanto, emergem como eixos fundamentais para enfrentar tais desafios. Tardif (2002) lembra que o saber do professor é construído na prática e exige constante reflexão crítica. Contudo, a desvalorização da carreira, expressa em baixos salários e condições precárias de trabalho, compromete esse processo. Repensar a formação inicial e continuada, contemplando não apenas aspectos pedagógicos, mas também competências culturais e socioemocionais, é condição indispensável para que o professor exerça sua função social com consciência e compromisso.

Outro aspecto essencial da educação contemporânea é a preparação dos estudantes para a cidadania global e para os desafios da sustentabilidade. A UNESCO (2015) destaca que a escola do século XXI deve estar ancorada em valores como solidariedade, justiça social e respeito à diversidade, de modo a fortalecer uma cultura de paz e cooperação. Formar cidadãos globais significa não apenas garantir o acesso ao conhecimento, mas também fomentar uma postura ética diante do mundo, pautada na responsabilidade socioambiental e na construção de sociedades mais equitativas e democráticas.

Por fim, é preciso considerar a corresponsabilidade entre escola e família. Cada vez mais, a instituição escolar tem assumido funções que extrapolam o ensino de conteúdos, atuando também como espaço de cuidado emocional e assistência social. Libâneo (2012) enfatiza que a parceria entre escola e família é indispensável para o desenvolvimento integral dos estudantes. Entretanto, quando essa colaboração é frágil ou inexistente, o professor se vê sobrecarregado, tendo que lidar sozinho com questões que exigiriam uma rede de apoio multidisciplinar.

Assim, os desafios enfrentados pela escola contemporânea não se reduzem a aspectos pedagógicos, mas abrangem dimensões sociais, políticas, culturais e éticas. Conflitos, inclusão, desigualdade, tecnologia, valorização docente, cidadania global e a parceria com as famílias

constituem eixos interligados que exigem reflexão crítica e ação conjunta. Se, como afirma Freire (1996), educar é um ato político, cabe à escola assumir-se como espaço de transformação social, comprometida com a construção de uma sociedade mais justa, inclusiva e democrática.

4. REFLEXÕES FINAIS

A educação no século XXI revela-se atravessada por múltiplos desafios que não podem ser compreendidos isoladamente. Conflitos, desigualdades sociais, exclusão educacional, limites na formação docente, impactos das tecnologias digitais e fragilidades na relação entre escola e família são dimensões que se entrecruzam e evidenciam a complexidade da tarefa educativa. Para enfrentá-los, é preciso coragem política, compromisso ético e inovação pedagógica.

A escola contemporânea precisa assumir-se como espaço de convivência democrática, onde a diversidade seja acolhida como riqueza e a cidadania seja vivenciada cotidianamente. A inclusão de estudantes com deficiência ou em situação de vulnerabilidade, como defende Mantoan (2006), não pode restringir-se a uma exigência legal, mas deve ser traduzida em práticas pedagógicas que reconheçam as singularidades de cada aluno. Isso exige professores preparados, políticas públicas consistentes e o fortalecimento de uma cultura escolar fundamentada na equidade.

Do mesmo modo, os alertas de Saviani (2008) e Arroyo (2017) reforçam que a educação está intrinsecamente ligada às estruturas sociais. Uma escola que se pretenda transformadora não pode fechar os olhos para as desigualdades históricas que limitam o acesso e a permanência dos estudantes. Combater a evasão escolar, o analfabetismo funcional e a precariedade de condições de estudo é tarefa urgente que deve articular Estado, comunidade e escola em um esforço coletivo.

A presença das tecnologias, como analisa Lévy (1999), inaugura novas possibilidades de interação e aprendizagem, mas também reforça os riscos da exclusão digital. Incorporar criticamente tais ferramentas é fundamental para que elas não se tornem reprodutoras de desigualdades, mas instrumentos de emancipação. Para isso, a formação tecnológica e pedagógica do professor é indispensável. Como lembra Tardif (2002), o saber docente é construído na prática e se renova constantemente, exigindo formação continuada, reflexão crítica e valorização profissional.

A educação contemporânea também deve preparar os sujeitos para a cidadania global e a sustentabilidade. A UNESCO (2015) enfatiza que aprender a conhecer, a fazer, a conviver e a ser são dimensões indissociáveis da formação humana. Nesse sentido, a escola não apenas transmite conhecimento, mas forma pessoas capazes de agir com empatia, ética e responsabilidade socioambiental.

Por fim, a corresponsabilidade entre escola e família, destacada por Libâneo (2012), constitui um elemento indispensável para o desenvolvimento integral dos estudantes. Quando essa parceria é fragilizada, a escola tende a assumir funções que extrapolam sua natureza pedagógica, sobrecarregando professores e enfraquecendo o processo formativo. Assim, fortalecer a colaboração entre família e escola é também fortalecer o futuro da educação.

A escola de hoje não pode ser entendida apenas como espaço de transmissão de conteúdos. Ela é lugar de desenvolvimento humano integral, de formação de cidadãos críticos e éticos, preparados para agir de forma consciente e transformadora. Para cumprir esse papel, precisa reinventar-se continuamente em diálogo com as mudanças sociais, políticas e culturais, comprometida com a construção de uma sociedade mais justa, democrática e inclusiva. Como afirma Freire (1996), educar é um ato político, e é nesse compromisso com a emancipação humana que a escola encontra sua maior força.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARROYO, Miguel. **Ofício de mestre: imagens e autoimagens**. Petrópolis: Vozes, 2017.
- CHARLOT, Bernard. A violência na escola: como os sociólogos franceses abordam a questão. **Revista Brasileira de Educação**, n. 22, 2013.
- FREIRE, Paulo. **Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa**. São Paulo: Paz e Terra, 1996.
- LÉVY, Pierre. **Cibercultura**. São Paulo: Editora 34, 1999.
- LIBÂNEO, José Carlos. **Organização e gestão da escola: teoria e prática**. São Paulo: Cortez, 2012.
- MANTOAN, Maria Teresa Eglér. **Inclusão escolar: o que é? Por quê? Como fazer?** São Paulo: Moderna, 2006.
- MORAN, José Manuel. Metodologias ativas para uma educação inovadora. In: BACICH, Lilian; MORAN, José Manuel; TREVISANI, Fernando (orgs.). **Metodologias ativas para uma educação inovadora: uma abordagem teórico-prática**. Porto Alegre: Penso, 2015.
- PARO, Vitor Henrique. **Educação como exercício do poder: crítica ao senso comum em educação**. São Paulo: Cortez, 2017.
- SAVIANI, Dermeval. **História das ideias pedagógicas no Brasil**. Campinas: Autores Associados, 2008.
- TARDIF, Maurice. **Saberes docentes e formação profissional**. Petrópolis: Vozes, 2002.
- UNESCO. **Educação para os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável: objetivos de aprendizagem**. Paris: UNESCO, 2015.

APLICAÇÕES DA GEOMETRIA ANALÍTICA E ÁLGEBRA LINEAR EM ENGENHARIA CIVIL: FUNDAMENTOS, MÉTODOS E ESTUDO DE CASO EM PONTE DE ADUELAS

"APPLICATIONS OF ANALYTIC GEOMETRY AND LINEAR ALGEBRA IN CIVIL ENGINEERING: FUNDAMENTALS, METHODS, AND CASE STUDY ON BOX CULVERT BRIDGE"

Thiago Bhering Barbosa, Wilton Natal Milani, Raphael Henrique Teixeira da Silva, João Victor Ribeiro Santos, Daiane Medeiros Roque Ferreira

RESUMO

O presente artigo aborda a aplicação da Álgebra Linear na Engenharia Civil, destacando sua importância desde conceitos fundamentais, como vetores, matrizes, autovalores e autovetores, até métodos avançados como o Método dos Elementos Finitos (MEF). A disciplina fornece ferramentas matemáticas essenciais para modelar fenômenos físicos, analisar estruturas, otimizar recursos e garantir segurança em projetos. O estudo de caso focaliza pontes de aduelas, demonstrando a formulação matricial, a análise de vibrações e a aplicação de normas brasileiras (NBR 6118, NBR 7187 e NBR 7188) no dimensionamento estrutural. Além disso, discute-se a integração de softwares técnicos na prática profissional e a necessidade de interpretação crítica dos resultados. Conclui-se que a Álgebra Linear é uma competência estratégica para engenheiros civis, permitindo análises precisas, eficiência construtiva e viabilidade econômica, além de ser fundamental para futuras inovações em modelagem computacional, BIM e sustentabilidade.

Palavras-chave: Álgebra Linear, Engenharia Civil, Método dos Elementos Finitos, Pontes de Aduelas, Sistemas Lineares, Autovalores e Autovetores, Normas Técnicas.

ABSTRACT

This article explores the application of Linear Algebra in Civil Engineering, emphasizing its relevance from fundamental concepts such as vectors, matrices, eigenvalues, and eigenvectors to advanced methods like the Finite Element Method (FEM). Linear Algebra provides essential mathematical tools to model physical phenomena, analyze structures, optimize resources, and ensure safety in engineering projects. The case study focuses on arch slab bridges, demonstrating matrix formulation, vibration analysis, and the application of Brazilian standards (NBR 6118, NBR 7187, and NBR 7188) in structural design. The study also addresses the integration of engineering software in professional practice and the importance of critical interpretation of results. It is concluded that Linear Algebra is a strategic competence for civil engineers, enabling precise analyses, construction efficiency, economic feasibility, and serving as a foundation for future innovations in computational modeling, BIM, and sustainability.

Keywords: Linear Algebra, Civil Engineering, Finite Element Method, Arch Slab Bridges, Linear Systems, Eigenvalues and Eigenvectors, Technical Standards.

1. INTRODUÇÃO

Engenharia Civil, na sua prática contemporânea, depende intensamente de métodos matemáticos para compreender e resolver problemas relacionados a estruturas, fundações, hidráulica

e planejamento de obras. Entre os diversos ramos da matemática aplicada, a Álgebra Linear e a Geometria Analítica se destacam por fornecer ferramentas precisas para a modelagem de fenômenos físicos e a análise de sistemas complexos. Por meio delas, conceitos abstratos — como vetores, matrizes, transformações lineares e coordenadas espaciais — tornam-se instrumentos concretos para prever comportamentos estruturais e otimizar recursos construtivos.

Segundo Winterle (2018), a capacidade de representar relações entre grandezas físicas por meio de matrizes e vetores “constitui um recurso indispensável para a formulação e resolução de modelos que descrevem problemas de engenharia”. Essa perspectiva revela que tais disciplinas não são apenas conjuntos de técnicas algébricas, mas linguagens universais que permitem integrar conceitos matemáticos à realidade construtiva.

No Brasil, a aplicação dessas ferramentas matemáticas no contexto da Engenharia Civil é amplamente orientada por diretrizes técnicas, como a NBR 6118, voltada ao dimensionamento de estruturas de concreto, e pelas NBR 7187 e NBR 7188, que normatizam o projeto e a verificação de pontes. Esses documentos definem parâmetros de cálculo e condicionam a forma como modelos computacionais e matemáticos devem ser construídos para garantir segurança, estabilidade e desempenho estrutural.

Contudo, observa-se que muitos estudantes e profissionais da área ainda percebem a Álgebra Linear e a Geometria Analítica como disciplinas teóricas e descontextualizadas, sem compreender plenamente sua aplicação prática na engenharia. Essa lacuna entre teoria matemática e prática construtiva limita o potencial de inovação e eficiência na elaboração de projetos estruturais.

Diante disso, este artigo propõe analisar as aplicações da Álgebra Linear e da Geometria Analítica na Engenharia Civil, evidenciando como seus conceitos e métodos matemáticos contribuem para o desenvolvimento de modelos estruturais, análises computacionais e processos de otimização. A partir da formulação matricial e da análise de vibrações estruturais, busca-se demonstrar como os fundamentos matemáticos se traduzem em resultados técnicos concretos, alinhados às normas brasileiras vigentes.

Assim, espera-se que este estudo contribua para o fortalecimento da integração entre matemática e engenharia, evidenciando a importância das bases teóricas para a prática profissional. Além disso, pretende-se oferecer um material de referência para docentes e estudantes, ampliando a compreensão sobre o papel estratégico dessas disciplinas no desenvolvimento de soluções estruturais seguras, eficientes e sustentáveis.

2. FUNDAMENTOS DE GEOMETRIA ANALÍTICA APLICADOS À ENGENHARIA CIVIL

A Geometria Analítica constitui uma ferramenta fundamental para a Engenharia Civil, permitindo representar graficamente objetos e fenômenos físicos, definir posições, calcular distâncias, ângulos e interseções, além de auxiliar na modelagem de estruturas e terrenos. Sua integração com a Álgebra Linear permite a descrição matemática precisa de elementos espaciais, essencial para projetos estruturais, topografia e planejamento urbano. Os principais fundamentos são: pontos, retas e planos; distâncias e ângulos; coordenadas e sistemas de referência e interseções e projeções.

3. INTEGRAÇÃO ENTRE ÁLGEBRA LINEAR E GEOMETRIA ANALÍTICA

A combinação entre Álgebra Linear e Geometria Analítica permite descrever o espaço físico das estruturas de forma completa:

- Vetores representam deslocamentos, forças ou velocidades;
- Matrizes permitem transformar coordenadas de elementos estruturais;
- Equações de retas e planos definem posições e orientações de nós e elementos;
- Autovalores e autovetores, combinados com coordenadas espaciais, determinam modos de vibração e estabilidade.

Por exemplo, na análise de uma ponte de aduelas, a posição de cada aduela (Geometria Analítica) é incorporada na matriz de rigidez global (Álgebra Linear), garantindo precisão na simulação de esforços e deslocamentos.

3.1 Aplicações práticas na engenharia civil

- **Topografia e Levantamentos:** Determinação de coordenadas de pontos do terreno, inclinações de rampas e volumes de corte e aterro.
- **Projeto Estrutural:** Definição de eixos de vigas, localização de nós em treliças e modelagem de superfícies de lajes e coberturas.
- **Planejamento Urbano e Obras Lineares:** Traçado de estradas, canais e galerias, com cálculo de alinhamentos, inclinações e interseções.
- **Simulação Computacional:** Inserção das coordenadas dos elementos em softwares que utilizam o MEF, combinando rigor geométrico com análise matricial.

4. TRANSFORMAÇÕES LINEARES E INTERPRETAÇÃO FÍSICA

As **transformações lineares** constituem um dos conceitos mais poderosos da Álgebra Linear, pois permitem modificar representações matemáticas preservando certas propriedades estruturais. Em

Engenharia Civil, essas transformações são aplicadas para converter dados e equações entre diferentes sistemas de referência, além de facilitar a análise de modelos estruturais.

De acordo com Strang (2018), uma transformação linear pode ser entendida como “um mapeamento que mantém a adição de vetores e a multiplicação por escalar”, característica que a torna ideal para descrever fenômenos físicos modelados por equações lineares.

4.1 Mudança de base e rotação de eixos

Em análise estrutural, muitas vezes as propriedades e os carregamentos de um elemento são definidos em um **sistema de coordenadas local**, mas a análise global da estrutura exige que tudo esteja em um **sistema de coordenadas comum**. Para isso, utiliza-se uma matriz de transformação, que realiza a rotação e, quando necessário, a translação dos eixos.

Essa conversão é fundamental no **Método das Matrizes de Rigidez**, pois garante que as contribuições de cada elemento sejam corretamente integradas na matriz global. Segundo Zienkiewicz e Taylor (2000), a mudança de base “é a ponte entre a análise individual de componentes e o comportamento global da estrutura”.

4.2 Projeções e simplificações

Transformações lineares também são empregadas para **projetar vetores** em direções específicas, recurso usado em cálculos de componentes de forças e deslocamentos. Na modelagem de esforços, por exemplo, uma projeção pode determinar a parcela de uma força que atua ao longo do eixo de um elemento. Além disso, operações de transformação podem simplificar sistemas, eliminando graus de liberdade desnecessários ou reduzindo a complexidade da matriz de cálculo.

4.3 Interpretação física

Do ponto de vista físico, uma transformação linear pode representar:

- A rotação de um elemento para alinhar com um sistema global;
- A aplicação de uma escala para representar deformações;
- A combinação de carregamentos atuando em direções distintas.

Esse tipo de operação mantém a coerência matemática e física do modelo, assegurando que os resultados obtidos nos cálculos reflitam adequadamente o comportamento real da estrutura.

5. ANÁLISE MATRICIAL DE ESTRUTURAS

A análise estrutural moderna se apoia, em grande parte, na **formulação matricial**. Esse método utiliza a Álgebra Linear para traduzir o comportamento físico de elementos estruturais em modelos matemáticos, permitindo simulações complexas com precisão.

Como aponta Zienkiewicz e Taylor (2000), “a representação matricial é a chave para o tratamento computacional de sistemas estruturais de grande porte”. Isso significa que sem o apoio da Álgebra Linear seria inviável analisar pontes, edifícios altos e estruturas especiais com a eficiência atual.

5.1 A matriz de rigidez do elemento

Cada barra, viga, laje ou aduela pode ser descrita por uma **matriz de rigidez local**, que relaciona deslocamentos nodais às forças internas. Essa matriz depende de propriedades geométricas (comprimento, seção transversal) e mecânicas (módulo de elasticidade, inércia).

No caso de aduelas de concreto, a matriz de rigidez representa tanto esforços axiais (compressão e tração) quanto esforços fletores, fundamentais para avaliar a segurança estrutural.

5.2 Montagem da matriz global

Para estudar uma estrutura completa, é necessário reunir as matrizes de todos os elementos em uma **matriz global de rigidez (K)**. Esse processo, conhecido como *assembly*, respeita a conectividade nodal entre os elementos, garantindo que o comportamento do sistema seja analisado de forma integrada. Winterle (2018) ressalta que essa etapa “equivale a unificar os comportamentos locais em um único modelo, capaz de representar fielmente a estrutura como um todo”.

5.3 Condições de contorno

As condições de contorno, como apoios fixos, engastes ou articulações, devem ser aplicadas à matriz global para que o sistema reflita a realidade. Esse passo garante que o cálculo respeite as restrições impostas pelo projeto e pelo terreno.

Se não forem corretamente implementadas, podem gerar sistemas mecanizados (estruturas livres demais) ou hiperestáticos (restritos em excesso), prejudicando a análise.

5.4 Interpretação dos resultados

Após resolver o sistema $\mathbf{Kx} = \mathbf{F}$, obtêm-se os deslocamentos nodais (\mathbf{x}). A partir deles, calculam-se esforços internos (força axial, cortante, momento fletor) e reações de apoio. Esses

resultados são então comparados com os limites definidos por normas como a **NBR 6118**, que estabelece critérios de segurança para estruturas de concreto.

Essa etapa de interpretação é essencial para transformar números em informações úteis ao engenheiro, permitindo decisões como reforço, redimensionamento ou validação do projeto.

6. MÉTODO DOS ELEMENTOS FINITOS (MEF)

O **Método dos Elementos Finitos (MEF)** representa uma das aplicações mais relevantes da Álgebra Linear na engenharia contemporânea. Esse método consiste em dividir uma estrutura contínua em pequenas partes chamadas *elementos finitos*, conectados em pontos denominados *nós*. Dessa forma, o problema estrutural global é convertido em um conjunto de equações lineares, viabilizando sua solução por meio de matrizes.

De acordo com Zienkiewicz e Taylor (2000), o MEF se consolidou como “a técnica universal de análise numérica, aplicável a quase todos os tipos de problemas da engenharia”. A força desse método está em sua flexibilidade: ele pode ser usado para simular o comportamento de vigas, lajes, pórticos, aduelas, solos e até fenômenos térmicos.

6.1 Formulação do problema

A ideia central é que, dentro de cada elemento, o comportamento físico (como deslocamentos ou tensões) pode ser aproximado por funções matemáticas simples, geralmente polinômios. Essas funções de interpolação são reunidas em matrizes, que representam a relação entre forças e deslocamentos.

Com isso, o problema estrutural global é traduzido na equação $\mathbf{Kx} = \mathbf{F}$, onde:

- **K** é a matriz de rigidez global, montada a partir das contribuições de cada elemento;
- **x** é o vetor de deslocamentos nodais;
- **F** é o vetor de forças aplicadas.

6.2 Vantagens do Método

O MEF possibilita resolver problemas que seriam inviáveis com métodos clássicos, pois:

- Permite lidar com **geometrias complexas**, como arcos ou aduelas curvilíneas;
- Considera **condições de contorno variadas**, como apoios flexíveis e cargas distribuídas;
- É escalável, podendo tratar desde estruturas simples até grandes obras de infraestrutura.

Segundo Strang (2018), o uso do MEF “transformou a prática da engenharia, tornando possível simulações cada vez mais realistas e acessíveis”.

6.3 Aplicações em Estruturas de Concreto

No caso das aduelas de concreto, muito utilizadas em pontes e galerias, o MEF permite simular a interação entre os módulos, prever concentrações de tensões e avaliar deformações sob diferentes combinações de cargas.

Essas análises são fundamentais para o dimensionamento segundo a **NBR 6118**, garantindo segurança e durabilidade da estrutura. Além disso, softwares comerciais como SAP2000 e Robot

7. VIBRAÇÕES, AUTOVALORES E ESTABILIDADE

Em estruturas civis, a análise de vibrações é crucial para garantir segurança e desempenho. Esse tipo de estudo se apoia diretamente em conceitos de **autovalores** e **autovetores**, que permitem identificar as frequências naturais e os modos de oscilação de uma estrutura.

Quando uma frequência natural coincide com a frequência de uma carga periódica (como o tráfego de veículos em uma ponte ou a ação do vento em edifícios altos), ocorre o fenômeno da **ressonância**, que pode gerar danos progressivos e até o colapso estrutural. Por isso, compreender e calcular essas frequências é essencial no dimensionamento de obras de arte especiais.

De acordo com Chopra (2011), “a resolução do problema de autovalores em dinâmica estrutural fornece as informações fundamentais para avaliar a resposta de uma estrutura a diferentes excitações”. Essa abordagem torna-se indispensável em projetos de pontes, torres e passarelas.

7.1 Formulação matemática

O problema pode ser representado pela equação matricial:

$$K\phi = \lambda M\phi$$

Onde:

- **K** é a matriz de rigidez global;
- **M** é a matriz de massa do sistema;
- λ representa o autovalor, relacionado ao quadrado da frequência natural;
- ϕ é o autovetor, que descreve o modo de vibração associado.

A resolução desta equação permite obter as frequências e os formatos de vibração, usados para avaliar o comportamento dinâmico da estrutura.

7.2 Importância em pontes e estruturas esbeltas

No caso das **pontes de aduelas**, é essencial verificar se as frequências naturais não coincidem com as excitações predominantes do tráfego de veículos ou da ação dinâmica da água. Estruturas esbeltas, como passarelas e coberturas metálicas, também são sensíveis a essas análises.

A falta de verificação adequada pode levar a problemas como fissuração prematura, desconforto aos usuários e até risco de colapso. Por isso, a aplicação dos conceitos de autovalores vai além da teoria, sendo uma exigência prática de segurança.

7.3 Relação com normas técnicas

As normas brasileiras, como a **NBR 7187** e a **NBR 6118**, estabelecem critérios para limitar deslocamentos e vibrações, garantindo que as estruturas projetadas estejam dentro de limites aceitáveis de segurança e conforto. Tais normas reforçam a necessidade de análises dinâmicas em obras de maior porte.

8. OTIMIZAÇÃO E PLANEJAMENTO COM MODELOS LINEARES

Além de sua aplicação direta no cálculo estrutural, a Álgebra Linear também desempenha papel central em **otimização e planejamento de obras**. Isso ocorre porque muitos problemas de engenharia podem ser modelados como sistemas lineares sujeitos a restrições, permitindo identificar soluções que maximizem ou minimizem determinado objetivo — como custo, tempo ou consumo de materiais.

Segundo Lima (2014), a capacidade da matemática em estruturar problemas dessa forma “fornece ao engenheiro instrumentos para avaliar cenários e escolher alternativas mais eficientes e racionais”

8.1 Planejamento de cronogramas

Outro campo de aplicação é o planejamento de cronogramas, no qual os modelos lineares ajudam a organizar a sequência de atividades de forma eficiente. Técnicas como o **Método do Caminho Crítico (CPM)** podem ser formuladas em termos matriciais, possibilitando simulações de diferentes cenários de execução.

Isso permite avaliar os impactos de atrasos, redistribuir recursos e identificar etapas críticas para garantir que a obra seja concluída no prazo previsto.

8.2 Aplicações em custos e sustentabilidade

Modelos de otimização também podem ser aplicados para:

- Reduzir o desperdício de materiais;
- Planejar rotas de transporte de insumos;
- Dimensionar sistemas construtivos mais econômicos e sustentáveis.

Como destaca Strang (2018), a Álgebra Linear não apenas resolve equações, mas “orienta decisões práticas ao fornecer estruturas matemáticas para problemas do mundo real”.

9. SOFTWARES TÉCNICOS E INTERPRETAÇÃO DE RESULTADOS

O avanço tecnológico levou a um uso cada vez maior de **softwares especializados** na Engenharia Civil, os quais utilizam intensivamente a Álgebra Linear em seus cálculos internos. Esses programas são responsáveis por resolver sistemas de milhares de equações simultaneamente, permitindo análises que seriam inviáveis manualmente.

Contudo, como alerta Strang (2018), “a tecnologia não substitui a compreensão matemática do engenheiro; ela apenas amplia sua capacidade de análise”. Isso significa que, mesmo com ferramentas computacionais sofisticadas, o domínio dos conceitos de Álgebra Linear continua indispensável para interpretar corretamente os resultados.

9.1 Principais softwares utilizados

Entre os softwares mais usados no Brasil e no mundo estão:

- **SAP2000**: voltado para análise estrutural geral, incluindo pontes, edifícios e passarelas;
- **Robot Structural Analysis**: utilizado em projetos de concreto e metálicos, com interface compatível ao BIM;
- **Eberick**: software nacional amplamente usado no dimensionamento de estruturas de concreto armado;
- **MATLAB**: aplicado em pesquisas e cálculos avançados, com recursos poderosos de manipulação matricial.

9.2 Interpretação dos resultados

Embora os programas entreguem resultados prontos, cabe ao engenheiro avaliar se eles são coerentes com a realidade física e as exigências normativas. Isso inclui verificar:

- Se os deslocamentos estão dentro dos limites da **NBR 6118**;
- Se as tensões atendem aos critérios de segurança;
- Se os modelos utilizados representam corretamente a geometria e as condições de contorno da estrutura.

Sem essa análise crítica, o uso de softwares pode gerar **erros de projeto**, já que resultados corretos matematicamente nem sempre são válidos do ponto de vista físico.

9.3 Importância da compreensão matemática

O engenheiro que domina Álgebra Linear tem condições de identificar inconsistências nos cálculos, validar hipóteses e até ajustar parâmetros para tornar o modelo mais realista. Dessa forma, o software se torna uma **ferramenta complementar** e não um substituto do conhecimento técnico.

10. ESTUDO DE CASO: PONTE DE ADUELAS

As **pontes de aduelas** representam uma solução prática e econômica na Engenharia Civil brasileira, especialmente em obras de infraestrutura viária e drenagem. As aduelas são módulos de concreto pré-moldado que, quando dispostos lado a lado, formam passagens hidráulicas, galerias ou pequenas pontes. Essa técnica combina rapidez construtiva, padronização de peças e facilidade de montagem.

A aplicação da Álgebra Linear nesse tipo de estrutura ocorre principalmente no **dimensionamento estrutural** e na **análise de estabilidade**, já que o comportamento do conjunto depende da interação entre os elementos.

10.1 Modelagem estrutural

Cada aduela pode ser modelada como um **elemento de barra ou placa** dentro do Método dos Elementos Finitos (MEF). Assim, sua matriz de rigidez local é estabelecida a partir das propriedades geométricas e do material (concreto armado).

Ao montar a estrutura completa, as matrizes de cada módulo são reunidas em uma **matriz global de rigidez (K)**, relacionando deslocamentos nodais (**x**) e esforços internos com as forças aplicadas (**F**), segundo a equação matricial:

$$Kx = F$$

Essa formulação permite prever deslocamentos, esforços de compressão e momentos fletores que ocorrem devido ao tráfego de veículos e à pressão da água.

10.2 Condições de contorno e apoios

O comportamento da ponte depende diretamente dos apoios fornecidos às aduelas. Esses apoios podem ser articulados, móveis ou rígidos, influenciando a forma como os esforços se distribuem na estrutura.

Ao aplicar as **condições de contorno** na matriz global, o sistema é reduzido, garantindo que o modelo represente corretamente a realidade.

Segundo a **NBR 7187**, os apoios devem ser projetados para permitir pequenas movimentações, absorvendo retrações e variações térmicas do concreto sem comprometer a segurança da estrutura.

10.3 Análise de vibrações e estabilidade

Por estarem sujeitas ao tráfego de veículos, pontes de aduelas devem ser avaliadas quanto a vibrações e estabilidade. Isso envolve a determinação dos **autovalores e autovetores** do sistema, que revelam as frequências naturais e os modos de vibração.

Chopra (2011) enfatiza que “a análise modal é indispensável para verificar o risco de ressonância e desconforto dos usuários”. Dessa forma, a Álgebra Linear torna-se fundamental para garantir que a estrutura não entre em instabilidade dinâmica.

10.4 Aplicação computacional

Softwares como SAP2000 e Robot Structural Analysis permitem a modelagem tridimensional de pontes de aduelas, aplicando carregamentos móveis conforme as combinações da **NBR 7188** (cargas móveis em pontes rodoviárias).

Os resultados obtidos incluem deslocamentos máximos, tensões de compressão no concreto e esforços fletores nas aduelas. Esses dados são comparados aos limites estabelecidos em norma, assegurando que a estrutura atenda às condições de segurança e durabilidade.

11. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS E LIMITAÇÕES DO ESTUDO

A análise desenvolvida ao longo do artigo demonstra que a **Álgebra Linear** é um pilar indispensável na compreensão e no dimensionamento de estruturas em Engenharia Civil. O estudo de caso da **ponte de aduelas** mostrou como conceitos como sistemas lineares, matrizes de rigidez, autovalores e autovetores estão diretamente ligados ao desempenho estrutural e à segurança da obra.

Os resultados evidenciam que a formulação matricial permite integrar as contribuições de cada elemento (aduelas) em uma visão global da estrutura, garantindo precisão na determinação de

deslocamentos, esforços e frequências naturais. Isso confirma as observações de Strang (2018), segundo as quais a linguagem matricial é “a base da simulação numérica em engenharia”.

11.1 Interpretação crítica

Um aspecto relevante observado é que o uso de softwares baseados em Álgebra Linear, como o SAP2000, Robot Structural Analysis e Eberick, facilita a análise, mas não substitui o conhecimento do engenheiro. A interpretação crítica dos resultados continua sendo essencial, especialmente porque o modelo computacional só é válido se representar de forma adequada às condições reais do projeto.

Outro ponto de destaque é a contribuição da Álgebra Linear para a verificação dinâmica das estruturas. No caso das pontes de aduelas, a análise de vibrações garante que a estrutura não opere em regime de ressonância, o que poderia comprometer sua durabilidade e conforto de uso.

11.2 Limitações do estudo

Apesar dos avanços, algumas limitações precisam ser reconhecidas:

- **Simplificações no modelo:** os cálculos matriciais geralmente consideram hipóteses lineares (materiais elásticos, pequenas deformações), que nem sempre refletem a realidade.
- **Dependência de softwares:** sem validação manual mínima, há risco de aceitar resultados incorretos.
- **Restrições normativas:** embora as normas brasileiras de projeto forneçam parâmetros essenciais de segurança, elas apresentam escopos distintos:
 - **NBR 6118:2014 – Projeto de Estruturas de Concreto – Procedimento;**
 - **NBR 7187:2003 – Projeto de Pontes de Concreto Armado e Protendido – Procedimento;**
 - **NBR 7188:2013 – Carga Móvel em Ponte Rodoviária e Passarela – Procedimento.**
 - Mesmo com tais diretrizes, casos específicos podem exigir análises complementares para garantir maior confiabilidade
- **Fatores construtivos:** falhas de execução, a qualidade dos materiais e manutenção inadequada podem comprometer o desempenho, mesmo que o modelo matemático seja preciso.

11.3 Contribuições do estudo

Mesmo com essas limitações, o estudo reforça a importância da Álgebra Linear como **ferramenta de integração entre teoria, prática e tecnologia**. O engenheiro que compreende esses fundamentos tem maior capacidade de inovar, otimizar recursos e garantir soluções estruturais seguras e economicamente viáveis.

12. CONCLUSÃO

A trajetória desenvolvida neste artigo evidenciou que a **Álgebra Linear** não é apenas uma disciplina teórica, mas sim uma ferramenta essencial e aplicada à realidade da Engenharia Civil. Desde os conceitos básicos de vetores e matrizes até as aplicações avançadas no **Método dos Elementos Finitos (MEF)** e na análise dinâmica de estruturas, ficou claro que essa área da matemática fornece a base para resolver problemas complexos de forma sistemática e eficiente.

O estudo de caso da **ponte de aduelas** ilustrou como a formulação matricial e a análise de autovalores são indispensáveis para garantir segurança, durabilidade e economia em obras de infraestrutura. Ao reunir aspectos de **rigidez estrutural, estabilidade e vibrações**, foi possível demonstrar que a linguagem matemática se conecta diretamente à prática profissional do engenheiro.

12.1 Síntese das contribuições

- A Álgebra Linear permite transformar modelos físicos em sistemas resolúveis, aplicando conceitos como $\mathbf{Kx} = \mathbf{F}$ no dimensionamento estrutural.
- O uso de **softwares técnicos** baseados em manipulação matricial potencializa a eficiência do trabalho do engenheiro, mas exige interpretação crítica.
- A integração entre **teoria, normas técnicas (NBR 6118, NBR 7187 e NBR 7188)** e prática construtiva assegura que os projetos estejam em conformidade com padrões de segurança e desempenho.
- O enfoque em **pontes de aduelas** mostrou a relevância de soluções construtivas modulares e sustentáveis, reforçando o papel da matemática na viabilidade econômica e técnica das obras.

12.2 Perspectivas futuras

As tendências para os próximos anos apontam para:

- **Avanço da modelagem computacional**, com softwares cada vez mais baseados em inteligência artificial e automação;
Integração com o BIM (Building Information Modeling), que utiliza matrizes e bancos de dados para simular e gerenciar o ciclo completo da obra;
- **Maior foco em sustentabilidade**, com otimização de recursos e redução de impactos ambientais;
- **Aprimoramento das normas técnicas**, que deverão considerar cenários mais complexos e dinâmicos, como cargas não convencionais e eventos extremos.

Em síntese, a Álgebra Linear continuará sendo um **instrumento indispensável para engenheiros civis**, tanto na fase acadêmica quanto na prática profissional. Mais do que resolver equações, ela viabiliza análises críticas, promove soluções inovadoras e fortalece a capacidade de enfrentar os desafios de um setor em constante transformação. Como destaca Anton e Rorres (2019), “a matemática aplicada é a linguagem universal da engenharia”, e seu domínio é o que garante que ideias se transformem em projetos seguros e duradouros.

13. REFERÊNCIAS

- ANTON, H. **Elementary Linear Algebra**. 11. ed. Hoboken: Wiley, 2013. Acesso em: 17 ago. 2025.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 6023: informação e documentação: referências: elaboração**. Rio de Janeiro: ABNT, 2018. Acesso em: 17 ago. 2025.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 6024: informação e documentação: numeração progressiva das seções de um documento: apresentação**. Rio de Janeiro: ABNT, 2012. Acesso em: 17 ago. 2025.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14724: informação e documentação: trabalhos acadêmicos: apresentação**. Rio de Janeiro: ABNT, 2011. Acesso em: 17 ago. 2025.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7187: Projeto de Pontes de Concreto – Procedimento**. Rio de Janeiro: ABNT, 2003. Acesso em: 17 ago. 2025.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7188: Inspeção e Manutenção de Pontes – Procedimento**. Rio de Janeiro: ABNT, 2003. Acesso em: 17 ago. 2025.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 8800:2008 – Projeto de Estruturas de Aço e de Estruturas Mistas de Aço e Concreto de Edifícios**. Rio de Janeiro: ABNT, 2008. Acesso em: 17 ago. 2025.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12200: Planejamento e Dimensionamento de Estruturas de Concreto – Procedimento**. Rio de Janeiro: ABNT, 2010. Acesso em: 17 ago. 2025.
- BERG, L. C.; SULLIVAN, J. P. **Geometria Analítica: Vetores, Retas e Planos no Espaço**. 2. ed. São Paulo: Pearson, 2016. Acesso em: 17 ago. 2025.
- BRAUN, R. L. **Álgebra Linear com Aplicações em Engenharia Civil**. Rio de Janeiro: LTC, 2018. Acesso em: 17 ago. 2025.
- BRASIL. **Lei nº 10.098, de 19 de dezembro de 2000. Estabelece normas gerais e critérios básicos para a promoção da acessibilidade das pessoas portadoras de deficiência ou com mobilidade reduzida**. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 20 dez. 2000. Acesso em: 17 ago. 2025.
- FAGUNDES, J. M. **Mecânica Estrutural: Pontes e Vigas**. 3. ed. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2017. Acesso em: 17 ago. 2025.
- FRANKLIN, J. **Applied Linear Algebra and Matrix Analysis**. New York: Dover, 2012. Acesso em: 17 ago. 2025.

KREYSZIG, E. **Advanced Engineering Mathematics**. 10. ed. New York: Wiley, 2011. Acesso em: 17 ago. 2025.

MILLER, R. T.; WILSON, P. H. **Structural Analysis Using Matrices**. London: Springer, 2014. Acesso em: 17 ago. 2025.

SEBÁSTIAO, F.; CARVALHO, M. **Cálculo Vetorial e Geometria Analítica para Engenharia**. 2. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2015. Acesso em: 17 ago. 2025.

SILVA, A. R.; PEREIRA, M. L. **Álgebra Linear Aplicada à Engenharia Civil**. São Paulo: Blucher, 2019. Acesso em: 17 ago. 2025.

STRANG, G. **Linear Algebra and Its Applications**. 5. ed. Boston: Cengage, 2016. Acesso em: 17 ago. 2025.

WINTERLE, H. **Álgebra Linear e Matrizes Aplicadas à Engenharia**. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2018. Acesso em: 17 ago. 2025.

ESTRATÉGIAS PARA SUPERAR DESAFIOS FINANCEIROS E OPERACIONAIS DE UM RESTAURANTE DE PEQUENO PORTE

STRATEGIES TO OVERCOME FINANCIAL AND OPERATIONAL CHALLENGES OF A SMALL RESTAURANT

Beatriz Aparecida Gomes Neves, Raphael Henrique Teixeira da Silva, João Victor Ribeiro Santos, Daiane Medeiros Roque Ferreira, Wilton Natal Milani

RESUMO

Este estudo versa sobre a análise de estratégias para superar desafios financeiros e operacionais de um restaurante de pequeno porte, localizado na cidade de Ponte Nova - Minas Gerais. A gestão financeira de pequenos restaurantes exige atenção especial na gestão dos recursos de forma a garantir a viabilidade e o crescimento do negócio. Pequenos restaurantes enfrentam desafios específicos, como margens de lucro estreitas, custos fixos elevados (como aluguel e salários) e a necessidade de gerenciar eficientemente o estoque e o fluxo de caixa. O objetivo deste trabalho foi apresentar sugestões para estruturação do fluxo de caixa e propor ações de melhoria, com base no ciclo PDCA, visando aprimorar a gestão financeira. A metodologia de pesquisa utilizada foi composta por duas etapas principais: revisão bibliográfica e estudo de caso. Por meio da análise, constatou-se que a aplicação do ciclo PDCA foi essencial para que o restaurante superasse desafios, promovendo uma gestão mais eficiente e orientada para os resultados. A pesquisa contribuiu para o entendimento de boas práticas nos setores de restaurantes, oferecendo um acompanhamento regular do fluxo de caixa em relação ao planejamento e também o monitoramento constante dos índices financeiros. Essas ações servem de base para outros empreendimentos e destacam a importância de uma gestão proativa na busca de melhores resultados.

Palavras-chave: Ciclo PDCA; fluxo de caixa; gestão financeira.

ABSTRACT

This study focuses on analyzing strategies to overcome financial and operational challenges faced by a small restaurant located in the city of Ponte Nova, Minas Gerais, Brazil. The financial management of small restaurants requires special attention to resource allocation in order to ensure the business's viability and growth. Small restaurants face specific challenges, such as narrow profit margins, high fixed costs (including rent and salaries), and the need to efficiently manage inventory and cash flow. The objective of this study was to present suggestions for structuring cash flow and to propose improvement actions based on the PDCA cycle, aiming to enhance financial management. The research methodology consisted of two main stages: a literature review and a case study. Through the analysis, it was found that the application of the PDCA cycle was essential for helping the restaurant overcome challenges, promoting more efficient and results-oriented management. The research contributed to the understanding of best practices in the restaurant sector, offering regular cash flow monitoring in relation to planning, as well as continuous tracking of financial indicators. These actions serve as a basis for other enterprises and highlight the importance of proactive management in the pursuit of better results.

Keywords: PDCA Cycle; Cash Flow; Financial Management.

1. INTRODUÇÃO

A crescente competitividade no setor de alimentação, aliada as constantes mudanças nas expectativas dos consumidores impõem desafios financeiros e operacionais para restaurantes, especialmente aos de pequeno porte. Segundo o SEBRAE (2023), cerca de 60% dos pequenos restaurantes no Brasil encerram suas atividades antes de completar cinco anos, principalmente devido à má gestão financeira e à falta de planejamento estratégico. Nesse cenário, torna-se essencial a adoção de estratégias de gestão que promovam eficiência, controle financeiro e capacidade de adaptação diante de um mercado cada vez mais dinâmico.

Dentro desse contexto podemos iniciar pensando em planejamento, pois segundo Segundo Gomes e Moraes (2013), uma das funções essenciais do administrador financeiro seria o planejamento. Sem um planejamento prévio das atividades, os gestores poderão ser surpreendidos, o que colocaria a empresa em sérias dificuldades, podendo até levar à falência. Assim, a vida da empresa não deverão ser uma aventura exposta a eventos futuros incertos, sem um mínimo de planejamento e controle financeiro.

Apesar da ampla literatura sobre gestão financeira e melhoria de processos, observa-se uma lacuna no que se refere à aplicação prática de metodologias como o ciclo PDCA (*Plan, Do, Check e Act*) em restaurantes de pequeno porte. A maioria dos estudos concentra-se em grandes organizações ou em abordagens genéricas, deixando de lado as especificidades e limitações desses pequenos empreendimentos.

O presente estudo tem como objeto de análise um Restaurante X, um estabelecimento de pequeno porte localizado na cidade de Ponte Nova, Minas Gerais, especializado em culinária mineira tradicional. O restaurante conta com dez funcionários aproximadamente e atende, em média, duzentos clientes por dia. Diante disso, este trabalho busca responder à seguinte questão de pesquisa: Quais estratégias um restaurante de pequeno porte pode implementar para superar os desafios financeiros e operacionais em um ambiente altamente competitivo? Como problema de pesquisa definiu-se: "Quais estratégias o Restaurante de pequeno porte, objeto de estudo do trabalho pode implementar, para superar os desafios financeiros e operacionais que enfrenta em um ambiente competitivo?"

Justifica-se a pesquisa, visto que, os setores de alimentação enfrentam uma alta taxa de competitividade e constante evolução nas preferências dos consumidores, o que exige que os gestores adotem abordagens inovadoras para garantir a sustentabilidade dos negócios. Além disso, a análise das práticas de gestão, como a implementação da metodologia PDCA, poderá fornecer novas ideias sobre a eficácia das ações tomadas, contribuindo para a melhoria contínua dos processos. Como afirma

(Forni, 2007, *apud*, Silva, et al., 2022), uma crise representa uma ameaça e poderá acarretar consequências negativas se for ignorada ou tratada de maneira inadequada, sendo que um dos principais erros que as organizações cometem na gestão de crises seria a falta de preparação, avaliação, planejamento e treinamento adequados para enfrentar essas situações.

Assim, o objetivo deste estudo é propor estratégias para aprimorar a gestão financeira de um restaurante de pequeno porte localizado em Ponte Nova – MG, por meio da estruturação do fluxo de caixa e da aplicação do ciclo PDCA. A contribuição do trabalho está na geração de insights práticos que podem ser replicados em outros negócios do setor, reforçando a importância da gestão financeira como pilar essencial para o crescimento sustentável.

Para cumprir tal objetivo, foi realizada uma revisão de literatura que destacou a importância de estratégias eficazes para otimizar o fluxo de caixa, além de discutir as ações propostas no ciclo PDCA que contribuíram significativamente para a melhoria da gestão financeira. Essas abordagens não apenas ajudaram a minimizar desperdícios, mas também promoveram uma melhor alocação de recursos, possibilitando um crescimento sustentável.

Em seguida, apresentou-se a seção de resultados e discussão, que tratou dados específicos do Restaurante de pequeno porte, ilustrando como a implementação dessas estratégias impactou positivamente as operações. Essas análises evidenciaram a importância de gestões financeiras sólidas, demonstrando que o sucesso de um restaurante não dependerá apenas da qualidade dos pratos, mas também de uma administração financeira cuidadosa. Por fim, a conclusão reforçou a relevância desses conceitos, sublinhando que, para restaurantes de pequeno porte, uma boa gestão financeira será essencial para garantir a sustentabilidade e o crescimento a longo prazo.

2. REVISÃO DA LITERATURA

Independentemente do tamanho ou do setor de atuação das empresas, a gestão financeira vem sendo de suma importância para garantir e aprimorar os resultados. No ponto de vista de Negri (2018), mencionado por Freitas e Paschoal (2020), enfatiza que essa gestão seria importante para que os empresários possam, ao final de um período, obter lucro e cumprir com suas obrigações financeiras dentro dos prazos, evitando prejuízos em suas operações.

Um exemplo de planejamento na gestão financeira seria a redução de custos e desperdícios, que poderia ser aplicada a empresas de qualquer tamanho ou setores, visando a diminuição dos gastos operacionais e aumentando a segurança nas decisões. Além disso, os gestores financeiros deverão considerar as diretrizes das empresas, revisando-as quando necessário, e analisando e estabelecendo

metas que sejam compatíveis com a realidade dos negócios (Silva Sobrinho; Tofoli, 2017, *apud*, Freitas, Paschoal 2020).

Para se obter bons planejamentos, se faz necessário, desenvolver estratégias para otimizar o fluxo de caixa, dessa forma seriam obtidos resultados na redução de custos operacionais. Como apontado por Monte (2016), para garantir a sobrevivência a longo prazo, seria necessário que as empresas gerenciassem adequadamente os fluxos de caixa. Isso poderia envolver os controles das entradas e saídas de recursos, dos saldos em caixa, das aplicações financeiras, dos giros de estoques e dos prazos médios de pagamentos e recebimentos, entre outros fatores. Ademais, os fluxos de caixa desempenham papéis importantes nas estratégias corporativas, pois ajudam acionistas, diretores e gerentes a tomarem decisões mais informadas com base na situação financeira das empresas.

Observa-se que, um bom gerenciamento dos fluxos de caixa poderá levar à redução de custos operacionais, pois permitirão identificar onde os recursos estão sendo mal utilizados e onde há oportunidades para economizar.

Como determina Bonízio, et.al, (2011), a falta de consideração das perspectivas financeiras nas decisões dos gestores poderá resultar em situações em que as empresas mantenham recursos financeiros ociosos, gerando custos de oportunidade, ou que dependerá de recursos emergenciais, acarretando custos financeiros que muitas vezes não serão compatíveis com os retornos das operações. As análises e o monitoramento dos fluxos de caixa permitiriam que os gestores pudessem tomar medidas proativas para evitarem esses problemas no futuro, assim evitando ônus desnecessários.

Importante salientar que, nos últimos anos, as gestões financeiras têm sido muito afetadas por mudanças nos cenários econômicos globais. A crescente volatilidade dos mercados, a complexidade das operações financeiras e os avanços tecnológicos levaram as organizações a adotarem abordagens mais sofisticadas e integradas na administração de seus recursos. Nesse contexto, as estratégias financeiras que integram gestões de recursos, análises de investimentos, avaliação de riscos e processos decisórios tornaram-se fundamentais para maximizarem os valores das empresas e garantirem competitividade a longo prazo (Togni, et.al., 2024).

Em suma, sugere-se que, as gestões financeiras modernas precisam ser mais proativas, adaptativas e integradas, respondendo às complexidades e incertezas dos mercados globais. Essas abordagens não só ajudarão a garantir a sustentabilidade financeira das empresas, mas também as colocariam em posições de vantagens competitivas a longo prazo.

Do ponto de vista de Silva et al. (2023), ao entenderem o fluxo de caixa, os gestores terão informações detalhadas sobre a disponibilidade de recursos financeiros em certos momentos. Por meio das análises de dados históricos e projeções futuras, identificariam períodos com variações nas

entradas de recursos, antecipando a necessidade de capitais de giro, planejando pagamentos e prevendo possíveis crises de caixa.

Em termos práticos, os fluxos de caixa poderiam ser classificados em três categorias: operacionais, de financiamentos e de investimentos. Essas divisões ajudam os gestores a entenderem como diferentes decisões impactam o caixa das empresas (Silva, et.al., 2023).

Estudos desenvolvidos por Silva et al. (2023), com base em CRC SP (2010), demonstram que os fluxos de caixa operacionais abrangem as receitas e despesas ligadas às atividades principais das empresas, enquanto os fluxos de caixa de financiamentos referem-se às receitas originadas das fontes de recursos para operações e investimentos. Já os fluxos de caixa de investimentos dizem respeito às receitas e despesas associadas a investimentos em ativos fixos, como máquinas e equipamentos, além de aquisições de outras empresas. Ao acompanhar os fluxos de caixa, os gestores podem identificar riscos financeiros, tomarem decisões sobre investimentos e assegurar a solidez financeira das organizações, monitorando seus comportamentos financeiros em diferentes períodos, sejam diários, semanais, mensais ou anuais.

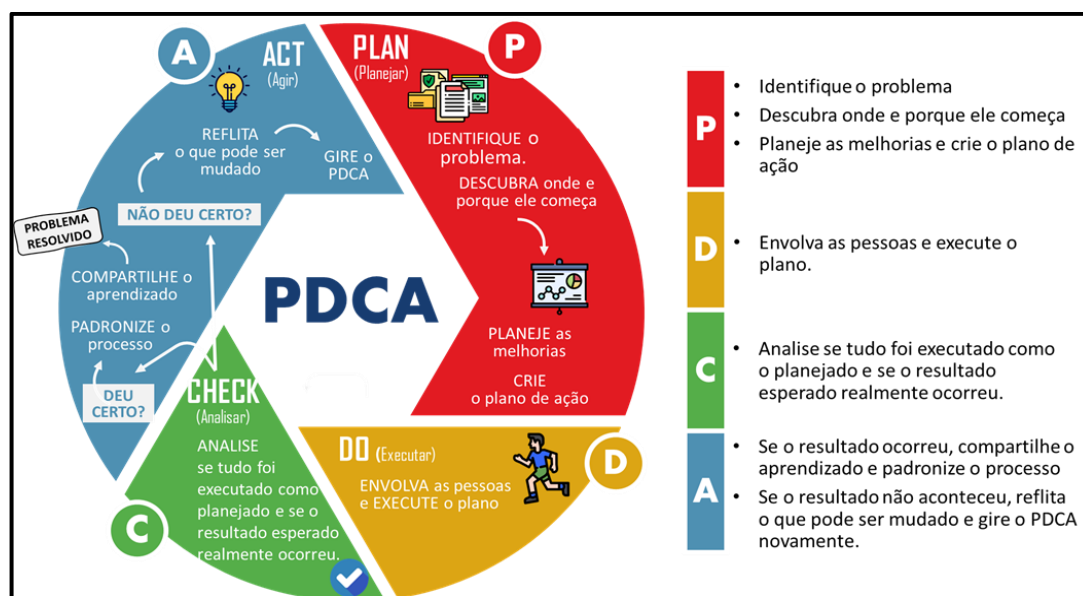
Em relação às implementações do ciclo PDCA, Paladini (2012) mencionado por Pedro Filho, et.al., (2017), relata que essa ferramenta vem sendo especialmente utilizada na gestão da qualidade e teriam como objetivo promoverem melhorias contínuas dos processos e procedimentos. Tratam-se de métodos gerenciais que buscam identificar e acelerar o alcance das metas. Esse ciclo seria estruturado em quatro etapas: P (Plan), que envolvem o planejamento e as análises dos problemas; D (Do), que se referem à execução dos planos; C (Check), que dizem respeito à verificação dos resultados obtidos; e A (Act), que contemplam as ações corretivas, a padronização e a conclusão dos ciclos.

Segundo Bueno et al. (2013), a identificação e resolução de problemas dentro dos sistemas produtivos levam aos aumentos na qualidade, pois esses desafios são encarados como oportunidades de aprimoramentos. Os ciclos poderiam ser utilizados para promoverem melhorias nas diretrizes de controles. Inicialmente, seriam estabelecidas metas e planos de ação para alcançá-las. As execuções ocorreriam conforme as novas diretrizes, seguidas pela verificação da eficácia em atingirem as metas. Se as metas forem atingidas, as novas abordagens seriam padronizadas; caso contrário, retornariam-se às etapas de planejamento para desenvolverem novos métodos.

Constata-se que, esses conceitos refletem em abordagens sistemáticas e proativas para as gestões da qualidade em sistemas produtivos, muitas vezes associadas a metodologias como o Ciclo PDCA (Planejar, Executar, Verificar, Agir). As ideias centrais seriam que a identificação e resolução de problemas não seriam apenas reações as falhas, mas oportunidades para melhorarem processos e resultados.

O ciclo é representado da seguinte forma por Cavalcante (2023):

Figura 1. Representação do ciclo PDCA



Fonte: Cavalcante, 2023

O ciclo PDCA consiste na melhoria contínua e cada etapa visa o aprimoramento organizacional. Na etapa de planejar, o foco deve estar em definir objetivos, metas, recursos, prazos e métodos de trabalho, baseando-se em dados e análises do problema. Pois de acordo com Deming (1986), “sem dados, você é apenas mais uma pessoa com opinião.” Na fase de Execução, implementa-se o que foi planejado, ações como treinamento da equipe e comunicação clara são essenciais nessa fase. A terceira fase consiste em Verificar, ou seja, monitorar e comparar os resultados obtidos com as metas estabelecidas. Essa verificação deve ser baseada em dados confiáveis e indicadores definidos na fase de planejamento. Por fim a fase de Agir, nesta fase são realizadas ações corretivas ou preventivas com base nos resultados da fase de verificação. Se as metas foram atingidas, padroniza-se o processo; se não, identifica-se as falhas e reinicia-se o ciclo.

Ações-chave: atualização de procedimentos, treinamento adicional e registro das lições aprendidas.

Para Juran (1992), o PDCA é um dos métodos mais eficazes para garantir a melhoria contínua e integrar a qualidade aos objetivos estratégicos da organização. Além disso, o PDCA reforça a cultura de basear decisões em evidências, o que, segundo Oakland (2014), é essencial para a sustentabilidade dos resultados.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

Nesta seção foram abordados todos os aspectos metodológicos da pesquisa realizada, descrevendo-se os procedimentos necessários e úteis para analisarem as estratégias para superar desafios financeiros e operacionais do Restaurante de pequeno porte, localizado na cidade de Ponte Nova, Minas Gerais.

O presente estudo tratou-se de uma revisão bibliográfica de caráter explicativo, e estudo de caso com abordagens qualitativas e quantitativas. Nesse tipo de pesquisa, procura-se explicar o problema a partir de referências teóricas publicadas em artigos, livros, dissertações e teses, conforme afirmam Cervo, Bervian e Silva (2007).

Foram pesquisados 16 (quinze) artigos, onde (12) onze foram incluídos e (04) quatro excluídos. Os critérios para inclusão dos artigos abrangeram os últimos 10 anos, que abordaram os temas: práticas de elaboração de fluxos de caixa, ciclos PDCA, gestões financeiras, avaliações de riscos e tomadas de decisão. Esses artigos tiveram o objetivo de garantir que as informações fossem atuais e refletissem as tendências e avanços mais recentes na área de estudo. No entanto, também foram utilizados artigos mais antigos, uma vez que esses textos apresentaram uma relevância para a pesquisa, pois, esses estudos anteriores trouxeram dados fundamentais, conceitos teóricos e investigações que foram válidos e úteis para a compreensão do tema, enriquecendo as análises e fornecendo contextos mais amplos para as questões abordadas.

Essas abordagens permitiram visões abrangentes, integrando os conhecimentos recentes com fundamentos estabelecidos na literatura. Foram incluídos na seleção somente artigos completos, na íntegra, em língua portuguesa, na qual subsidiaram o referido estudo. A amostra final desta revisão foi composta por 12 (doze) artigos científicos.

As buscas foram realizadas durante os meses de setembro de 2024 e outubro de 2024. As bases de dados utilizadas na pesquisa foram: Scientific Electronic Library Online (SciELO), Google Acadêmico, extraídos também de revistas eletrônicas e repositórios acadêmicos, que são fontes confiáveis e reconhecidas no meio científico. Quanto aos descritores foram utilizados: Ciclo PDCA; fluxo de caixa; gestão financeira. Quanto aos critérios de exclusão, foram descartados (04) quatro artigos pesquisados que não abordavam diretamente o tema de pesquisa e pouco contribuíram para os objetivos do estudo, pois tratavam de tópicos apenas tangencialmente relacionados e que não forneciam informações úteis sobre estratégias para superar desafios financeiros e operacionais do restaurante envolvendo ciclo PDCA, não atendendo às necessidades da pesquisa.

Para a construção do fluxo de caixa, foi realizado um levantamento detalhado das entradas e saídas financeiras do restaurante, abrangendo um período de três meses, a partir de registros contábeis,

notas fiscais e controle interno de vendas e compras. As informações foram organizadas em planilhas, permitindo a visualização diária, semanal e mensal do saldo. Quanto à aplicação do ciclo PDCA, as etapas seguiram a seguinte lógica:

- Planejar (Plan): identificação de problemas financeiros e definição de metas de redução de custos e otimização de receitas;
- Executar (Do): implementação das ações propostas, como renegociação de contratos com fornecedores e ajuste no cardápio para maior rentabilidade;
- Verificar (Check): análise dos resultados obtidos a partir de indicadores como saldo médio em caixa e percentual de redução de custos fixos;
- Agir (Act): padronização das práticas bem-sucedidas e correção de falhas identificadas no processo.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A empresa citada neste trabalho “Restaurante de pequeno porte, situada em Ponte Nova Minas Gerais”, teve seu nome preservado por não autorizar a divulgação de informações, atuando no setor de restaurantes.

4.1 Perfil do restaurante x

O Restaurante de pequeno porte, localizado em Ponte Nova, oferece aos clientes pratos caseiros durante o dia e uma variedade de lanches à noite. Com o objetivo de melhorarem seus processos e aumentarem os lucros, decidiu-se pela implementação do ciclo PDCA.

4.2 PLANEJAMENTO (PLAN)

4.2.1 Identificação do problema

Em leitura a Lopes e Alves (2020), mencionados por Oliveira (2021), a fase inicial do ciclo seria considerada a mais importante, pois nela que se definem os objetivos e metas a serem alcançados, além dos planos a serem seguidos para atingi-los. Neste estágio, os processos seriam observados para identificarem e reconhecerem problemas, onde seriam elaborados planos de ação realização análises detalhadas e identificação dos principais problemas que impactavam o funcionamento do restaurante de pequeno porte. Através dessa coleta de dados, buscou-se entender as causas das falhas nos controles financeiros, nas aquisições e na gestão dos insumos. Neste estágio, foram dadas atenção para a reunião de informações, como histórico de compras, registros de entrada e saída, fluxos de caixa e registros de vendas.

4.2.2 Análise das causas

Após definir os problemas e metas, as análises foram iniciadas. Essas etapas buscaram coletar dados e identificar as características essenciais para resolverem as questões. Como demonstram Souza, (1997), *apud* Furukita, (2017), para isso, seria fundamental compreenderem os históricos do problema, revisando relatos e dados anteriores, o que permitirá a observação e estudos mais detalhados e segmentados.

A ausência de sistemas de gestão de controles de estoque foi um dos principais problemas, já que o restaurante de pequeno porte não contava com nenhuma ferramenta para monitorar a quantidade de insumos disponíveis. Isso os levou a compras desnecessárias. Além disso, os proprietários da empresa tinham carência de conhecimentos em gestão financeira e isso dificultava os controles eficientes das compras e vendas diárias. Também foram observadas ausências de disciplina e organização nos processos de produção.

4.2.3 Plano de Ação

Segundo Andrade (2003) *apud* Furukita, (2017), as etapas de planejamento, conhecidas como "Plan" no Ciclo PDCA, seriam consideradas as mais importantes, uma vez que todas as outras etapas dependem do seu aprofundamento e da qualidade dos dados e informações.

Após a análise dos dados coletados, foram desenvolvidos planos de ação com a finalidade de otimizar os processos do restaurante de pequeno porte e aumentarem a lucratividade. As propostas incluíram a implementação de sistemas de gestão para controles de estoque, a definição das funções de cada funcionário e a realização de treinamentos para os preenchimentos do fluxo de caixa, além de projeções mensais baseadas nos históricos dos fluxos de caixa dos meses anteriores.

4.3 Executar (Do)

De acordo com o entendimento de Araújo et al. (2017) *apud*, Oliveira (2021), as implementações dos planos de ação deverão ocorrer em duas etapas: treinamentos e execução das ações. Durante o treinamento, todos os colaboradores são informados sobre o plano, incluindo as tarefas a serem realizadas e as responsabilidades de cada um. Em seguida, iniciam-se a execução dos planos, sendo fundamental que hajam medições frequentes e adequadas dos itens de controle estabelecidos.

Para tanto, foram apresentados aos funcionários as funções de cada um, destacando a responsabilidades específicas (Quadro 1). Além disso, foram realizados treinamentos com o

proprietário, explicando o preenchimento das planilhas de fluxo de caixa (Figura 2) e os controles de estoque. Ainda foram implementados acompanhamentos das projeções mensais, com reuniões semanais para monitorarem os processos e garantirem que as metas fossem atingidas. Os objetivos dessas ações foram o aumento nos lucros entre 5% a 15%, otimizando os processos e controlando os estoques e as compras do restaurante.

Quadro 1. Função da auxiliar de cozinha, gerente de cozinha e chapeiro no restaurante

Título do Cargo:	Auxilia de Cozinha	CBO:		Carreira:	
Área:	Auxilia de Cozinha	Departamento:	Administrativo		
Subordinação do cargo:					
Supervisão sobre:					
Missão:	O auxiliar de cozinha apoia o preparo de alimentos, mantém a organização e limpeza, e contribui para a eficiência da equipe.				
Responsabilidades:					
<div><div>1.</div><div>Preparar ingredientes e auxiliar na cozinha.</div></div> <div><div>2.</div><div>Manter organização e limpeza.</div></div> <div><div>3.</div><div>Controlar estoque e receber mercadorias.</div></div> <div><div>4.</div><div>Seguir normas de higiene e segurança.</div></div> <div><div>5.</div><div>Usar uniforme completo.</div></div> <div><div>6.</div><div>Limpar áreas comuns.</div></div> <div><div>7.</div><div>Trabalhar em equipe.</div></div>					

Título do Cargo:	Cozinheira	CBO:		Carreira:	
Área:	Cozinha	Departamento:	Administrativo		
Subordinação do cargo:					
Supervisão sobre:					
Missão:	Cozinheira deve ser habilidosa, organizada e ter conhecimento técnicas culinárias para preparação de pratos.				
Responsabilidades:					
<ol style="list-style-type: none">1. Limpar a chapa e materiais usados.2. Preparar ingredientes (cortar, picar, descascar).3. Manter a cozinha limpa e organizada.4. Auxiliar na montagem de pratos.5. Controlar o estoque e verificar validade.6. Suporte aos cozinheiros em tarefas simples.7. Seguir normas de higiene e segurança alimentar.8. Auxiliar no recebimento e organização de mercadorias.9. Preparar ingredientes para o processo culinário.10. Trabalhar bem em equipe.					

Título do Cargo:	Chapeiro	CBO:		Carreira:	
Área:			Departamento:	Administrativo	
Subordinação do cargo:					
Supervisão sobre:					
Missão:	Preparar alimentos grelhados e fritos com rapidez e qualidade, garantindo o ponto ideal e os padrões do estabelecimento. Manter a chapa limpa, a estação organizada e colaborar com a equipe para entregas pontuais e precisas dos pedidos.				
Responsabilidades:					
<ol style="list-style-type: none">1. Grelhar/fritar alimentos, controlar cocção e aquecer complementos.2. Preparar e organizar ingredientes, reabastecer e manter a chapa limpa.3. Seguir receitas e montar pratos conforme solicitado.4. Monitorar temperatura e evitar contaminações.5. Manter rapidez e qualidade, coordenando múltiplos pedido.6. Limpeza e cuidado com equipamentos.7. Uso racional e porções exatas.8. Colaboração e comunicação efetiva.9. Seguir normas sanitárias e prevenção de acidentes.					

Título do Cargo:	Gerente de Cozinha	CBO:		Carreira:	
Área:	Cozinha	Departamento:	Administrativo		
Subordinação do cargo:					
Supervisão sobre:					
Missão:	Preparar pratos de alta qualidade, gerir a equipe e estoque, minimizar desperdícios, manter higiene e buscar inovação para uma experiência gastronômica excelente.				
Responsabilidades:					
<div><div>1. Supervisão da Equipe: Coordena, treina, avalia desempenho e incentiva o desenvolvimento.</div><div>2. Planejamento de Produção: Planeja cardápio e fluxo de trabalho para atender demandas.</div><div>3. Qualidade: Garante padrões de sabor, apresentação e técnicas de preparo.</div><div>4. Estoque e Compras: Controla ingredientes, validade e custos, evitando desperdícios.</div><div>5. Higiene e Segurança: Mantém normas de higiene e organiza a limpeza da cozinha.</div><div>6. Gestão de Pedidos: Coordena pedidos, ajustando processos durante horários de pico.</div><div>7. Desempenho e Indicadores: Monitora métricas para melhorias contínuas.</div><div>8. Inovação no Cardápio: Cria receitas e adapta pratos conforme tendências.</div><div>9. Liderança: Motiva a equipe, promove cooperação e resolve conflitos.</div><div>10. Uniforme: Uso obrigatório do uniforme completo.</div><div>11. Trabalho em Equipe: Colabora para atingir objetivos comuns e mantém comunicação eficaz.</div></div>					

Fonte: Autor

Figura 2. Fluxo de caixa

ITENS/MESES	FEV		Abril	
RECEITA/FATURAMENTO	Realizado	AV	Realizado	AV
TOTAL RECEITA	R\$ 45.737,00	100,00%	R\$ 62.188,82	100,00%
CUSTO.VARIAVEL	-R\$ 24.255,92	0,00%	-R\$ 34.784,78	-55,93%
2.2. Custos com produtos	-R\$ 23.842,46	-52,13%	-R\$ 32.936,92	-52,96%
MARGEM DE CONTRIBUIÇÃO	R\$ 21.481,08	46,97%	R\$ 27.404,04	44,07%
DESPESAS.FIXAS	-R\$ 14.070,40	0,00%	-R\$ 16.624,66	-26,73%
Lucro operacional antes dos investimentos (LOAI)	R\$ 7.410,68	0,00%	R\$ 10.779,38	17,33%
4. Investimentos	-R\$ 2.503,00	-5,47%	-R\$ 3.145,16	-5,06%
Lucro operacional depois dos investimentos	R\$ 4.907,68	0,00%	R\$ 7.634,22	12,28%
MOVIMENTAÇÕES.NÃO.OPERACIONAIS	R\$ -	0,00%	-R\$ 358,01	-0,58%
RESULTADO LÍQUIDO	R\$ 4.907,68	0,00%	R\$ 7.276,21	11,70%

ITENS/MESES	Maio		Junho	
RECEITA/FATURAMENTO	Realizado	AV	Realizado	AV
TOTAL RECEITA	R\$ 53.055,59	100,00%	R\$ 63.709,27	100,00%
CUSTO.VARIAVEL	-R\$ 35.577,87	-67,06%	-R\$ 37.401,21	-58,71%
2.2. Custos com produtos	-R\$ 33.718,57	-63,55%	-R\$ 34.311,63	-53,86%
MARGEM DE CONTRIBUIÇÃO	R\$ 17.477,72	32,94%	R\$ 26.308,06	41,29%
DESPESAS.FIXAS	-R\$ 18.273,53	-34,44%	-R\$ 12.713,41	-19,96%
Lucro operacional antes dos investimentos (LOAI)	-R\$ 795,81	-1,50%	R\$ 13.594,65	21,34%
4. Investimentos	-R\$ 3.330,42	-6,28%	-R\$ 816,26	-1,28%
Lucro operacional depois dos investimentos	-R\$ 4.126,23	-7,78%	R\$ 12.778,39	20,06%
MOVIMENTAÇÕES.NÃO.OPERACIONAIS	R\$ 519,85	0,98%	-R\$ 631,52	-0,99%
RESULTADO LÍQUIDO	-R\$ 3.606,38	-6,80%	R\$ 12.146,87	19,07%

Fonte: Autor

As informações apresentadas na figura 4, indicaram que do resultado de alguns meses, em maio teve-se que retornar atrás para resolverem os problemas com funcionários para que restaurante tivesse melhor evolução.

Tabela 2. Projeção Mensal

ITENS/MESES	Projeção		
		Realizado	AV
RECEITA/FATURAMENTO			
TOTAL RECEITA	R\$	60.000,00	100,00%
CUSTO.VARIAVEL	-R\$	32.143,35	-53,57%
2.2. Custos com produtos	-R\$	30.047,55	-50,08%
MARGEM DE CONTRIBUIÇÃO	R\$	27.856,65	46,43%
DESPESAS.FIXAS	-R\$	16.469,24	-27,45%
Lucro operacional antes dos investimentos (LOAI)	R\$	11.387,41	18,98%
4. Investimentos	-R\$	2.041,36	-3,40%
Lucro operacional depois dos investimentos	R\$	9.346,05	15,58%
MOVIMENTAÇÕES.NÃO.OPERACIONAIS	-R\$	4.702,55	-7,84%
RESULTADO LÍQUIDO	R\$	4.643,50	7,74%

Fonte: Autor

As informações apresentadas na Tabela 2, indicaram que a projeção dos meses, ou seja, objetivos de cada mês eram gastos 30 mil reais em compras de matérias primas, para que tivessem o lucro de 4 mil reais, o que representa 7%.

A partir dos resultados exibidos detectou-se que alguns meses a receita foi maior que imprevisto e os custos também passaram do planejando.

4.5 Agir (Act)

Aguiar (2002), *apud* Furukita (2017, p.17) apontam que, “esta é definida como a etapa de mais simples compreensão, porém difícil execução. A Etapa Act é onde os resultados obtidos são consolidados e padronizados, ou seja, requer o envolvimento de toda a equipe atuante”.

Com o objetivo de fazer o restaurante crescer, e aumentarem os lucros, criarem capitais de giro e formarem fundo de reserva (Tabela 3), foram realizadas reuniões de acompanhamento com maior frequência. Essas reuniões semanais foram essenciais para monitorarem os resultados e garantirem que as ações implementadas estivessem gerando efeitos positivos. Durante esses encontros, quando identificados que haveriam possibilidades de ajustes nos planos de ação, novas ações e correções nos planejamentos eram discutidas e implementadas imediatamente. Isso permitiu gestões mais ágeis e

eficientes, garantindo que o restaurante permanecesse no caminho certo para atingirem suas metas financeiras.

Tabela 3. Meta do capital de giro e fundo de reserva

Restaurante de pequeno porte		
	Meta	
Capital de giro:	R\$ 50.206,06	
Fundo de reserva 03 meses:	R\$ 51.867,27	
Fundo de reserva 06 meses:	R\$ 103.734,54	
Restaurante de pequeno porte		
	Meta	Valor Real
Capital de giro:	R\$ 50.206,06	R\$ 50.300,00
Fundo de reserva 03 meses:	R\$ 51.867,27	R\$ 55.000,00
Fundo de reserva 06 meses:	R\$ 103.734,54	

Fonte: Autor

Os números apresentados demonstraram que durante o ano tiveram como objetivo fazer capital de giro, ou seja, o dinheiro girar durante mês para pagarem as despesas, terem lucros e fazerem fundos de reserva para sobreviverem.

5. CONCLUSÃO

A temática central desta pesquisa levou a discussão em torno da análise de estratégias para superarem desafios financeiros e operacionais no Restaurante de pequeno porte. O envolvimento das temáticas partiu da identificação e compreensão dos desafios financeiros e operacionais enfrentados pelo Restaurante. O que incluíram análises de fatores como: contextos econômicos, gestão e análises de custos, experiências dos clientes, dentre outros.

Constatou-se que os planejamentos financeiros serão importantes para a gestão do restaurante, com os fluxos de caixa sendo ferramentas nesses processos. Ao utilizarem os fluxos de caixa, os gestores conseguiram definir metas financeiras específicas e criarem orçamentos detalhados, além de traçarem estratégias para atingirem as metas.

Observou-se que, o acompanhamento regular do fluxo de caixa em relação ao planejamento permitiu que os gestores identificassem rapidamente quaisquer desvios e implementassem correções necessárias. Essas abordagens não apenas promoveram controles mais rigorosos sobre os recursos

financeiros, mas também contribuíram para a estabilidade e a eficiência nas gestões financeiras do restaurante.

A análise das estratégias para superar os desafios financeiros e operacionais do Restaurante de pequeno porte, localizado em Ponte Nova, Minas Gerais, revelou a importância dos planejamentos financeiros sólidos e das implementações de práticas eficazes de gestão. Ao estruturarem os fluxos de caixa, possibilitaram a identificação clara das entradas e saídas financeiras, o que facilitou o mapeamento das áreas que necessitavam de ajustes. Os desenvolvimentos de estratégias voltadas para a otimização dos fluxos de caixa e a redução de custos operacionais mostraram-se eficientes, contribuindo para as melhorias da saúde financeira do restaurante e a sustentabilidade de suas operações.

A aplicação do ciclo PDCA foi fundamental para a implementação das ações propostas. O monitoramento constante dos índices financeiros permitiu análises críticas dos resultados alcançados e a identificação de áreas que ainda requeriam atenção. Os processos de ajustes das estratégias financeiras com base nas evidências obtidas demonstraram ser abordagens dinâmicas e necessárias, pois possibilitaram correções em tempos hábeis e adaptações a mudanças nos ambientes operacionais e econômicos.

Em termos pessoais, o desenvolvimento deste trabalho trouxe à tona tanto desafios quanto aprendizados. Entre os pontos positivos, destacaram-se a clareza adquirida sobre a importância dos fluxos de caixa nas gestões do restaurante. No entanto, as limitações enfrentadas, como a necessidade de acompanhamentos mais rigorosos das variáveis financeiras, indicam a necessidade de aprofundamentos em futuras pesquisas. Trabalhos futuros poderão explorar a integração de tecnologias digitais nas gestões financeiras, bem como investigarem as aplicações de práticas de sustentabilidades financeiras a longo prazo nos setores de restaurantes.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BONÍZIO, Roni, et.al, **Manual de técnicas e práticas de elaboração de fluxo de caixa para pequenas e médias empresas e sua interpretação**. Disponível em: https://www.crcrs.org.br/arquivos/livros/crcsp_m06.pdf. Acesso em: 17. out. 2024.

BUENO, Adamo Alves, et.al., **CICLO PDCA**. Disponível em: https://www.luisguilherme.com.br/download/ENG1530/TurmaC04/G07-Ciclo_PDCA.pdf. Acesso em: 18.out.2024.

CAVALCANTE, Lorena. **Conheça o PDCA e como ter resultado com ele**. Disponível em: <https://www.linkedin.com/pulse/conhe%C3%A7a-o-pdca-e-como-ter-resultado-com-ele-lorena-cavalcante/>. Acesso em: 18.out.2024.

CERVO, A. L.; BERVIAN, P. A.; SILVA, R. **Metodologia científica**. 6. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2007.

DEMING, W. Edwards. Out of the Crisis. Cambridge: Massachusetts Institute of Technology, Center for Advanced Educational Services, 1986.

FREITAS, Michele Gabriela Teixeira Cardoso de; PASCHOAL, Lucas Rezende Penido. **Três importantes instrumentos que auxiliam a gestão financeira: uma breve revisão.** Disponível em: <<https://publicacoes.fatecjaboticabal.edu.br/citec/article/download/14/71/925>>. Acesso em: 17.out.2024.

FURUKITA, Amanda Cristina. **Aplicação do ciclo pdca para redução do desperdício de embalagens de papelão: estudo de caso em uma indústria alimentícia.** Disponível em: <https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/16538/1/PG_COENQ_2017_2_02.pdf>. Acesso em: 20.out.2024.

GOMES, Maria José Oliveira; MORAES, Luciana Silva. **A importância do fluxo de caixa para a organização financeira da empresa x.** Disponível em: <<https://semanaacademica.org.br/system/files/artigos/artigo-maria.pdf>>. Acesso em: 17.out.2024.

JURAN, J. M. Juran on Quality by Design: The New Steps for Planning Quality into Goods and Services. New York: Free Press, 1992.

MONTE, Robertson Pereira do. **A configuração de um fluxo de caixa diário na estrutura de holding: um estudo de caso do grupo delta s/a.** Disponível em: <https://repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/25541/1/2016_tcc_rpmonte.pdf>. Acesso em: 17.out.2024.

OAKLAND, John S. Total Quality Management and Operational Excellence: Text with Cases. 4. ed. Abingdon: Routledge, 2014.

OLIVEIRA, Cíntia Fidelis de. **Aplicação do ciclo pdca e das ferramentas da qualidade em um estabelecimento alimentício do município de fortaleza.** Disponível em: <https://repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/61698/3/2021_tcc_cfoliveira.pdf>. Acesso em: 18.out.2024.

PEDRO FILHO, Flávio de São Pedro. MADEIRA, Maria José Aguiar. ARENHARDT, Valeria. ALMEIDA, Murilo Gonçalves. JÚNIOR MIRANDA, Jackson José Sales. **Aplicação do ciclo PDCA na gestão da qualidade da produção.** Revista Interdisciplinar Científica Aplicada, Blumenau, v.11, n.2, p.17-30, TRI II 2017. ISSN 1980-7031. Disponível em: <<https://portaldeperiodicos.animaeducacao.com.br/index.php/rica/article/view/17901/11683>>. Acesso em: 18.out.2024.

SILVA, Isadora Beitum; et.al., **Fuxo de caixa: como o fluxo de caixa impacta na gestão financeira da empresa.** Disponível em: <<https://ric.cps.sp.gov.br/bitstream/123456789/15857/1/Fluxo%20de%20caixa%20como%20o%20fluxo%20de%20caixa%20impacta%20na%20gest%c3%a3o%20financeira%20da%20empresa.pdf>>. Acesso em: 18.out.2024.

SILVA, C. DA; SANTOS, N. DAS D. DE S.; ZANIN, A.; CAMARGO, A.; KRUGER, S. D. **Desafios gerenciais da crise do covid-19 nos bares e restaurantes de nova andradina e taquarussu.** Encontro Internacional de Gestão, Desenvolvimento e Inovação (EIGEDIN), v. 6, n. 1, 7 nov. 2022. Disponível em: <<https://periodicos.ufms.br/index.php/EIGEDIN/article/view/16842>>. Acesso em: 17.out.2024.

TOGNI, Júlia Guedes. **Estratégias financeiras integradas: métodos de gestão, análise de investimentos, avaliação de riscos e tomada de decisão para a otimização de recursos e maximização de valor.** Disponível em: <<https://submissoesrevistacientificasaber.com/index.php/rcmos/article/view/643/1364>>. Acesso em: 17.out.2024

ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE O USO DA ARGAMASSA CONVENCIONAL E ARGAMASSA INDUSTRIALIZADA: UMA REVISÃO DE LITERATURA

COMPARATIVE ANALYSIS BETWEEN THE USE OF CONVENTIONAL MORTAR AND INDUSTRIALIZED MORTAR: A LITERATURE REVIEW

Castro, F. G.; Abreu, L. L.; Gomes, R. M.

RESUMO

O setor da construção civil exige cada vez mais eficiência e inovação em seus processos executivos. Nesse contexto, a escolha do tipo de argamassa - convencional, produzida em obra, ou industrializada, fornecida pronta para uso, torna-se decisiva para a produtividade, qualidade e sustentabilidade das obras. Este artigo tem como objetivo realizar uma análise comparativa entre os dois tipos de argamassa, por meio de revisão de literatura, considerando aspectos técnicos e econômicos. Observou-se que, embora a argamassa convencional apresente custo inicial menor e maior flexibilidade de ajustes, sua produção em obra demanda maior espaço, mão de obra e controle, resultando em perdas e variabilidade de qualidade. Já a argamassa industrializada, apesar do investimento inicial mais elevado, destaca-se pelo controle tecnológico, redução de desperdícios e ganho de produtividade, mostrando-se mais vantajosa a longo prazo.

Palavras-chave: Argamassa convencional; Argamassa industrializada; Construção civil; Comparativo.

ABSTRACT

The construction industry increasingly demands efficiency and innovation in its execution processes. In this context, the choice of mortar type - conventional, produced on-site, or industrialized, supplied ready-to-use - becomes decisive for the productivity, quality, and sustainability of projects. This article aims to conduct a comparative analysis between the two types of mortar through a literature review, considering technical and economic aspects. It was observed that, although conventional mortar has a lower initial cost and greater flexibility for adjustments, its on-site production requires more space, labor, and control, resulting in losses and quality variability. Industrialized mortar, on the other hand, despite the higher initial investment, stands out for its technological control, reduced waste, and increased productivity, proving more advantageous in the long term.

Keywords: Conventional mortar; Industrialized mortar; Civil construction; Comparative.

1. INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, o crescimento do mercado da construção civil, aliado à busca constante dos construtores pela otimização do tempo de execução, pela redução de custos e pelo aumento dos lucros, tem levado muitas empresas a adotarem soluções mais ágeis e econômicas. Nesse contexto, as argamassas destacam-se como uma alternativa viável, de fácil produção e já amplamente utilizada na construção civil. Sua popularidade se deve, sobretudo, à praticidade e à rapidez que oferecem no processo de aplicação.

As argamassas constituem um dos revestimentos mais utilizados na construção civil, devido ao seu custo-benefício, resistência e capacidade de corrigir imperfeições na alvenaria, além de contribuir

para o isolamento térmico e acústico das edificações (Lisboa, 2017). Tradicionalmente, a produção ocorre diretamente no canteiro de obras, configurando-se como argamassa convencional. Contudo, com o avanço tecnológico, popularizou-se também o uso da argamassa industrializada, fornecida pronta para uso, que garante maior controle de qualidade e eficiência na aplicação. Nesse cenário, a escolha entre argamassa convencional e industrializada assume importância estratégica, influenciando a qualidade final, os custos, os prazos e até mesmo a sustentabilidade dos empreendimentos.

A NBR 13281 (ABNT, 2001) define as argamassas usada nas construções como uma mistura homogênea de agregados inorgânico e água, em sua mistura pode conter ou não aditivos e adições contendo propriedades como endurecimento e aderência, podendo ser dosada em instalações própria ou em obra.

Segundo Neto *et al.* (2010), a argamassa produzida em obra representa 95% do total de argamassa utilizada para revestimento no País, já as argamassas industrializadas são responsáveis por 4%. Ou seja, é bastante comum ver no canteiro de obra a utilização dos processos tradicionais onde a argamassa é produzida. Apesar de algumas construtoras optarem por argamassas produzidas fora do canteiro, chegando apenas para a utilização.

As argamassas possuem características e benefícios distintos que devem ser levados em consideração, sendo parte fundamental na construção civil. Como também, há vários meios de aplicação da argamassa, como assentamento de tijolos, impermeabilizante, nivelador e regularizador de superfícies - reboco, emboço e contrapiso (Civilização Engenharia; 2015).

A escolha entre argamassas convencionais e industrializadas constitui um aspecto fundamental na execução de obras, pois influencia diretamente a qualidade, a eficiência e a sustentabilidade dos processos construtivos. Nesse sentido, este estudo tem como objetivo realizar uma análise comparativa das características técnicas e econômicas desses dois tipos de argamassa, amplamente empregados na construção civil. Ao explorar suas principais diferenças, busca-se fornecer subsídios que auxiliem engenheiros, arquitetos e construtores na tomada de decisão quanto à seleção da alternativa mais adequada para cada projeto. A pesquisa, desenvolvida por meio de revisão de literatura, procura identificar os aspectos determinantes na escolha do tipo de argamassa, contribuindo para uma avaliação mais precisa e fundamentada em termos de custo, desempenho e impacto ambiental.

2. REVISÃO DE LITERATURA

As características e propriedades das argamassas são determinadas pela proporção e pelos materiais utilizados em sua composição. Portanto, é crucial entender a função de cada componente na concepção das argamassas (Matos; 2013).

No Brasil, as argamassas produzidas no local de realização da obra são as mais comuns. Produzidas com uma dosagem específica conforme os materiais disponíveis, geralmente incluindo ligantes, água, agregados, podendo ou não ter aditivos. Um desafio significativo com esse tipo de argamassa é a dosagem inadequada, que pode comprometer suas propriedades requeridas (Recena; 2008).

Ainda, de acordo com Recena (2008), as argamassas industrializadas disponíveis em sacos são produtos encontrados no mercado prontos para serem utilizados, necessitando apenas da adição de água. Podem ser à base de cimento Portland com aditivos, ou a base da cal, utilizando areia de rio ou areia artificial como agregado.

Regattieri e Silva (2003), explicam que as argamassas produzidas em obra envolvem mais etapas de fabricação, exigindo assim mais espaço para armazenamento de materiais, maior transporte dentro do canteiro de obras e, consequentemente, maior uso de mão de obra.

Segundo Carasek (2007), as argamassas industrializadas oferecem qualidade e resistência controladas, garantindo um acabamento homogêneo e durável, além de facilitar o preparo e reduzir o desperdício de material, com armazenamento mais simples.

Ceotto *et al.* (2005), recomendam que a escolha da argamassa seja feita na fase inicial de projeto, considerando todos os aspectos que irão impactar o processo de revestimento, desde o planejamento até sua aplicação final.

Para Souza (2006), é essencial considerar a produtividade da mão de obra não apenas globalmente para o edifício, mas também para cada uma de suas partes, o que permite analisar eficiências específicas nos diferentes serviços envolvidos na construção, como fôrmas, armação, concretagem, alvenaria, revestimento e instalações prediais.

Segundo Nunes (2014), é opcional a utilização do aditivo, que tem a função de intensificar a aderência da argamassa com os tijolos, blocos ou estrutura. A emulsão à base de acetado polivinila é usualmente utilizado para melhorar a aderência nas interfaces entre a base e chapisco e entre chapisco e argamassa.

3. METODOLOGIA

Este estudo foi desenvolvido por meio de uma revisão de literatura sistemática, abrangendo artigos, monografias, normas técnicas e publicações especializadas sobre o tema. A pesquisa foi realizada em bases acadêmicas nacionais, complementada por documentos técnicos da ABNT. Foram selecionadas publicações que abordam: (i) classificação e propriedades das argamassas; (ii) procedimentos de preparo, armazenamento e aplicação; (iii) comparativos de produtividade e custo; e

(iv) vantagens e desvantagens associadas a cada tipo. O objetivo foi reunir, analisar e comparar informações relevantes, possibilitando a elaboração de um quadro síntese que auxilie na escolha mais adequada entre as argamassas convencional e industrializada.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ragattieri e Silva (2006) destacam que quando se compara o uso de argamassa convencional e industrializada nas etapas do processo construtivo, percebe-se ganho de eficiência na obra na qual se utiliza a argamassa industrializada. As vantagens comparadas em cada processo construtivo são apresentadas nas sessões seguintes.

4.1. Classificação das argamassas

Existem várias formas de classificar as argamassas, seja pela sua utilização, ou pelo tipo de aditivo utilizado, até mesmo pela composição de agregados. De acordo com a NBR 13529 (ABNT, 2013) as argamassas de revestimentos podem ser classificadas quanto a sua natureza, tipo e número de aglomerantes (Tabela 1); quanto as suas propriedades (Tabela 2); e em relação as condições de fornecimento ou preparo (Tabela 3).

Tabela 1. Classificação das argamassas.

Natureza da argamassa	Tipo de aglomerantes
Aérea	Preparada com aglomerantes aéreos
Hidráulica	Preparada com aglomerantes hidráulicos
Cal	Preparada com cal, como único aglomerante
Cimento	Preparada com cimento como único aglomerante
Cimento e cal	Preparada com cimento e cal, como aglomerantes
Mista	Preparada com mais de um aglomerante
Simples	Preparada com um único aglomerante

Fonte: NBR 13529 (ABNT, 2013).

Tabela 2. Propriedades das argamassas.

Tipos de argamassa	Composição
Revestimento	Mistura homogênea de agregados miúdos, aglomerantes inorgânicos e água, contendo ou não aditivos ou adições, com propriedades de aderência e endurecimento
Comum	Argamassa simples ou mista, cujas propriedades dependem, em princípio, da proporção e do tipo dos aglomerantes e agregados empregados
Aditivada	Argamassa cujas propriedades no estado fresco ou endurecido são melhoradas por aditivos
Colante	Constituída de aglomerantes hidráulicos, agregados minerais e aditivos, que possibilita, quando preparada em obra com adição exclusiva de água, a formação de uma massa viscosa, plástica e aderente, empregada no assentamento de peças cerâmicas e de pedras de revestimento
Aderência melhorada	Argamassa de cimento cuja aderência é melhorada por aditivo à base de resina sintética
Proteção radiológica	Argamassa de cimento que contém barita (sulfato de bário) ou outro tipo de agregado que impeça a passagem de radiações nocivas à saúde
Hidrófuga	Argamassa cuja absorção de água por capilaridade é reduzida por aditivo hidrofugante, sem dificultar a difusão de vapor de água
Permeabilidade reduzida	Argamassa com elevado consumo de cimento contendo cal ou aditivo, destinada a revestimentos em contato com umidade
Termoisolante	Argamassa preparada com agregado leve ou aditivo aerador, cuja estrutura celular confere condutividade térmica menor do que a das argamassas comuns

Fonte: NBR 13529 (ABNT; 2013).

Tabela 3. Condições de fornecimento ou preparo.

Tipos de preparo	Argamassas
Dosada em central	Simples ou mista – os materiais constituintes são medidos em massa
Preparada em obra:	Simples ou mista - materiais constituintes são medidos em volume ou massa e misturados na própria obra
Industrializada	Proveniente da dosagem controlada, em instalação própria, de aglomerantes de origem mineral, agregados miúdos, aditivos e adições em estado seco e homogêneo, ao qual o usuário necessita apenas adicionar a quantidade de água requerida
Mistura semipronta	Fornecida ensacada ou a granel, cujo preparo é completado em obra, por adição de aglomerantes, água e, eventualmente, aditivos.

Fonte: NBR 13529 (ABNT; 2013).

4.2. Modo de preparo

Segundo a NBR 7200 (ABNT; 1998), a determinação dos materiais que compõem a argamassa, deve ser realizada em volume utilizando recipientes previamente determinados e identificados por

cores ou símbolos. Não é permitido o uso de instrumentos imprecisos, como pás ou latas, para essa medição.

Segundo Carvalho (2005), existem recomendações básicas para a mistura dos componentes da argamassa convencional, sendo elas:

- O tempo de mistura deve ser entre 3 e 5 min no processo mecanizado, e o volume de argamassa deve ser menor que 0,05 m³ por vez nos processos manuais;
- Para obras que utilizam mistura prévia de cal e areia, deve-se misturar esses componentes primeiro e, em seguida, adicionar a água para alcançar uma consistência seca. Essa mistura deve ser deixada em processo de cura por pelo menos 16 horas;
- Em argamassas mistas, o cimento deve ser adicionado apenas no momento da aplicação, respeitando o período de cura da mistura de cal e areia;
- Para argamassas mistas ou de cimento, o volume produzido deve ser utilizado dentro de um prazo máximo de 2 horas e 30 minutos. Se a temperatura for superior a 30°C, houver forte insolação direta sobre o estoque de argamassa ou a umidade relativa do ar for inferior a 50%, o prazo deve ser reduzido para 1 hora e 30 minutos. Esse prazo pode ser ajustado caso seja utilizado aditivos retardadores.

As misturas podem ser realizadas manualmente ou mecanicamente. Quando a mistura é feita de forma mecanizada, é necessário usar um misturador. Carvalho (2005) sugere que, ao misturar mecanicamente, deve-se começar com o agregado miúdo e a água, e adicionar os aglomerantes posteriormente.

O preparo da argamassa industrializada é efetuado no canteiro de obra, onde ocorre uma simples adição de água. A NBR 7200 (ABNT; 1998) para argamassas industrializadas recomenda que sejam seguidas as instruções especificadas pelo fabricante no documento técnico do produto com relação a quantidade de água a ser adicionada, além do tempo de mistura e outros fatores.

Segundo Antunes (2008), a responsabilidade da produção é de terceiros, mais deve-se enfatizar que o uso da argamassa industrializada não elimina a necessidade da definição do traço.

4.3 Local de preparo

De acordo com Regattieri e Silva (2003) a argamassa convencional quando preparada nos andares de aplicação apresenta maiores perdas nas medições e transporte.

Ainda, de acordo com Regattieri e Silva (2003) o local de preparo é influenciado no fluxo de materiais e pessoas, pois há uma necessidade de número de funcionários maior para o preparo, assim

necessita de um local específico para a mistura, além de uma betoneira perto do local de armazenamento dos materiais, conforme Figura 1.

Figura 1. Local de preparo da argamassa com betoneira.



Fonte: <https://images.app.goo.gl/8ngdVskDwbAVT8JF7>.

Segundo Barbosa, Borja e Soares (2010) a principal vantagem da utilização de argamassas industrializadas é na produção, garante edificações mais limpas, cujo desperdício e geração de resíduos possam ser minimizados objetivando rapidez na execução, melhoria na qualidade da obra e economia. Apresenta uma redução de até 80% nas perdas quando comparado às argamassas convencionais. O preparo pode ser realizado em locais variáveis facilitando para menores solicitações de mão de obra e transporte, Figura 2.

Figura 2. Argamassadeira de obra.



Fonte: <https://images.app.goo.gl/qWAbzxck7YYneaad>.

4.4 Recebimento e descarga dos materiais

Segundo a NBR 16868 (ABNT; 2020), para argamassa convencional no recebimento, é necessário verificar se o cimento e cal estão dentro do prazo de validade e que os sacos estejam secos

e íntegros. Na descarga é preciso ter bastante cuidado, para que os materiais sejam descarregados sem danos. Nesse caso a mão de obra é mais solicitada e o desperdício dos materiais também são maiores.

Para argamassa industrializada a NBR 16868 (ABNT; 2020) também solicita a verificação das argamassas, a fim de analisar suas validades e se estão secos e íntegros os sacos transportados. Além de ter uma demanda de mão de obra menor, o desperdício também é reduzido.

4.5 Armazenamento dos materiais

Conforme NBR 16868 (ABNT; 2020), para argamassa convencional, o armazenamento do cimento e da cal devem ser em espaços cobertos, de preferência com piso argamassado ou de concreto. Os produtos devem ser mantidos secos e protegidos da umidade, não podem estar em contato com paredes e tetos além de outros agentes que possam afetar suas características. Devem também estar armazenados sobre superfícies impermeáveis e protegidos da ação do tempo, se caso estiverem úmidos devem ser descartados. É necessário evitar o empilhamento de mais de dez sacos de cimento ou cal. Em caso específico atendendo um tempo de armazenamento de até 15 dias, as pilhas podem ser de até 15 sacos.

A areia é entregue a granel, é necessário um local como baias onde haja contenção para evitar seu espalhamento na qual ocasiona perda (Figura 3).

Figura 3. Armazenamento da areia.



Fonte: <https://engenhariaaocubocom.wordpress.com/2016/06/03/armazenamento-de-materiais/>.

Segundo NBR 16868 (ABNT; 2020) argamassa industrializada deve ser armazenada em espaços cobertos, de preferência em piso argamassado ou de concreto. Os produtos devem ser mantidos secos e protegidos da umidade do solo e não devem ter contato com paredes, tetos e outros agentes nocivos que podem afetar sua qualidade. Como os cimentos e cal, as argamassas industrializadas também devem ser armazenadas sobre superfícies impermeáveis e protegidas da ação do tempo e ser

descartáveis se estiverem úmidas. Produtos diferentes devem ser armazenados separadamente por lote e tipo, impedindo sua mistura accidental. A sequência de uso deve ser a mesma do recebimento, ou seja, produtos mais antigos devem ser utilizados primeiro. As argamassas industrializadas devem ter a altura de pilhas recomendadas pelo fabricante, desde que não ultrapassem dez sacos.

De acordo com Regattieri e Silva (2003) possui estoque mais flexível, pode ser remanejado e distribuído nos locais de aplicação, sendo necessário o distanciamento do piso, para que não tenha contato com umidade, pode-se fazer uso de *pallets* de madeira, conforme Figura 4.

Figura 4. Estocagem do cimento e da argamassa industrializada



Fonte: <https://inovacivil.com.br/argamassa-industrializada-x-argamassa-produzida-em-obra/>.

4.6 Comparativo de produtividade e custo

A argamassa convencional requer mais tempo para a mistura e ajustes no local, necessitando de um número de funcionários maior. Ceotto *et al.* (2005), afirma que deverá ser definido se as equipes de produção serão próprias ou terceirizadas, após, avaliar o perfil dos profissionais que irão cumprir as funções de encarregados, pedreiros, serventes e operadores de bombas e argamassadeiras. Deve-se também definir o número necessário de equipes e profissionais considerando assim produtividade média dos processos e prazos previstos no cronograma. As propriedades e detalhes relativos às argamassas devem ser avaliados antes da contratação.

A argamassa convencional é amplamente utilizada na construção civil, mas seu custo pode variar dependendo da região, da qualidade dos materiais e das condições de mercado. (Souza et al., 2020).

Segundo a NBR 13281 (ABNT 2001), o custo de produção da argamassa convencional ainda se dá pelo preço de seus insumos, como cimento, cal e areia, além da mão de obra necessária para a sua mistura, o que se pode resultar em custos mais elevados. O custo também pode ser elevado quando se considera o desperdício de material, o tempo adicional de trabalho e os potenciais problemas de aplicação.

Na utilização da argamassa industrializada observam-se ganhos potenciais em todos processos envolvidos no uso do material dentro do canteiro de obras, tais como: controle de qualidade, recebimento e descarga, armazenamento e por fim o preparo e utilização. Levando em conta sua fácil aplicabilidade, na qual dispensa o preparo e o uso de insumos básicos tais como água, cimento, cal e areia, resultando no aumento da produtividade, pois requer menos tempo com mão de obra (Grupo FCC; 2011).

Segundo Giribola (2015) a busca constante por melhorias na argamassa industrializada, gera aumento de produtividade e consequentemente melhora na parte financeira, pelo fato de o material já vir pronto, evitando assim o preparo em obra. Embora com um custo inicial geralmente mais alto, pode oferecer economia a longo prazo devido à redução de mão de obra e desperdício, além da garantia de um produto de qualidade constante.

4.7. Vantagens e desvantagem das argamassas convencional e industrializada

A Tabela 4 apresenta um comparativo, a fim de sintetizar as informações para melhor análise e identificação da melhor opção de argamassa.

Tabela 4. Vantagens e desvantagens da argamassa convencional e da argamassa industrializada.

Tipos	Vantagens	Desvantagens
Argamassa convencional	Produção feita no canteiro de obra	Exige maior espaço para armazenamento de ensacados, equipamentos e produção
		Demanda mais mão de obra e maiores perdas
	Menor precisão no controle tecnológico	Menor produtividade
Argamassa industrializada	Argamassa pronta para uso	Inicialmente tem um custo mais elevado
	Controle de qualidade e dosagem de insumos	
	Demanda menos mão de obra e menores perdas	
	Maior produtividade	
	Maior organização de canteiro, obra limpa e sem locação de equipamentos	

Fonte: Autores (2024).

Observa-se Tabela 4 que o uso da argamassa industrializada possui diversas vantagens em relação a convencional principalmente na redução da mão de obra, minimização de perdas de materiais, espaço de armazenamento e transporte, além da facilidade em se fazer o controle do consumo. A maior

desvantagem é em relação ao custo pois argamassa produzida em obra apresenta um custo inicial menor.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conclui-se que a escolha entre argamassa convencional e industrializada deve considerar não apenas o custo inicial, mas também aspectos de qualidade, produtividade e sustentabilidade. A argamassa convencional, apesar de apresentar menor custo imediato e flexibilidade de ajustes no canteiro, implica maiores perdas, variação de qualidade e necessidade de mão de obra intensiva. Já a argamassa industrializada, embora demande maior investimento inicial, garante padronização, controle tecnológico e significativa redução de desperdícios, o que a torna mais vantajosa a médio e longo prazo. Dessa forma, recomenda-se que engenheiros e construtores avaliem cuidadosamente as condições específicas de cada obra, de modo a alinhar o tipo de argamassa escolhido com os objetivos técnicos, econômicos e ambientais do empreendimento.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANTUNES, A. C. **Avaliação comparativa entre argamassa produzida na obra e industrializada para execução de revestimento de fachada: estudo de caso de edifício de múltiplos pavimentos.** 97 f. Monografia (Programa de Pós-Graduação) - Universidade de Pernambuco, Escola Politécnica, Recife, 2008.

Argamassa industrializada e produzida em obra: qual a diferença? Disponível em: <<https://inovacivil.com.br/argamassa-industrializada-x-argamassa-produzida-em-obra/>>. Acesso em 26/09/2024.

Armazenamento de materiais. Disponível em: <<https://engenhariaaocubocom.wordpress.com/2016/06/03/armazenamento-de-materiais/>>. Acesso em 26/09/2024.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Execução de revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas - Procedimento**, NBR 7200, Rio de Janeiro, RJ, 1998.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 13281: **Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos – Requisitos**. Rio de Janeiro, 2001.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 13529: **Revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas - Terminologia**. Rio de Janeiro. 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 16868-2: **Alvenaria estrutural: parte 2: execução e controle de obras**. Rio de Janeiro, 2020.

BARBOSA, J.; BORJA, E.; SOARES, M. **Identificação e caracterização de argamassas industrializadas na cidade de Natal-RN**, Natal, p. 1-8.

CARASEK, H. *et al.* **Materiais de construção civil e princípios de ciência e engenharia de materiais**. 1.ed. São Paulo: IBRACON, 2007.

CARVALHO JUNIOR, A. N. **Avaliação da aderência dos revestimentos argamassados: Uma contribuição a identificação do sistema de aderência mecânico.** Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Minas Gerais, 2005.

CEOTTO, L. H.; BANDUCK, R. C.; NAKAKURA, E. H. **Revestimentos de Argamassa: boas práticas em projeto, execução e avaliação.** Porto Alegre: ANTAC, 2005. 96p.

CIVILIZAÇÃO ENGENHARIA. **Argamassa pronta na construção civil.** Disponível em: <<https://civilizacaoengenharia.wordpress.com/2015/08/24/argamassa-pronta-na-construcao-civil/>>. Acesso em: 05 nov. 2024.

GIRIBOLA, M. **Construtora compara argamassa virada em obra com argamassa industrializada e obtém economia** - Revista Pini, Edição 176, 2015.

GRUPO FCC. **Argamassa utilizada para Assentamento de Tijolos ou blocos** - Tema do 19º Concurso Falcão Bauer - São Paulo SP 2011.

Lisboa, E. S. *et al.* **Materiais de construção: concreto e argamassa.** (2nd edição). Grupo A, 2017.

MATOS, P. R. **Estudo da utilização de argamassa estabilizada em alvenaria estrutural de blocos de concreto** - Monografia (Graduação em Engenharia Civil) Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis/SC, 2013.

NETO, A. M.; ANDRADE D. C.; SOTO, N. T. A. **Estudo das propriedades e viabilidade técnica da argamassa estabilizada** - Monografia (Graduação em Engenharia da Produção) Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba/PR, 2010.

NUNES, DANIEL GIACOMETTI. **Estudo de caso para comparativo entre uso de argamassa produzida em obra e argamassa ensacada.** Rio de Janeiro: UFRJ, 2014.

O que é betoneira: entenda tudo que é necessário - Martins Locações. Disponível em: <<https://images.app.goo.gl/8ngdVskDwbAVT8JF7>>. Acesso em 26/09/2024.

RECENA, F. A. P. **Conhecendo Argamassa.** 2 edições - livro, EDI PUC RS – 2008.

REGATTIERI, C. E; SILVA, L. L. R. **Ganhos de potenciais na utilização da argamassa industrializada.** Simpósio Brasileiro de Tecnologia em Argamassas. São Paulo/SP, 2003.

SOUZA, J. P., SILVA, L. F., PEREIRA, M. R. **Análise de custos na construção civil: uma abordagem sobre o uso de argamassa convencional.** Revista Brasileira de Engenharia Civil, 30(2), 120-134, 2020.

SOUZA, U. E. L. **Como aumentar a eficiência da mão de obra: um manual de gestão de produtividade na construção civil.** São Paulo, Editora Pini, 2006.

A OUTRA FACE DA PRODUÇÃO ENXUTA: O CORPO QUE DÓI E A MENTE QUE SOFRE – RELAÇÕES ENTRE A FILOSOFIA LEAN E A SAÚDE MENTAL DOS TRABALHADORES. UMA REVISÃO DA LITERATURA

THE OTHER SIDE OF LEAN PRODUCTION: THE BODY THAT HURTS AND THE MIND THAT SUFFERS – RELATIONSHIPS BETWEEN LEAN PHILOSOPHY AND WORKERS' MENTAL HEALTH. A LITERATURE REVIEW

Ana Clara Freitas dos Santos, João Victor Ribeiro Santos

RESUMO

O presente artigo tem como objetivo analisar, por meio de uma revisão de literatura, de que forma a aplicação do Lean Manufacturing, associada à gestão de pessoas, pode contribuir para a promoção da saúde mental dos trabalhadores no ambiente organizacional. O estudo parte do reconhecimento de que o trabalho, embora essencial à vida humana, tem se tornado uma fonte recorrente de sofrimento psíquico, especialmente em contextos marcados por pressões excessivas, desumanização e precarização. A metodologia adotada é de natureza qualitativa, com base em análise bibliográfica, estruturada em cinco etapas: (i) definição da pergunta de pesquisa; (ii) busca de evidências; (iii) seleção e revisão dos estudos encontrados; (iv) avaliação da qualidade metodológica dos estudos; e (v) apresentação dos resultados. A busca foi realizada em bases de dados acadêmicas, resultando em 112 artigos, dos quais dois foram selecionados para análise aprofundada. Os resultados evidenciam que, embora o Lean possa trazer benefícios operacionais, sua aplicação desarticulada de práticas humanizadas de gestão tende a agravar o sofrimento psíquico dos colaboradores. Em contrapartida, a integração entre os princípios do Lean e estratégias de gestão de pessoas mostra-se promissora na construção de ambientes organizacionais mais saudáveis e sustentáveis. Conclui-se que a busca por eficiência produtiva não deve ser dissociada do cuidado com a saúde mental, sendo fundamental uma abordagem integrada, ética e centrada no ser humano.

Palavras chave: Lean Manufacturing; Saúde mental no trabalho; Gestão de pessoas; Ambiente organizacional; Bem-estar do trabalhador.

ABSTRACT

This article aims to analyze, through a literature review, how the application of Lean Manufacturing, combined with people management, can contribute to promoting workers' mental health in organizational environments. The study is based on the recognition that, although work is essential to human life, it has increasingly become a source of psychological suffering, especially in contexts marked by excessive pressure, dehumanization, and precariousness. The adopted methodology is qualitative, based on bibliographic analysis, structured in five stages: (i) definition of the research question; (ii) search for evidence; (iii) selection and review of the identified studies; (iv) assessment of methodological quality; and (v) presentation of results. The search was conducted in academic databases, resulting in 112 articles, from which two were selected for in-depth evaluation. The results show that although Lean can generate operational benefits, its application without alignment with humanized management practices tends to intensify workers' psychological distress. On the other

hand, the integration of Lean principles with people management strategies proves to be promising in building healthier and more sustainable organizational environments. It is concluded that productive efficiency should not be dissociated from mental health care, requiring an integrated, ethical, and human-centered approach.

Keywords: Lean Manufacturing; Mental health at work; People management; Organizational environment; Worker well-being.

1. INTRODUÇÃO

O trabalho é parte fundamental da vida humana, porém, frequentemente é percebido como um desafio constante, uma obrigação que gera sofrimento ao invés de ser uma atividade estimulante para a sobrevivência. Nesse contexto, a gestão de pessoas dentro das organizações torna-se essencial, pois o estado emocional e mental dos trabalhadores está diretamente influenciado pelo ambiente de trabalho. Podemos então dizer que uma gestão eficiente se preocupa com o bem-estar dos colaboradores. Partindo do pressuposto de que trabalhadores insatisfeitos tendem a entregar serviços de baixa qualidade, é possível observar que um ambiente organizacional que promova pelo menos um mínimo de satisfação está diretamente relacionado à eficácia da gestão de pessoas (ROSENO et al., 2025).

O esgotamento mental figura entre os principais fatores que comprometem a saúde do trabalhador, sendo a síndrome de Burnout (SB) o resultado crônico desse desgaste relacionado ao trabalho (TAUBE; CARLOTTO, 2022). O ambiente laboral influencia diretamente a saúde física e mental dos colaboradores, e fatores como exigências excessivas, condições inadequadas, má gestão de pessoas e benefícios insuficientes contribuem para esse quadro. Portanto, para alcançar resultados satisfatórios e uma produtividade adequada às demandas, torna-se indispensável promover um ambiente de trabalho saudável (SILVA et al., 2025).

Se tratando de produtividade, o Lean Manufacturing tem se destacado por sua contribuição significativa à otimização dos processos produtivos, por meio de melhorias contínuas e redução de desperdícios. Conforme Souza e Galhardi (2022), essa metodologia vai além do ambiente fabril, estendendo-se a diversos setores e apresentando um potencial transformador na gestão e no aproveitamento do capital humano.

Diante desse cenário, é fundamental que as organizações adotem abordagens de gestão que transcendam a eficiência operacional, valorizando também a saúde mental e o bem-estar dos trabalhadores. A aplicação do Lean Manufacturing, quando adaptada para integrar aspectos humanos e ergonômicos, pode contribuir para a criação de ambientes de trabalho mais saudáveis e sustentáveis, pois essa filosofia se mostra versátil e seus fundamentos, concebidos inicialmente para a manufatura, demonstraram capacidade de adaptação e resultados positivos em diferentes setores e momentos

históricos. Ancorados em conceitos como a redução de desperdícios, a entrega de maior valor e a busca constante por aperfeiçoamento, esses princípios ultrapassam limites setoriais ou temporais, configurando-se como um referencial duradouro para elevar a eficiência e a efetividade em múltiplos contextos, de acordo com Adams (2024).

Portanto, o presente estudo propõe-se a investigar como a integração do Lean Manufacturing às práticas de gestão de pessoas pode promover a saúde mental dos colaboradores e, conseqüentemente, aprimorar a qualidade dos serviços oferecidos.

2. METODOLOGIA

Este artigo configura-se como uma revisão de literatura de natureza qualitativa, com enfoque na análise bibliográfica. O objetivo é compreender de que forma a aplicação do Lean Manufacturing, quando integrada à gestão de pessoas, pode impactar positivamente a saúde mental dos trabalhadores no ambiente organizacional. A abordagem qualitativa foi escolhida por possibilitar uma análise mais aprofundada e interpretativa dos dados disponíveis na literatura científica, especialmente em temas que envolvem aspectos subjetivos como bem-estar, motivação e esgotamento mental.

A revisão foi estruturada com base nas cinco etapas metodológicas propostas por Ferreira (2019): (i) definição da pergunta de pesquisa, (ii) busca de evidências, (iii) seleção e revisão dos estudos encontrados, (iv) avaliação da qualidade metodológica dos estudos e (v) apresentação dos resultados.

Tabela 4: Passos e passo da pesquisa

Etapas da revisão sistemática da literatura	Objetivo	Metódo	Ferramenta
(i) definição da pergunta de pesquisa	Definir e fazer uma formulação da pergunta que guiará a pesquisa	Discussões para definição do tema.	Reuniões de alinhamento
(ii) busca de evidências	Identificar de forma abrangente estudos relevantes: Realizar uma pesquisa sistemática em múltiplas bases de dados, repositórios e outras fontes para encontrar toda a literatura que possa fornecer informações sobre a questão de pesquisa.	Definição da base de dados. Definição e uso da chave de busca. Definição do período. Definição e aceitação/exclusão	Google acadêmico. "saúde mental", "bem-estar no trabalho", "ambiente organizacional", "Lean Manufacturing" e "gestão de pessoas". (2015 - 2025) Alinhamento com o tema ou tangente. Desde que mencione o Lean atrelado a saúde mental de trabalhadores.
(iii) seleção e revisão dos estudos encontrados	Filtrar os estudos com base em critérios de inclusão e exclusão: Após a coleta dos estudos, aplicar critérios claros para selecionar apenas aqueles que são pertinentes e apresentam relevância para a pergunta de pesquisa.	Exposição em uma tabela contendo resumo de cada artigo e duas opções qualificadas em alinhadas ou não com o tema.	Excel
(iv) avaliação da qualidade metodológica dos estudos	Determinar a robustez dos métodos empregados em cada estudo: Analisar os aspectos metodológicos para identificar potenciais vieses, limitações e a validade interna e externa de cada estudo.	Leitura dos artigos encontrados.	Donwloads dos artigos em pdf e leitura.
(v) apresentação dos resultados	Sintetizar e comunicar os achados de forma clara e objetiva: Organizar os dados de maneira que facilite a compreensão dos resultados, usando resumos narrativos, tabelas, gráficos ou meta-análises quando aplicável.	Separação dos artigos em tabelas.	Criação de tabela com as definições: Nome do artigo; Link para acesso; Se está alinhado ou não; Resumo; Principais conclusões; Sugestões de trabalho futuro.

Fonte: Os autores (2025)

Na primeira fase, foi elaborada a seguinte pergunta norteadora: Como a aplicação do Lean Manufacturing, aliada à gestão de pessoas, pode contribuir para a promoção da saúde mental dos trabalhadores no ambiente organizacional? Essa formulação permitiu delimitar o escopo da pesquisa, orientando a busca por materiais que relacionassem diretamente o Lean com aspectos de saúde ocupacional e gestão de pessoas.

Na segunda fase, procedeu-se à busca sistemática de evidências em plataformas de pesquisa científica, com prioridade para o Google Acadêmico, pela sua ampla base multidisciplinar. Foram utilizados os seguintes descritores combinados por operadores booleanos: "saúde mental", "bem-estar no trabalho", "ambiente organizacional", "Lean Manufacturing" e "gestão de pessoas". A busca foi delimitada às publicações dos últimos 10 anos (2015–2025), com o objetivo de garantir a atualidade dos dados e reflexões abordadas.

Na terceira fase, os estudos encontrados foram organizados em uma planilha no Microsoft Excel, contendo informações como título, autores, ano de publicação, periódico, objetivos, metodologia utilizada e principais resultados. Ao todo, foram identificados 112 documentos. Desses, fizemos a análise de 2 trabalhos que se mostram relevantes ao tema.

A quarta fase consistiu na avaliação da qualidade metodológica dos artigos selecionados. Para tanto, consideraram-se critérios como clareza dos objetivos, coerência entre metodologia e resultados, relevância da contribuição científica e aplicabilidade prática das conclusões. Estudos com metodologia frágil, amostragens pouco representativas ou ausência de fundamentação teórica consistente foram excluídos da análise final.

Por fim, na quinta fase, foi feita a sistematização e apresentação dos resultados, articulando os achados da literatura com os objetivos do presente estudo. A síntese permitiu compreender as principais contribuições do Lean Manufacturing para ambientes de trabalho mais saudáveis, desde que sua aplicação leve em consideração fatores humanos, ergonômicos e psicossociais. O recorte metodológico adotado, apesar de suas limitações inerentes ao modelo de revisão qualitativa, oferece subsídios teóricos relevantes para novas investigações e práticas organizacionais comprometidas com o bem-estar dos trabalhadores.

3. RESULTADOS

3.1 Resultados gerais

A partir dos 112 resultados obtidos na pesquisa inicial, realizamos uma triagem preliminar que resultou na exclusão de 21 itens. Esses itens removidos incluíam artigos duplicados, citações isoladas (sem texto completo disponível), livros e e-books que não atendiam aos critérios definidos para análise. Após essa filtragem, restaram 91 artigos, dos quais foram lidos os resumos. Para organizar essa leitura e facilitar a avaliação de relevância, criamos uma tabela de análise com base em uma pergunta central: “O conteúdo do artigo está alinhado com o tema da pesquisa?”. As respostas possíveis para essa pergunta foram categorizadas em três opções: sim (quando o artigo abordava diretamente o tema), não

(quando não havia relação com o tema) e tangente (quando o artigo tratava de tópicos relacionados, mas não centrais ao objeto de estudo).

3.2 Principais estudos encontrados

Ao final dessa etapa de análise, selecionamos dois artigos que, embora não abordem diretamente o tema central, foram classificados como tangentes ao tema, por tratarem de aspectos relevantes de forma indireta. Esses dois artigos foram lidos integralmente e estão apresentados na tabela a seguir.

Tabela 2: Artigos selecionados

O primeiro artigo, é um Trabalho de Conclusão de Curso, o estudo destaca a influência significativa da organização do trabalho sobre a saúde mental dos profissionais da área da saúde, evidenciando os impactos psíquicos e comportamentais associados à intensificação das tarefas, à desumanização das relações laborais e à precarização das condições de trabalho. Embora o artigo não trate diretamente do Lean Manufacturing, ele contribui para a compreensão do tema da pesquisa ao demonstrar como tais fatores organizacionais podem levar ao sofrimento psíquico. De forma complementar, é possível estabelecer um paralelo: a adoção inadequada do Lean Manufacturing, especialmente quando centrada unicamente na produtividade, pode reproduzir esses mesmos efeitos

Nomes	Alinhamento com o tema	Resumo	Principais Conclusões	Sugestões para trabalhos futuros
AGRAVOS RELACIONADOS AO TRABALHO MAIS COMUNS EM TRABALHADORES DA SAÚDE: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA	tangente	Se trata de uma revisão da literatura acerca dos agravamentos da saúde mental dos trabalhadores da área da saúde. Listagem desses fatores psíquicos.	O trabalho mostra uma pesquisa extensa sobre a saúde do trabalhador e as diversas doenças causadas. É muito interessante mas é específico para a área da saúde e não menciona o termo Lean.	Continuar com pesquisas voltadas para a saúde do trabalhador porem em mais areas profissionais sem limitar a da saúde, e tambem possiveis ferramentas e metodologias para resolver a problematica.
Práticas de gestão de pessoas: usos e repercussões no contexto brasileiro	tangente	O artigo de Thiago Aguiar de Oliveira e colaboradores realizou uma revisão sistemática (PRISMA) de 23 estudos empíricos sobre práticas de gestão de pessoas no Brasil, encontrando lacunas significativas na fundamentação teórica e na consistência conceitual, com predominância de métodos quantitativos e pouca atenção às inter-relações sistêmicas dessas práticas; os autores recomendam fortalecer o embasamento teórico, adotar abordagens qualitativas ou mistas e desenvolver uma visão integrada das práticas para potencializar desempenho e bem-estar organizacional	O trabalho aponta que, no Brasil, a área de Gestão de Pessoas já reconhece seu papel estratégico ao impactar desempenho e bem-estar, mas ainda enfrenta desafios significativos — sobretudo do ponto de vista teórico, conceitual e metodológico. A efetividade futura depende de avanços em clareza conceitual, integração sistêmica das práticas, e uma abordagem mais equilibrada entre resultados e valores humanos.	explorar os efeitos dessas práticas sobre desempenho organizacional e bem-estar dos colaboradores, reforçando a estratégia de gestão integrada entre resultados e cuidados humanos.

negativos, favorecendo o adoecimento mental dos trabalhadores (FERREIRA, 2019).

Nesse sentido, destaca-se a importância da atuação interdisciplinar, conforme defendida no artigo, que envolve psicólogos do trabalho, gestores e profissionais da saúde na formulação de estratégias para mitigar o sofrimento laboral. Essa abordagem discutida ao longo do trabalho dialoga diretamente com a pergunta central da pesquisa, cuja proposta de integrar o Lean à gestão de pessoas, promovendo um ambiente organizacional mais equilibrado, saudável e produtivo se torna uma proposta de intervenção. A valorização do trabalhador, o cuidado com as relações interpessoais e a escuta ativa são elementos que fortalecem essa convergência entre as perspectivas.

Além disso, o artigo evidencia que o modelo de produção adotado em uma organização tem impacto direto sobre o bem-estar psíquico dos trabalhadores. Dessa forma, uma aplicação humanizada do Lean Manufacturing, centrada nas necessidades e limitações dos indivíduos, pode representar uma resposta eficaz aos agravos descritos na literatura. A flexibilização das práticas de trabalho, aliada ao reconhecimento e à participação ativa dos trabalhadores nos processos decisórios, contribui para um ambiente mais saudável e menos propenso ao adoecimento.

Ainda que o artigo não mencione explicitamente o Lean Manufacturing, seus resultados apontam que a melhoria dos processos de trabalho, a redução da sobrecarga e o fortalecimento da autonomia dos trabalhadores são estratégias eficazes na prevenção dos agravos à saúde mental. Tais medidas estão alinhadas aos princípios do Lean quando este é aplicado de forma ética e integrada à gestão humanizada, demonstrando que a filosofia enxuta, quando bem conduzida, pode ser uma aliada na promoção da saúde mental no ambiente organizacional. Portanto, se enquadra como tangente ao tema.

Já o segundo artigo, aborda a análise do trabalho bancário contemporâneo, evidenciando um foco recorrente no sofrimento psíquico decorrente das transformações organizacionais, especialmente após as reestruturações neoliberais e o avanço tecnológico. A intensificação do trabalho, a pressão por metas inatingíveis e o controle excessivo são apontados como principais causadores de estresse, ansiedade e depressão entre os bancários (OLIVEIRA, 2023).

Conforme demonstrado por uma revisão de estudos realizada ao longo de 20 anos, contextos de aplicação do Lean focados exclusivamente em produtividade e intensificação do ritmo de trabalho, como nos sistemas Just In Time, estão fortemente associados ao aumento do estresse, bem como a riscos psicossociais e musculoesqueléticos entre os trabalhadores. Tais elementos também se manifestam em situações em que o Lean Manufacturing é implementado de forma inadequada, isto é, com ênfase excessiva na eficiência e nos resultados, em detrimento dos aspectos humanos do trabalho. Esse paralelismo evidencia que a estruturação do trabalho impacta diretamente a saúde mental dos trabalhadores, independentemente do setor produtivo (LANDSBERGIS, 2014).

O artigo destaca ainda que a complexidade do adoecimento mental exige intervenções interdisciplinares, que envolvam não apenas a atuação da saúde ocupacional, mas também políticas organizacionais voltadas ao cuidado com os trabalhadores. Nesse sentido, a proposta de integração entre o Lean Manufacturing e a gestão de pessoas se alinha à necessidade de criar ambientes organizacionais mais saudáveis e humanizados. A gestão de pessoas, quando orientada por princípios de escuta ativa, valorização do trabalhador e promoção do bem-estar, pode atuar como um fator moderador dos efeitos negativos oriundos da pressão por produtividade, contribuindo para a prevenção do adoecimento psíquico.

O modelo de organização do trabalho, tanto no setor bancário quanto em outras áreas industriais ou de serviços, exerce papel central na determinação das condições que favorecem ou prejudicam a saúde mental. O artigo ressalta que a lógica da maximização de lucros e da eficiência tem levado ao esvaziamento subjetivo do trabalho, promovendo um ambiente de sofrimento invisibilizado. Frente a isso, a implementação do Lean Manufacturing deve ser repensada sob uma ótica humanizada, que equilibre os ganhos de produtividade com a proteção da saúde dos trabalhadores. Quando aplicado com sensibilidade social e articulação com a gestão de pessoas, o Lean pode contribuir para o redesenho de processos que reduzam o desgaste físico e emocional.

Embora a revisão apresentada no artigo não mencione diretamente a filosofia Lean, suas conclusões apontam para a necessidade de repensar as formas de organização do trabalho como estratégia de prevenção ao adoecimento mental. Elementos como a flexibilização das metas, a promoção de espaços de escuta, a melhoria dos processos organizacionais e a valorização dos trabalhadores são condutas compatíveis com uma abordagem Lean que respeite os limites humanos. Dessa forma, a proposta de integração entre Lean Manufacturing e gestão de pessoas apresenta-se como uma alternativa viável para transformar ambientes de trabalho adoecedores em espaços mais saudáveis, sustentáveis e promotores de saúde mental.

3.3 O lean na gestão de pessoas

A filosofia Lean tem como objetivo a melhoria contínua dos processos organizacionais, eliminando desperdícios. Seus princípios são conhecidos desde a Segunda Guerra Mundial, quando a Toyota os popularizou por meio do engenheiro Ohno em sua linha de produção. Desde então, esse modelo de gestão tem sido amplamente estudado e aplicado em diversas áreas, demonstrando sua versatilidade, como é o caso da gestão Lean em serviços de saúde, conforme apontam diversos trabalhos na literatura científica (CRUZ, 2021).

O autor Graban (2016), afirma que o compromisso com o trabalho se dá por:

O Compromisso com o Trabalho aprimorado dos trabalhadores, por meio do estilo Kaizen de melhoria contínua, pode levar a melhor segurança e resultados, satisfação do paciente e diminuir os custos diretos e indiretos de diferentes formas. Por exemplo, o maior envolvimento dos trabalhadores pode reduzir as taxas de rotatividade (turnover) voluntária, melhorando a qualidade do serviço enquanto reduz o custo de contratação e integração de novos trabalhadores (Graban, 2016, p. 12).

Paralelamente, Cruz (2016) destaca que o bem-estar pode ser avaliado pelo conceito de satisfação com a vida, sendo uma ferramenta útil para medir os efeitos da implementação da gestão Lean sobre os trabalhadores. Nesse contexto, o bem-estar no trabalho e a saúde mental estão intrinsecamente relacionados, pois ambos impactam diretamente a qualidade de vida e o equilíbrio emocional no ambiente laboral. A saúde mental constitui um dos pilares do bem-estar, pois envolve a forma como o trabalhador lida com pressões, demandas, emoções e relacionamentos no dia a dia profissional. Quando preservada, ela favorece o desenvolvimento de resiliência diante de desafios, autoestima profissional, relações interpessoais saudáveis e maior satisfação com as atividades desempenhadas, refletindo-se em bem-estar e produtividade no trabalho (GUERRA; NALINI, 2024).

Os resultados da pesquisa de Cruz (2021) indicam que existe uma relação positiva entre a gestão Lean e o bem-estar dos trabalhadores, mediada pelo compromisso com o trabalho. Dessa forma, práticas de melhoria contínua e envolvimento dos colaboradores não apenas aumentam a eficiência organizacional, mas também promovem a saúde mental e o bem-estar no ambiente profissional.

3.4 A influência da organização do trabalho na saúde mental e no bem-estar dos trabalhadores

A organização do trabalho exerce papel central na determinação do bem-estar e da saúde mental dos trabalhadores. A literatura evidencia que a implementação de modelos de gestão, como o Lean Manufacturing, quando centrada exclusivamente na produtividade e na eficiência, pode reproduzir efeitos adversos sobre a experiência psíquica dos colaboradores, elevando níveis de estresse, ansiedade e sofrimento laboral (FERREIRA, 2019; OLIVEIRA, 2023).

No setor da saúde, estudos indicam que a intensificação das tarefas, a desumanização das relações laborais e a precarização das condições de trabalho impactam diretamente a saúde mental dos profissionais, levando a consequências comportamentais e emocionais negativas (FERREIRA, 2019). De maneira semelhante, pesquisas com trabalhadores bancários revelam que a pressão por metas, o controle excessivo e o aumento do ritmo de trabalho geram riscos significativos de adoecimento psíquico, demonstrando que tais efeitos não são exclusivos de um setor produtivo específico (OLIVEIRA, 2023; LANDSBERGIS, 2014).

Esses achados reforçam a necessidade de que a aplicação do Lean seja orientada por uma perspectiva humanizada e integrada à gestão de pessoas, contemplando o cuidado com o trabalhador, a valorização das relações interpessoais e a participação ativa nos processos decisórios (GUERRA; NALINI, 2024; GRABAN, 2016). Da mesma forma, a avaliação do bem-estar no trabalho, baseada em conceitos como satisfação com a vida, permite monitorar os efeitos das práticas de gestão sobre a saúde mental e identificar oportunidades para intervenções preventivas (CRUZ, 2016; CRUZ, 2021).

Dessa forma, quando implementado de maneira ética e sensível, o Lean Manufacturing não apenas melhora a eficiência organizacional, mas também atua como um instrumento para a promoção da saúde mental, do bem-estar e da qualidade de vida no ambiente laboral, criando condições sustentáveis para um desempenho produtivo e saudável (FERREIRA, 2019; OLIVEIRA, 2023; GUERRA; NALINI, 2024).

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presente revisão de literatura permitiu refletir criticamente sobre os efeitos da aplicação do Lean Manufacturing no ambiente organizacional, especialmente quando este modelo de gestão é desvinculado de práticas humanizadas de gestão de pessoas. Embora a filosofia Lean tenha como foco a eficiência operacional e a eliminação de desperdícios, a sua implementação sem o devido cuidado com os aspectos subjetivos do trabalho pode potencializar fatores de risco à saúde mental dos trabalhadores, tais como o estresse, a sobrecarga e o esgotamento psíquico.

Os estudos analisados indicam que o modelo de organização do trabalho é determinante para a preservação ou deterioração da saúde mental dos colaboradores. Assim, práticas que priorizam a produtividade em detrimento do bem-estar geram ambientes laborais adoecedores, com impactos evidentes na motivação, no desempenho e na qualidade dos serviços prestados. Por outro lado, quando o Lean é adaptado para incluir elementos da gestão de pessoas, como a escuta ativa, o reconhecimento, a participação dos trabalhadores e a preocupação com condições ergonômicas e psicossociais, torna-se possível transformá-lo em uma ferramenta de fortalecimento da saúde ocupacional.

Conclui-se, portanto, que a integração entre Lean Manufacturing e gestão de pessoas não apenas é viável, como se apresenta como uma estratégia promissora para o desenvolvimento de ambientes organizacionais mais saudáveis, sustentáveis e produtivos. Ao considerar a saúde mental como um indicador de qualidade do trabalho, as organizações podem alinhar seus objetivos de desempenho à valorização humana, promovendo não apenas resultados operacionais, mas também satisfação e equilíbrio no cotidiano laboral.

Por fim, recomenda-se que futuras pesquisas ampliem o escopo empírico sobre a relação entre a filosofia Lean e o bem-estar dos trabalhadores em diferentes setores, contribuindo para a construção de modelos de gestão que articulem eficiência e humanização de maneira ética e sustentável.

5. REFERÊNCIAS

ADAMS, Patrick. Lean Process Improvement: Universally Applicable Across Industries and Eras. FindLeanSolutions, 14 jun. 2024. Disponível em: https://www.findleansolutions.com/lean-process-improvement-universally-applicable-across-industries-and-eras/?utm_source

ANDRÉ, José Gabriel Nascimento; DA SILVA, Alessandra Santana; DE QUEIROZ, Josimeire Pessoa; DIAS, Vagner Prates; MORAIS, Marcos De Oliveira; OLIVEIRA, Jean Sampaio; RIBEIRO, Joalan De Araújo. Saúde Mental no Ambiente de Trabalho: Estratégias para Promover o Bem-Estar. **Journal of Technology & Information**, v. 1, n. 1, p. 1-10, 30 jan. 2025.

CRUZ, Carlos. **A gestão Lean e os seus efeitos sobre a performance e bem-estar dos trabalhadores: estudo de caso no setor bancário.** 2021. Dissertação (Mestrado em Marketing) — Universidade de Coimbra, Coimbra, 2021. Disponível em: https://baes.uc.pt/bitstream/10316/100733/1/Tese%20Carlos%20Cruz%20199718817%20MMkt%202021.06.16_uploaded2.pdf

FERREIRA, Karlla Garcia. **Práticas de gestão de pessoas: usos e repercussões no contexto brasileiro.** 2019. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Psicologia) – Universidade Federal do Tocantins, Palmas, 2019.

GUERRA, Kelly Rubena Falcão Silva Tonhá; NALINI, Lauro Eugênio Guimarães. Bem-estar no trabalho: revisão sistemática da literatura nacional publicada nos últimos dez anos. **Revista Fragmentos de Cultura**, Goiânia, v. 34, n. 5, p. 227–240, 2024. DOI: 10.18224/frag.v34i5.14691. Disponível em: <https://seer.pucgoias.edu.br/index.php/fragmentos/article/view/14691/7076>

GRABAN, Mark. **Lean Hospitals: Improving Quality, Patient Safety, and Employee Engagement.** 3. ed. Boca Raton: **CRC Press/Taylor & Francis Group**, 2016. Disponível em: <https://rudycr.com/lit.man.rs/Lean%20hospitals%20improving%20quality,%20patient%20safety,%20and%20employee%20engagement%20by%20Graban,%20Mark-2016.pdf>

LANDSBERGIS, P. A.; CAHILL, J.; SCHNALL, P. The impact of lean production on musculoskeletal and psychosocial risks: an examination of sociotechnical trends over 20 years. **Journal of Occupational Health Psychology**, 2013.

OLIVEIRA, Thiago Aguiar de. **Práticas de gestão de pessoas: usos e repercussões no contexto brasileiro.** Dissertação (Mestrado em Psicologia) – Instituto CEUB de Pesquisa e Desenvolvimento, Centro Universitário de Brasília, Brasília, 2023.

ROSENO, Gabriel Freire et al. Síndrome de burnout ou síndrome do esgotamento profissional: uma revisão bibliográfica. **Revista Universitária Brasileira**, v. 3, n. 1, p. 1-15, 24 fev. 2025.

SOUZA, Rosângela de Oliveira; GALHARDI, António César. O Lean Manufacturing na otimização de processos produtivos. **Lean Manufacturing in productive process optimization.** 2022. DOI: 10.34117/bjdv8n3-114.

TAUBE, Michelle Engers; CARLOTTO, Mary Sandra.
Síndrome de Burnout e a liderança: revisão sistemática da literatura. **Revista Administração em Diálogo (RAD)**, v. 24, n. 3, p. 28–47, 2022. DOI: 10.23925/2178-0080.2022v24i3.54795.

COMPARAÇÃO DAS INCOMPATIBILIDADES DE UM PROJETO RESIDENCIAL MULTIFAMILIAR ELABORADO EM CAD 2D COM A SUA MODELAGEM EM BIM 3D

COMPARISON OF THE INCOMPATIBILITIES OF A MULTIFAMILY RESIDENTIAL PROJECT DESIGNED IN 2D CAD WITH ITS 3D BIM MODELING

Osório, M. M.; Gonçalves, V. M.; Gomes, R. M.

RESUMO

A Modelagem da Informação da Construção (BIM) é um processo inteligente baseado em modelos 3D que fornece aos profissionais de arquitetura, engenharia e construção ferramentas e perspectivas necessárias para planejar, projetar, executar e gerenciar edificações e infraestruturas de maneira mais eficiente. Este estudo tem como finalidade apresentar as vantagens e desvantagens da tecnologia BIM, destacando sua viabilidade para aplicação em processos construtivos. Como método de análise, foi adotado o estudo de caso de uma residência específica, considerando todas as etapas e particularidades envolvidas. A pesquisa busca evidenciar como o uso do BIM pode contribuir para maior eficiência e qualidade, redução de erros, precisão nos quantitativos e orçamentos, além de oferecer subsídios para uma conclusão fundamentada acerca da viabilidade de sua utilização em projetos residenciais.

Palavras-chave: BIM; Incompatibilidades; AutoCAD; Modelagem 3D.

ABSTRACT

Building Information Modeling (BIM) is an intelligent 3D model-based process that provides architecture, engineering, and construction professionals with the tools and insights they need to more efficiently plan, design, execute, and manage buildings and infrastructure. This study aims to present the advantages and disadvantages of BIM technology, highlighting its feasibility for application in construction processes. The analysis method used a case study of a specific residence, considering all the stages and specificities involved. The research seeks to highlight how the use of BIM can contribute to greater efficiency and quality, reduced errors, and accurate quantities and budgets, in addition to providing support for an informed conclusion about the feasibility of its use in residential projects.

Keywords: BIM; Incompatibilities; AutoCAD; 3D modeling.

1. INTRODUÇÃO

O planejamento de obras é muito importante para o bom desempenho de uma construção, pois a partir dele pode-se prever as etapas necessárias para a execução da obra e os recursos básicos para realizar determinadas atividades. Antonoff (2023), afirma que nos últimos quinze anos, o BIM (*Building Information Modeling*) vem sendo adotado no mercado profissional e implementado no ensino de Arquitetura e Urbanismo. Relatos e experiências, nacionais e internacionais, têm demonstrado que não se trata apenas de ensinar uma nova ferramenta digital, mas sim de incorporar e desenvolver uma série de conhecimentos, habilidades e atitudes, em um conjunto de processos colaborativos e interdisciplinares.

Com a utilização do BIM, no planejamento, é possível realizar tudo o que for necessário antes da construção ser iniciada. O estudo de viabilidade, orçamento, cronograma e modelagem de projeto, são algumas necessidades que precisam ser definidas. Para todas essas fases, o BIM tem o papel de agilizar e facilitar o desenvolvimento (Deskgraphics, 2022).

Em relação ao conceito, o que faz a diferença entre o processo BIM e o sistema AutoCAD tradicional é a presença da modelagem paramétrica. A modelagem paramétrica visa a representação de objetos por parâmetros e regras vinculados à sua forma, fazendo também a incorporação de características e propriedades não geométricas a tais objetos. Estes modelos baseados em paramétrica de objetos ainda proporcionam, pelo uso do BIM, a extração de relatórios e checagem de incompatibilidades entre objetos criados. A determinação do nível de precisão de um modelo será garantida pela variedade de regras presentes em certos gráficos paramétricos onde os objetos são criados com o uso de parâmetros de ângulos, distâncias e regras. Estes modelos geram a capacidade criativa dos projetistas, possibilitando novas formas não existentes em outros aplicativos comercializados e podendo, ainda, ser inseridos em qualquer outro projeto ou biblioteca virtual de um escritório de arquitetura (Degaspero *et. al.*, 2017, p.83).

No Brasil, a tecnologia BIM existe há pouco tempo, porém nota-se que os motivos para sua adoção já estão claros. Em contraste, o mercado brasileiro ainda desconhece ou até mesmo não se interessa por sua aplicação, principalmente pela questão financeira, pois a tecnologia possui alto custo (Baroni, 2011).

Outro entrave, na questão técnica, é a inexistência de bibliotecas virtuais para obtenção de itens já prontos. Enquanto em outros países, como Estados Unidos, por exemplo, já é pertinente adquirir as especificações completas, aqui no Brasil é preciso programá-las, transformando-as em modelos. Não se trata apenas de importar a tecnologia de lá, pois as especificações de construções americanas não são iguais as brasileiras, sendo incompatível o seu uso (Prates, 2010).

Portanto, diante desse contexto, este estudo tem por objetivo analisar as diferenças entre os métodos de modelagem AutoCAD 2D e BIM 3D, evidenciando seus desafios e benefícios. Busca-se identificar incompatibilidades recorrentes e propor soluções práticas que possam melhorar a integração e a eficiência dos processos de projeto na construção civil. Espera-se que os resultados contribuam para uma adoção mais ampla e eficaz do BIM, promovendo maior colaboração entre os profissionais envolvidos e, consequentemente, elevando a qualidade dos projetos residenciais multifamiliares.

2. REVISÃO DA LITERATURA

A mudança de um projeto de residência multifamiliar totalmente concluído de AutoCAD 2D para modelagem BIM 3D tem vantagens significativas, tanto em termos de recursos humanos quanto materiais. Embora o AutoCAD 2D seja eficiente na produção de desenhos de construção, ele tende a

exigir uma equipe mais segmentada. Os arquitetos, engenheiros elétricos, engenheiros hidrossanitários e estruturais, trabalham separadamente e grande parte de seus colegas profissionais projetam produtos individuais; esses são posteriormente integrados manualmente. Com o BIM 3D, a equipe projeta e fabrica produtos com muito mais colaboração entre si. As equipes coordenam as atividades e raramente fazem retrabalho porque toda a informação está em um único modelo. Cada equipe tem acesso a todas as informações.

Um dos maiores benefícios do modelamento BIM é a capacidade de reduzir o risco de erros comuns em projetos feitos em AutoCAD 2D. No modelo 2D, sobreposições de desenhos e imprecisões entre plantas distintas - elétrica, hidráulica e arquitetônica, podem resultar em erros de coordenação notados somente durante a obra. No BIM tais erros são eliminados ou minimizados devido à natureza tridimensional integrada do modelo, que permite a geração automática de confrontações e choques entre os distintos sistemas que constituem o edifício (Castelani, 2019).

Além disso, o BIM propicia que os membros da equipe tenham maior facilidade em colaborar entre si, abordando, de fato, uma perspectiva mais unificada entre arquitetos, engenheiros e construtores. O BIM, ou a plataforma onde tudo é implementado, pretende ser o meio pelo qual os membros da equipe deveriam ser capazes de colaborar. Ao permitir que todas as disciplinas se reúnam para trabalhar no mesmo modelo, todos podem visualizar as alterações em tempo real, obtendo a capacidade de trocar informações e dados muito mais facilmente. Portanto, o conhecimento e a capacidade de comunicar com clareza as informações aos demais membros aumentam o significado e a sequência de comunicação entre as partes interessadas no projeto, visto que o modelo é numérico e factual em comparação com os desenhos 2D apenas (Lima, 2024).

Outro benefício do BIM é a maior clareza das informações em comparação ao AutoCAD 2D. A interpretação de um desenho bidimensional pode variar, sobretudo quando analisado por pessoas sem experiência técnica, que frequentemente têm dificuldade em compreender sua representação de elementos reais. Nesse sentido, o modelo BIM 3D oferece uma visualização mais intuitiva e acessível, permitindo que até mesmo indivíduos leigos compreendam melhor as características do projeto.

O modelo BIM 3D, por outro lado, oferece visualização intuitiva como se você estivesse olhando direto para um edifício real com todos os elementos incorporados. A inteligência embutida em um modelo BIM permite que todos, desde engenheiros até investidores e construtores, entendam o projeto. A eficácia de realizar alterações durante as fases de design é muito maior; sempre que uma mudança é feita no desenho, ela é automaticamente refletida em todas as visualizações e documentos. Com o AutoCAD 2D, as alterações devem ser feitas manualmente em cada planta, com um alto risco de deixar de realizar aquelas em todos os desenhos são relacionados (Fabrizio *et al.*, 2017).

Outro fator que torna o BIM muito mais eficiente que o AutoCAD 2D reside na capacidade de o primeiro propagar e atualizar as alterações automaticamente nos desenhos e na documentação. Quando um projetista modifica um item em um modelo BIM, todas as representações gráficas desse elemento, incluindo cortes, elevações e listas de materiais, são instantaneamente atualizadas. Como resultado, o tempo necessário para revisar todos os desenhos é significativamente menor, e o risco de inconsistência entre diferentes peças de documentos é reduzido.

Além disso, a qualidade e a precisão do detalhamento dos desenhos finais são significativamente superiores no BIM. No AutoCAD 2D, o nível de detalhamento depende diretamente da habilidade do projetista em interpretar o projeto e representar corretamente as interações entre os elementos. Já no BIM, o detalhamento é gerado de forma automática, incorporando parâmetros e dimensões exatas dos objetos, o que garante uma representação mais fiel e precisa do modelo (Fabrizio *et al.*, 2017).

Por fim, o BIM torna as estruturas muito mais compreensíveis, permitindo verificar e detectar interferências ou problemas ainda durante as fases de projeto. A ferramenta possibilita analisar diferentes tipos de transições inadequadas entre sistemas, como tubos atravessando lajes ou dutos colidindo com vigas, além de oferecer recursos de controle mais eficientes, como o acompanhamento de custos e uma logística de operação mais satisfatória. Trata-se de uma análise que não pode ser plenamente visualizada em um ambiente bidimensional, como ocorre no AutoCAD 2D, o que reforça o caráter inovador e indispensável do BIM no contexto atual da construção civil.

Consequentemente, a adoção do BIM potencializa a precisão, a colaboração entre equipes e a confiabilidade das informações, favorecendo tanto a análise quanto a concepção e execução estrutural. Os benefícios se refletem em diferentes horizontes: a curto prazo, com economia significativa ao evitar gastos desnecessários, e a longo prazo, pela redução de incompatibilidades, retrabalhos e atrasos. Dessa forma, o BIM consolida-se como uma ferramenta essencial para projetos que exigem maior eficiência, integração e qualidade construtiva.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Materiais

A busca na literatura utilizada para esta pesquisa foi realizada em uma variedade de fontes confiáveis, incluindo livros, artigos científicos, documentos de organizações profissionais e recursos disponíveis em meio digital. O objetivo dessa investigação foi reunir fundamentos teóricos e práticos que sustentassem a análise comparativa entre AutoCAD 2D e BIM 3D.

Entre as principais referências destacam-se obras de grande relevância acadêmica e profissional. O livro *BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers and Contractors*, dos autores Eastman et al. (2014), oferece uma compreensão abrangente dos conceitos de BIM e de sua aplicação na indústria da construção, sendo amplamente reconhecido como uma referência fundamental para profissionais que buscam aprofundar-se nos princípios e práticas do BIM.

Outra obra de grande importância é *Building Information Modeling: Planning and Managing Construction Projects with 4D AutoCAD and Simulations*, do autor Kymmell (2008), que apresenta uma visão detalhada de como o BIM pode ser aplicado no planejamento e gerenciamento de projetos de construção, com ênfase na utilização de simulações e análises em quatro dimensões (4D).

No campo dos artigos científicos, merece destaque *Building Information Modelling Framework: A Research and Delivery Foundation for Industry Stakeholders*, de Succar (2009), que apresenta uma visão aprofundada sobre o *framework* do BIM e o papel dessa metodologia na entrega de projetos de construção. O estudo fornece *insights* valiosos tanto sobre os fundamentos teóricos quanto sobre a aplicação prática da modelagem da informação na indústria.

Já o artigo *Challenges and Opportunities for the Implementation of BIM in the AEC Industry*, dos autores Azhar et al. (2011), discute de forma crítica os desafios enfrentados para a implementação do BIM no setor de arquitetura, engenharia e construção (AEC). A pesquisa analisa as barreiras mais recorrentes, como custos de implantação e necessidade de capacitação profissional, mas também evidencia as oportunidades que a metodologia proporciona em termos de inovação, integração e eficiência.

Além da literatura acadêmica, também foram consultados guias e documentos de organizações profissionais de referência, como o *American Institute of Architects* (AIA) e o *Royal Institute of British Architects* (RIBA). Esses materiais oferecem diretrizes, padrões e melhores práticas para a aplicação de AutoCAD e BIM na construção civil, fornecendo orientação prática e *insights* valiosos para profissionais e pesquisadores que buscam maximizar os benefícios da modelagem da informação em seus projetos.

3.2 Métodos

Para o desenvolvimento deste trabalho, foram utilizados softwares voltados para a elaboração de projetos em AutoCAD e BIM, bem como ferramentas de análise e visualização indispensáveis à execução precisa das tarefas propostas. Na etapa de modelagem em AutoCAD 2D, empregou-se o

AutoCAD, amplamente reconhecido por sua versatilidade e funcionalidade na criação de desenhos técnicos detalhados.

Para a transição à modelagem em BIM 3D, optou-se por plataformas de destaque no setor, como o Revit e o ArchiCAD, que possibilitam a criação de modelos paramétricos completos e ricos em informações. Complementarmente, o Navisworks foi utilizado na análise de compatibilidade, permitindo identificar e solucionar possíveis interferências entre os modelos desenvolvidos em AutoCAD 2D e BIM 3D. A combinação desses *softwares* mostrou-se essencial para o sucesso da pesquisa, fornecendo suporte técnico para a modelagem, análise e visualização do projeto residencial multifamiliar.

O estudo foi conduzido por meio da metodologia de estudo de caso, aplicada à comparação das incompatibilidades encontradas em um projeto residencial multifamiliar inicialmente desenvolvido em AutoCAD 2D e posteriormente convertido para BIM 3D. O ambiente de análise foi estabelecido em meio virtual, possibilitando a manipulação e a avaliação dos modelos com base nos softwares previamente citados.

A pesquisa foi estruturada de maneira organizada e sequencial, contemplando a elaboração de um projeto multifamiliar típico, cuja modelagem em AutoCAD 2D e BIM 3D pôde ser comparada de forma sistemática. Para tanto, adotou-se a abordagem de estudo de caso por ser a mais adequada a uma análise aprofundada das particularidades e diferenças entre os dois sistemas de modelagem.

A coleta de dados foi realizada por meio da análise comparativa dos modelos, utilizando especificamente as ferramentas AutoCAD, Revit, ArchiCAD e Navisworks. Esses programas permitiram o levantamento de informações consistentes sobre a compatibilidade, o nível de detalhamento e a eficiência dos modelos, assegurando resultados precisos e relevantes para a discussão proposta neste trabalho.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ao analisar os resultados obtidos a partir da aplicação dos dois métodos - AutoCAD 2D e BIM 3D - em um projeto residencial, tornam-se evidentes as vantagens proporcionadas pela modelagem em BIM quando comparada ao sistema bidimensional tradicional. Os benefícios se manifestam principalmente em aspectos como a eficiência do processo de elaboração, a identificação antecipada de falhas e a colaboração entre os diferentes profissionais envolvidos na concepção, planejamento e execução da obra.

Observou-se que, enquanto o AutoCAD 2D exige maior esforço de coordenação e apresenta limitações na detecção de incompatibilidades entre disciplinas, o BIM 3D se destaca por sua

capacidade de integrar informações em um único modelo digital, reduzindo o retrabalho e aumentando a confiabilidade do projeto. Essa diferença reforça o papel do BIM não apenas como ferramenta tecnológica, mas como um recurso estratégico para otimizar a comunicação, a compatibilização e a qualidade final das construções residenciais.

4.1 Tempo de criação do projeto

A avaliação revelou que a modelagem em BIM 3D reduziu em aproximadamente 50% o tempo necessário para a elaboração do projeto quando comparada ao processo desenvolvido em AutoCAD 2D. No sistema 2D, a criação manual de diferentes vistas - como plantas, cortes e fachadas, demandou maior tempo de produção e favoreceu o surgimento de inconsistências entre os desenhos, decorrentes da necessidade de atualização individual de cada representação.

Por outro lado, o BIM se mostrou mais eficiente ao gerar automaticamente diversas perspectivas a partir de um único modelo tridimensional, agilizando o procedimento de elaboração e assegurando a consistência entre todas as representações gráficas. Essa característica não apenas reduziu significativamente o tempo de trabalho, como também aumentou a confiabilidade dos resultados. Tais evidências foram constatadas nesta pesquisa e também corroboradas por estudos anteriores, que apontam a superioridade do BIM em termos de produtividade e precisão (Pedro *et al.*, 2019).

4.2 Detecção de incoerências e identificação de erros

O BIM destacou-se por sua capacidade de detectar automaticamente incompatibilidades de projeto, identificando, por exemplo, conflitos entre componentes estruturais e instalações elétricas ou hidrossanitárias. Essa funcionalidade é possível graças à integração tridimensional do modelo, que permite visualizar em tempo real a interação entre diferentes disciplinas.

No AutoCAD 2D, por outro lado, tais inconsistências só poderiam ser verificadas de forma manual, a partir da sobreposição de plantas, ou então percebidas apenas durante a execução da obra. Essa limitação não apenas aumenta o risco de falhas de coordenação, como também pode resultar em retrabalhos, elevação dos custos e prolongamento dos prazos de entrega.

O uso de programas de análise de compatibilidade, como o Navisworks, mostrou-se extremamente eficiente nesse contexto, possibilitando a identificação precoce de problemas e sua resolução ainda na fase de projeto. Dessa forma, o BIM se apresenta como uma ferramenta estratégica para a redução de riscos, a otimização do planejamento e a garantia de maior confiabilidade no processo construtivo.

4.3 Trabalho em equipe e interdisciplinaridade

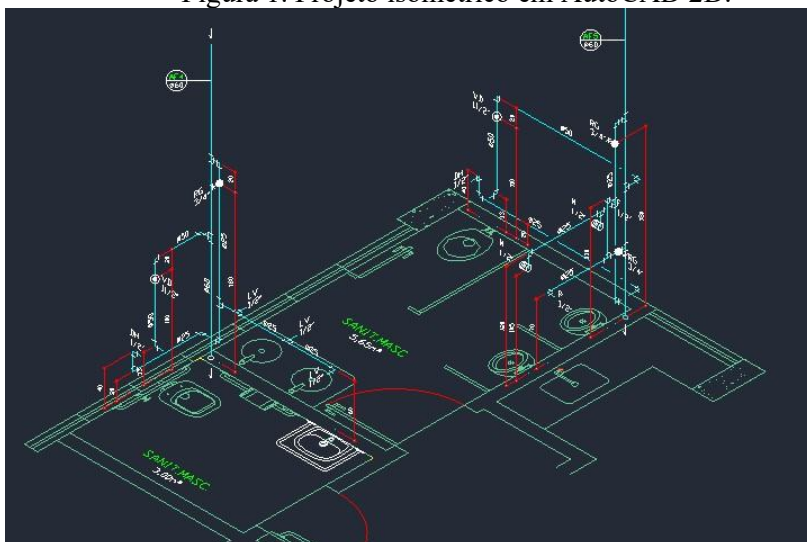
Outra vantagem notável do BIM refere-se à sua capacidade de integrar informações e fomentar a cooperação interdisciplinar entre diferentes áreas do conhecimento, como arquitetura, engenharia civil, elétrica, hidráulica e estrutural. A utilização de um modelo tridimensional único possibilitou que todos os profissionais trabalhassem de forma colaborativa sobre a mesma base de dados, o que simplificou a comunicação, reduziu ruídos de informação e favoreceu a identificação precoce de inconsistências durante as fases iniciais do projeto.

Em contraste, no AutoCAD 2D, as informações costumam ser desenvolvidas e transmitidas de maneira fragmentada, com cada disciplina elaborando seus desenhos de forma isolada. Esse processo aumenta consideravelmente a probabilidade de equívocos, sobreposições e incompatibilidades, uma vez que a integração das plantas depende de verificações manuais e da interpretação individual dos projetistas. Dessa forma, o BIM se consolida como uma ferramenta essencial para promover a colaboração integrada, garantindo maior precisão, agilidade e eficiência nos projetos de construção civil.

4.4 Qualidade dos pormenores e exatidão

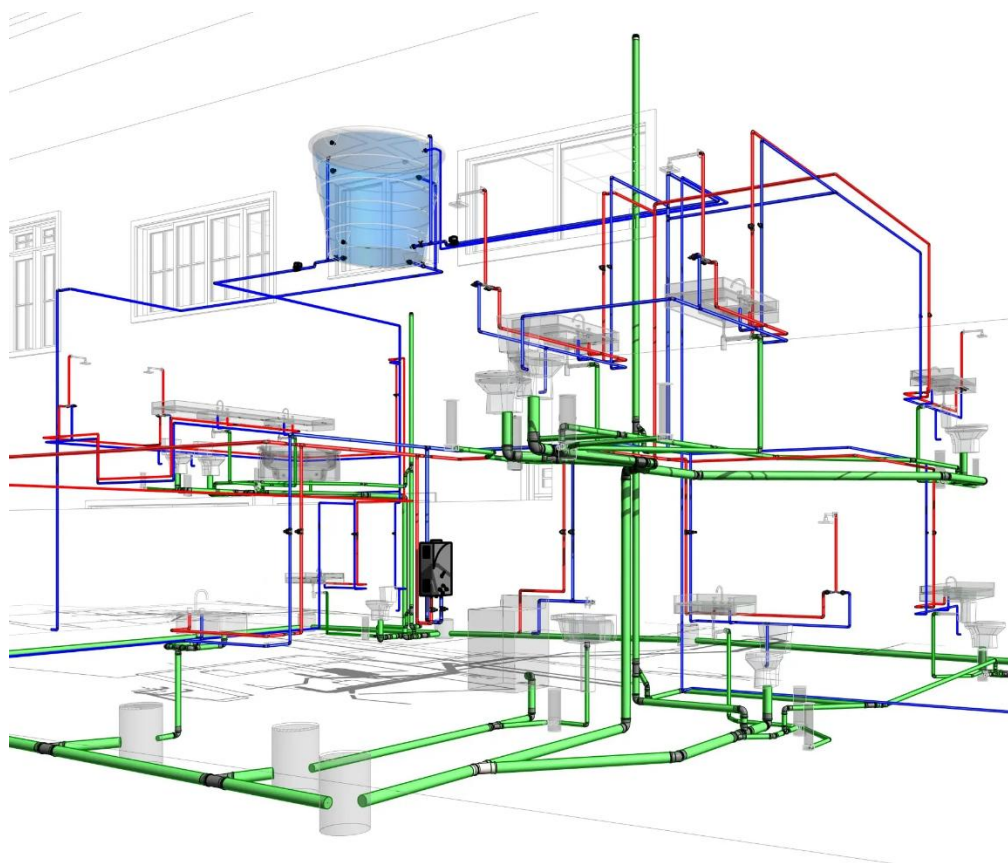
No que diz respeito à precisão e ao nível de detalhamento, o BIM 3D apresenta vantagens significativas em relação ao AutoCAD 2D, como evidenciam a Figura 1 e a Figura 2.

Figura 1. Projeto isométrico em AutoCAD 2D.



Fonte: Autores (2024).

Figura 2. Compatibilização de projeto hidrossanitário em Revit 3D.



Fonte: Arqonline (2020).

A riqueza de detalhes proporcionada pelo BIM permite oferecer uma visão mais clara e realista do projeto para todos os envolvidos, facilitando a compreensão do resultado final e contribuindo para uma tomada de decisões mais assertiva. Por outro lado, o AutoCAD 2D, devido à sua natureza bidimensional, muitas vezes dificulta a visualização completa do empreendimento, o que pode ocasionar interpretações equivocadas ou até mesmo falhas na comunicação entre os profissionais.

De acordo com os resultados alcançados, a aplicação do BIM 3D em projetos residenciais multifamiliares apresenta benefícios significativos em comparação ao AutoCAD 2D, conforme evidenciado na Tabela 1. Esses benefícios tornam-se especialmente perceptíveis na identificação de incompatibilidades, na eficácia do processo de desenvolvimento e na cooperação interdisciplinar entre os diferentes profissionais envolvidos. Embora o AutoCAD 2D ainda seja amplamente utilizado e se mostre eficiente em projetos de menor complexidade, o BIM 3D tem se consolidado como uma ferramenta mais avançada e eficaz, sobretudo em empreendimentos que demandam maior nível de detalhamento, precisão e controle ao longo de todas as etapas do processo construtivo. Além disso, o BIM contribui para a redução de retrabalhos, para a otimização de recursos e para a melhoria da comunicação entre as equipes, fatores que potencializam a qualidade e a confiabilidade do resultado final.

Tabela 1. Comparação AutoCAD 2D e BIM 3D.

Aspecto	AutoCAD 2D	BIM 3D
Colaboração	Trabalho segmentado, com equipes separadas para cada disciplina	Trabalho integrado, com equipes colaborando em um modelo único
Erros de coordenação	Propenso a erros de sobreposição e incompatibilidades detectados apenas durante a obra	Reduz erros ao integrar sistemas tridimensionais e gerar confrontações automáticas
Comunicação	Difícil interpretação por pessoas sem experiência técnica	Visualização intuitiva que facilita o entendimento para todos, incluindo leigos
Alterações no projeto	Alterações manuais em cada planta, aumentando o risco de inconsistências	Atualizações automáticas em todas as vistas e documentos
Eficiência e precisão	Depende da perícia do projetista para detalhamento e consistência	Modelo detalhado automaticamente, garantindo precisão e informações exatas
Deteção de interferências	Visualização limitada, dificultando a identificação de problemas entre sistemas	Identifica interferências, como dutos e vigas colidindo, já na fase de projeto
Controle de custos	Menor controle devido à dificuldade de prever e corrigir incompatibilidades	Melhor controle de custos e logística com análise integrada e ajustes no modelo
Benefícios a longo prazo	Risco maior de retrabalhos e custos adicionais durante a execução	Economia de curto prazo e redução de retrabalhos e incompatibilidades a longo prazo

Fonte: Autores (2024).

A partir da comparação apresentada, observa-se que o BIM 3D se destaca em praticamente todos os aspectos analisados, oferecendo soluções mais eficazes e integradas em relação ao AutoCAD 2D. Enquanto o AutoCAD se mostra limitado em termos de colaboração, detecção de interferências e controle de custos, o BIM permite uma abordagem mais eficiente, reduzindo falhas de coordenação, facilitando a comunicação entre equipes multidisciplinares e garantindo maior confiabilidade no desenvolvimento do projeto. Além disso, o uso do BIM potencializa a tomada de decisões ao longo de todas as etapas do processo construtivo, desde o planejamento até a execução, resultando em maior precisão, economia de recursos e redução de retrabalhos, fatores essenciais para a modernização e competitividade da construção civil.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Adicionalmente, a utilização do BIM 3D mostrou-se fundamental para promover uma comunicação mais clara e eficiente com os *stakeholders*, além de simplificar a atualização de alterações no projeto, tornando o processo mais ágil e eficaz ao longo de todo o ciclo de vida da construção. Dessa forma, embora a implementação do BIM demande um investimento inicial mais elevado e a capacitação dos profissionais envolvidos, sua adoção é altamente recomendada para empreendimentos que buscam elevar a qualidade, otimizar custos e reduzir significativamente os retrabalhos. O estudo também evidencia a relevância de ampliar a formação técnica dos profissionais da construção civil no Brasil, de modo a superar os desafios ainda existentes, sejam eles de natureza financeira, tecnológica ou cultural, possibilitando a consolidação do BIM como prática essencial e estratégica para o avanço e a modernização do setor.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANTONOFF, F. F. **Ensino de BIM e interdisciplinaridade na graduação de arquitetura e urbanismo no Brasil**. Faculdade de Arquitetura e Urbanismo. São Paulo, 2023.
<https://doi.org/10.11606/D.16.2023.tde-05122023-102432>.

AMERICAN INSTITUTE OF ARCHITECTS (AIA). **Guide to BIM Technology in Small Firms**. American Institute of Architects, 2013.

AZHAR, S.; KHALFAN, M.; MAQSOOD, T.; MOUSSA, M. **Challenges and Opportunities for the Implementation of BIM in the AEC Industry**. *International Journal of 3-D Information Modeling*, v. 1, n. 2, p. 1-24, 2012.

BUILDINGSMART A. **National BIM Standard-United States® Version 3 - NBIMS-US V3**. Building SMART Alliance, 2015.

CASTELANI. **BIM – Modelagem da Informação da Construção**. Disponível em:
<https://repositorio.enap.gov.br/jspui/bitstream/1/7771/3/ME_-_Noções_de_implantação_BIM_-_Modulo3_P03.pdf>. Acesso em dezembro de 2024.

DESKGRAPHICS. **Qual é a importância do BIM no planejamento de obras**. Disponível em:
<<https://blog.deskgraphics.com.br/qual-e-a-importancia-do-bim-no-planejamento-de-obras/>>. Acesso em: 10 junho 2024.

EASTMAN, C.; TEICHOLZ, P.; SACKS, R.; LISTON, K. **BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers and Contractors**. John Wiley & Sons, 2011.

FABRIZIO, F. et. al. **BIM vs CAD: diferenças e benefícios reais**. Disponível em:
<<https://biblus.accasoftware.com/ptb/bim-vs-cad-diferencas-e-beneficios-reais/>>. Acesso em: 10 abril 2024.

KYMMELL, W. **Building Information Modeling: Planning and Managing Construction Projects with 4D CAD and Simulations**. McGraw-Hill Education, 2008.

LIMA, F. **Metodologia BIM: o que é e como se aplica**. Disponível em:

<<https://www.sydle.com/br/blog/metodologia-bim-662c0d61ab639649349c265f>>. Acesso em: 10 setembro 2024.

PENN STATE UNIVERSITY. **BIM Execution Planning Guide, Version 2.0**. Pennsylvania State University, 2011.

ROYAL INSTITUTE OF BRITISH ARCHITECTS (RIBA). **BIM Overlay to the RIBA Outline Plan of Work**. Royal Institute of British Architects, 2012.

SUCCAR, B. **Building Information Modelling Framework: A Research and Delivery Foundation for Industry Stakeholders**. *Automation in Construction*, v. 18, n. 3, p. 357-375, 2009.

EDUCAÇÃO QUILOMBOLA URBANA, AFETIVIDADE E PROTAGONISMO INFANTIL: REFLEXÕES A PARTIR DE UMA EXPERIÊNCIA DE ESTÁGIO SUPERVISIONADO

URBAN QUILOMBOLA EDUCATION, AFFECTIVITY, AND CHILDHOOD PROTAGONISM: REFLECTIONS FROM A SUPERVISED INTERNSHIP EXPERIENCE

Rita Alice de Carvalho Lopes, Aparecida Gonçalves Delazari Maciel, Eduarda Aleixo Barbosa,
Maísa Cristina Sabino

RESUMO

Este artigo apresenta reflexões construídas a partir da experiência de estágio supervisionado no curso de Pedagogia, realizado na Escola Municipal Nossa Senhora de Fátima, localizada em território quilombola urbano em Ponte Nova (MG). A vivência permitiu observar práticas pedagógicas que articulam afetividade, identidade cultural e protagonismo infantil, bem como reconhecer os limites impostos pela ausência de recursos, pela falta de formação específica e pelas lacunas das políticas públicas. Fundamentado em autores como Paulo Freire, Nilma Lino Gomes, Kabengele Munanga, bell hooks, Sueli Carneiro e Célia Xakriabá, o artigo discute a relevância da educação antirracista e inclusiva na valorização da cultura negra e no fortalecimento do pertencimento dos estudantes. Observou-se que práticas como o uso da literatura afrocentrada, rodas de conversa, valorização da oralidade e atividades artísticas promovem autoestima, respeito à diversidade e construção coletiva do conhecimento. Entretanto, desafios relacionados à formação docente, ao uso crítico das tecnologias digitais e à articulação com políticas educacionais permanecem como barreiras à consolidação de uma pedagogia verdadeiramente emancipatória. A experiência revelou que a escola quilombola urbana, quando enraizada em seu território e em diálogo com a comunidade, configura-se como espaço de resistência, de memória e de futuro. Conclui-se que fortalecer a educação quilombola urbana é fortalecer uma educação democrática, inclusiva e transformadora, comprometida com a justiça social e a equidade racial.

Palavras-chave: Educação quilombola; Protagonismo infantil; Afetividade.

ABSTRACT

This article presents reflections based on the supervised internship experience in the Pedagogy program, carried out at Escola Municipal Nossa Senhora de Fátima, located in an urban quilombola territory in Ponte Nova (Brazil). The internship allowed the observation of pedagogical practices that integrate affectivity, cultural identity, and child protagonism, while also revealing the limitations caused by lack of resources, insufficient teacher training, and gaps in public policies. Grounded in authors such as Paulo Freire, Nilma Lino Gomes, Kabengele Munanga, bell hooks, Sueli Carneiro, and Célia Xakriabá, the article discusses the importance of anti-racist and inclusive education for valuing Black culture and strengthening students' sense of belonging. Practices such as the use of Afro-centered literature, discussion circles, the appreciation of orality, and artistic activities were shown to

foster self-esteem, respect for diversity, and collective knowledge construction. However, challenges related to teacher training, the critical use of digital technologies, and the implementation of educational policies remain barriers to consolidating an emancipatory pedagogy. The experience revealed that urban quilombola schools, when rooted in their territory and in dialogue with the community, act as spaces of resistance, memory, and future. It concludes that strengthening urban quilombola education means strengthening a democratic, inclusive, and transformative education, committed to social justice and racial equity.

Keywords: Quilombola education; Child protagonism; Affectivity.

1. PERSPECTIVAS INICIAIS: EDUCAÇÃO, TERRITÓRIO E IDENTIDADE

A educação contemporânea insere-se em um contexto de profundas transformações sociais, culturais e políticas, que exigem da escola uma postura crítica e inovadora diante das demandas do século XXI. Já não basta reproduzir conteúdos fragmentados e descontextualizados: é necessário formar sujeitos capazes de dialogar com a complexidade do mundo, exercendo sua cidadania de maneira ética, consciente e participativa. Nesse horizonte, o papel da instituição escolar ultrapassa a mera instrução para se configurar como espaço de formação integral, no qual o desenvolvimento cognitivo caminha lado a lado com a construção da identidade, da autonomia e do compromisso social.

Esse desafio ganha contornos ainda mais significativos quando se trata de escolas quilombolas, sobretudo aquelas localizadas em territórios urbanos. Nesses espaços, a luta por reconhecimento, memória e identidade se entrelaça ao fazer pedagógico cotidiano, revelando que educar é também um ato de resistência. O estágio supervisionado realizado na Escola Municipal Nossa Senhora de Fátima, em Ponte Nova (MG), mostrou-se exemplar nesse sentido. Inserida em um território quilombola urbano, a escola não se resume a um ambiente de aprendizagem formal: ela se ergue como solo de memória, resistência cultural e afirmação da identidade negra. Como afirma Munanga (2005), o ensino da história e da cultura afro-brasileira é instrumento essencial no enfrentamento do racismo estrutural e na promoção de uma sociedade mais justa e equitativa. Ao atravessar os portões dessa escola, tornou-se evidente que educar naquele território é um ato político e ancestral, que articula pedagogia, cultura e luta social em um mesmo movimento.

Essa vivência revelou que o estágio não foi apenas o cumprimento de uma exigência curricular, mas um mergulho intenso na realidade concreta de um território que pulsa ancestralidade e pertencimento. Cada canto, cada gesto e cada prática pedagógica observada trazia em si a marca de uma educação que liberta, que reconhece e que fortalece. Como lembra Nilma Lino Gomes (2017), a escola quilombola deve ser compreendida como espaço de valorização da identidade negra, de

construção coletiva de saberes e de protagonismo infantil. Nesse cenário, as práticas observadas na Escola Nossa Senhora de Fátima evidenciaram que a educação quilombola urbana é também espaço de cura, de afirmação e de futuro — um lugar onde a memória se transforma em resistência e onde a infância é reconhecida como potência de transformação social.

2. ENTRE AFETOS E RESISTÊNCIAS: REFLEXÕES DA VIVÊNCIA

Durante o estágio, as observações e as experiências vividas revelaram uma pedagogia profundamente atravessada pela afetividade, pela escuta e pelo respeito à infância. A professora regente, Débora, conduzia a rotina com gestos que iam além da instrução, construindo uma relação de cuidado e confiança. O simples ato de escolher o ajudante do dia fortalecia a noção de responsabilidade e pertencimento; o uso do “lápiz mágico”, passado entre as mãos das crianças, simbolizava o poder de escrever e de se reconhecer autor de sua própria história; e o relaxamento coletivo após o recreio, com luzes apagadas e música suave, transformava a sala em um espaço de acolhimento e respiro, onde o sentir vinha antes do fazer.

Essas práticas dialogam diretamente com a perspectiva de Vygotsky (2007), ao enfatizar a mediação pedagógica como elemento essencial da aprendizagem, e com bell hooks (2013), que compreende a educação como prática da liberdade. Ali, na sala da Escola Nossa Senhora de Fátima, esses referenciais teóricos ganhavam corpo e voz: a mediação não era apenas cognitiva, mas também afetiva; a liberdade não se expressava apenas na crítica, mas também no canto coletivo, na roda de conversa e na liberdade de traços deixados nas folhas em branco.

A leitura do livro *Amoras*, de Emicida, foi outro momento potente da vivência. A narrativa, profundamente marcada pela valorização da identidade negra, tornou-se ponto de partida para conversas sobre autoestima, pertencimento e respeito às diferenças. As crianças se viram representadas na literatura e puderam expressar-se em desenhos, palavras e músicas. Ao cantar “Normal é ser diferente”, seus corpos e vozes se transformaram em instrumentos de resistência, reafirmando que a escola pode ser espaço de valorização da diversidade e de construção da autoestima.

Além de sua função estética, a literatura infantil se apresenta como ferramenta fundamental para a abordagem de questões sociais no espaço escolar. Como defendem Abramovich (1997) e Hunt (2010), as narrativas infantis carregam potência formativa, pois permitem que a criança compreenda o mundo a partir de metáforas, símbolos e experiências que dialogam com sua realidade. Ao trazer personagens, contextos e temáticas que refletem a diversidade, a literatura possibilita a desconstrução de estereótipos, a promoção da empatia e o fortalecimento da identidade cultural.

No caso de *Amoras*, o protagonismo negro ocupa o centro da história, mostrando às crianças que suas características físicas, culturais e sociais não apenas merecem reconhecimento, mas são motivo de orgulho. Essa representatividade contribui para que os alunos internalizem valores de respeito e solidariedade, ao mesmo tempo em que provoca reflexões críticas sobre desigualdades sociais e raciais. Assim, como lembra Abramovich (1997), o livro precisa ser compreendido como um “vício prazeroso”, algo que desperte encantamento e desejo de retorno, tornando-se um recurso essencial para a educação inclusiva e antirracista.

No entanto, também se evidenciaram limites. A ausência de materiais didáticos específicos para a educação quilombola, a carência de formações continuadas voltadas para essa temática e a dificuldade de efetivar a Lei 10.639/03 revelaram-se obstáculos concretos. Como defendem Gomes (2005) e Carneiro (2021), a educação antirracista não pode ser responsabilidade exclusiva do professor ou da escola, mas deve ser sustentada por políticas públicas consistentes, apoio institucional e compromisso social coletivo.

Ainda assim, cada gesto observado mostrava a potência de uma pedagogia do cuidado. Quando a professora dizia que “as palavras não podiam ser machucadas” e desenhava um “X” para separar os espaços entre elas, víamos ali não apenas uma estratégia didática, mas a materialização de uma concepção de infância respeitada e de linguagem tratada com afeto. Essa prática, aparentemente simples, traduzia a articulação entre teoria e prática: era Vygotsky dialogando com Sueli Carneiro, era a ancestralidade caminhando junto da pedagogia.

A organização da escola também revelou estratégias coletivas de cuidado. O recreio, por exemplo, era dividido em núcleos, de modo que todas as crianças pudessem brincar de forma segura e harmoniosa. Essa divisão, mais do que organização prática, expressava a valorização da convivência democrática e a preocupação em garantir espaço para todos. Em cada detalhe, percebia-se que a escola quilombola urbana não apenas educa, mas também resiste, reinventa e re-existe.

Outro aspecto relevante observado foi a forma como a professora utilizava a oralidade e a escuta como ferramentas pedagógicas. As rodas de conversa realizadas após a leitura ou ao final de determinadas atividades permitiam que cada criança compartilhasse suas vivências, seus sentimentos e suas opiniões. Esse espaço de fala, muitas vezes negligenciado em práticas escolares tradicionais, revelou-se fundamental para o fortalecimento da autoestima e para a valorização da identidade cultural. Como afirma Freire (1996), o diálogo é condição para a construção do conhecimento e para o exercício da cidadania. Na Escola Nossa Senhora de Fátima, esse princípio era materializado em práticas cotidianas, onde as vozes infantis eram ouvidas e legitimadas.

Também se destacou a forma como os símbolos e rituais da rotina escolar ganhavam densidade pedagógica. O calendário coletivo, por exemplo, não era apenas uma ferramenta de organização temporal, mas um instrumento de construção de pertencimento e responsabilidade. As orações, os cantos coletivos e as práticas de relaxamento, longe de serem momentos acessórios, constituíam-se como espaços de formação integral, articulando espiritualidade, afeto e identidade. Essas práticas remetem à ideia de que educar é também criar vínculos simbólicos que fortalecem a memória coletiva e o senso de comunidade, como defendem Xakriabá (2020) e Gomes (2017).

Por fim, merece destaque o protagonismo infantil observado em diversas atividades. Quando as crianças puderam desenhar livremente após a leitura de *Amoras* ou cantar músicas que reforçavam a ideia de respeito e diversidade, demonstraram autonomia, criatividade e senso crítico. Esse protagonismo, muitas vezes silenciado em modelos tradicionais de ensino, emergiu como força vital para a construção de uma educação antirracista e libertadora. Nesse sentido, a vivência do estágio confirmou que reconhecer a criança como sujeito ativo do processo educativo é condição essencial para uma prática docente transformadora, que não apenas ensina, mas também emancipa.

3. CAMINHOS E COMPROMISSOS PARA O FUTURO

A vivência no estágio também revelou que a educação quilombola urbana não pode ser pensada de forma fragmentada ou dissociada da realidade comunitária. Cada canto entoado pelas crianças, cada símbolo de pertencimento presente no espaço escolar, cada narrativa compartilhada pelos estudantes e professores carrega em si a memória coletiva de um povo que resiste há séculos. Como afirma hooks (2013), a educação precisa ser compreendida como prática da liberdade, e nesse contexto, ela se torna também prática de resistência, onde ensinar e aprender se entrelaçam ao ato de existir e reivindicar direitos.

Outro aprendizado significativo diz respeito ao lugar do afeto como elemento estruturante da prática pedagógica. Longe de ser visto como algo secundário, o cuidado se mostrou como eixo que sustenta a aprendizagem, fortalece vínculos e abre espaço para a expressão das subjetividades. O “lápiz mágico”, os momentos de relaxamento, os desenhos livres e as rodas de conversa não eram meros recursos metodológicos: eram estratégias de construção de uma pedagogia do cuidado, que legitima a infância e potencializa a autoestima. Nessa dimensão, a escola reafirma o que Carneiro (2021) chama de educação antirracista afetiva, que reconhece a importância da escuta e do acolhimento como práticas de emancipação.

A experiência também destacou o papel da literatura infantil como ferramenta fundamental para trabalhar questões sociais, desconstruir estereótipos e fortalecer identidades. O uso do livro *Amoras*, de Emicida, evidenciou que a representatividade na literatura permite às crianças reconhecerem-se positivamente, valorizarem sua identidade e se sentirem parte de uma história coletiva. Autoras como Abramovich (1997) ressaltam que a literatura infantil não deve ser vista apenas como entretenimento, mas como espaço de formação ética, estética e cidadã, favorecendo a construção de valores e a reflexão crítica desde a infância.

Além disso, ficou claro que a escola quilombola urbana só alcançará seu pleno potencial se for compreendida como projeto coletivo. A parceria entre escola, famílias, comunidade e movimentos sociais é indispensável para sustentar um currículo vivo, conectado com a ancestralidade e com as lutas atuais do povo negro. Como aponta Libâneo (2012), a corresponsabilidade entre escola e família é central no processo educativo; no entanto, nos territórios quilombolas urbanos, esse diálogo precisa ser ampliado para incluir lideranças comunitárias e associações que guardam a memória e fortalecem o pertencimento.

Outro desafio evidente é o da formação docente continuada. A ausência de políticas públicas consistentes nessa área limita a consolidação de práticas pedagógicas críticas e contextualizadas. É necessário investir em cursos, materiais didáticos e projetos que abordem a educação quilombola com profundidade, garantindo que professores tenham segurança teórica e metodológica para trabalhar temas como ancestralidade, identidade e resistência. Como lembra Nilma Lino Gomes (2017), não há educação antirracista possível sem o preparo adequado dos educadores.

Por fim, é necessário destacar que o estágio mostrou a urgência de se avançar na efetivação das políticas públicas já conquistadas. A Lei 10.639/03 e as Diretrizes Curriculares para a Educação Escolar Quilombola (BRASIL, 2012) representam marcos legais fundamentais, mas que ainda encontram resistências e lacunas em sua implementação. A experiência na Escola Nossa Senhora de Fátima deixou evidente que, quando essas políticas saem do papel e se transformam em práticas pedagógicas enraizadas na cultura quilombola, os resultados são visíveis: as crianças se reconhecem, se orgulham de sua história e se afirmam como protagonistas de seu aprendizado. Esse é, talvez, o maior legado da educação quilombola urbana: mostrar que a escola pode ser lugar de cura, de memória e de futuro.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A experiência de estágio supervisionado na Escola Municipal Nossa Senhora de Fátima, situada em território quilombola urbano de Ponte Nova (MG), revelou-se mais do que uma etapa obrigatória da formação acadêmica. Constituiu-se como vivência transformadora, capaz de aproximar teoria e prática e de evidenciar a potência de uma educação enraizada na ancestralidade, na afetividade e na resistência cultural. Ao longo do processo, tornou-se evidente que a escola quilombola urbana não pode ser reduzida a espaço de transmissão de conteúdos, mas deve ser compreendida como território de memória, de luta e de afirmação da identidade negra.

As práticas pedagógicas observadas, como o uso do “lápiz mágico”, os momentos de relaxamento coletivo, a leitura de *Amoras* e as rodas de conversa, mostraram que o cotidiano escolar pode ser atravessado pelo cuidado, pela escuta e pelo protagonismo infantil. Esses gestos revelam que a aprendizagem não se limita ao cognitivo, mas integra dimensões afetivas, simbólicas e sociais que fortalecem a autoestima e a consciência crítica das crianças. Nesse sentido, a escola se apresenta como espaço de reexistência, em que educar é também curar, resistir e projetar futuros possíveis.

Contudo, o estágio também trouxe à tona os limites estruturais que atravessam a educação quilombola urbana. A ausência de materiais didáticos específicos, a carência de formação continuada para os docentes e as dificuldades na efetivação da Lei 10.639/03 apontam para a urgência de políticas públicas consistentes. Não basta que a legislação exista no papel; é preciso garantir condições concretas para que a escola quilombola exerça sua função de formar sujeitos conscientes de sua história e protagonistas de sua cultura.

Outro aspecto fundamental refere-se ao fortalecimento dos laços entre escola, família e comunidade quilombola. O estágio evidenciou que somente por meio dessa articulação é possível sustentar um currículo vivo, que valorize a ancestralidade e dialogue com os desafios atuais do território. A escola não caminha sozinha: ela precisa da força dos movimentos sociais, das lideranças comunitárias e do apoio estatal para consolidar-se como espaço de transformação social.

Assim, reafirma-se que a educação quilombola urbana é, ao mesmo tempo, desafio e possibilidade. Desafio porque enfrenta a escassez de recursos, a invisibilidade histórica e a desigualdade estrutural; possibilidade porque, ao valorizar a identidade negra e a memória ancestral, constrói caminhos de emancipação e dignidade. Como lembra Paulo Freire (1996), educar é um ato político — e, nesse caso, também um ato de resistência coletiva. O estágio demonstrou que quando a escola se abre à ancestralidade, ao afeto e ao protagonismo infantil, ela se transforma em um espaço de esperança ativa, de construção de cidadania e de afirmação de um futuro mais justo, plural e democrático.

5. REFERÊNCIAS:

- ABRAMOVICH, Fanny. **Literatura infantil: gostosuras e bobices**. 5. ed. São Paulo: Scipione, 1997.
- BRASIL. Lei nº 10.639, de 9 de janeiro de 2003. Altera a Lei nº 9.394/1996, para incluir no currículo oficial da rede de ensino a obrigatoriedade da temática “História e Cultura Afro-Brasileira”. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 10 jan. 2003.
- BRASIL. Ministério da Educação. **Diretrizes curriculares nacionais para a educação escolar quilombola**. Brasília: MEC/SECADI, 2012.
- CARNEIRO, Sueli. **Escritos de uma vida**. São Paulo: Companhia das Letras, 2021.
- EMICIDA. **Amoras**. São Paulo: Companhia das Letrinhas, 2018.
- FREIRE, Paulo. **Pedagogia do oprimido**. 60. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2021.
- GOMES, Nilma Lino. **Educação e relações raciais: reflexões e propostas para a atuação de professores**. Brasília: MEC/SECADI, 2005.
- GOMES, Nilma Lino. **Movimento negro educador: saberes construídos nas lutas por emancipação**. Petrópolis: Vozes, 2017.
- HOOKS, bell. **Ensinando a transgredir: a educação como prática da liberdade**. São Paulo: WMF Martins Fontes, 2013.
- MUNANGA, Kabengele. **Por que ensinar a história da África e do negro no Brasil?** 2. ed. Brasília: MEC/SECADI, 2005.
- VYGOTSKY, Lev S. **A formação social da mente: o desenvolvimento dos processos psicológicos superiores**. 7. ed. São Paulo: Martins Fontes, 2007.
- XAKRIABÁ, Célia. Educar é um ato político e ancestral. **Revista Educação**, São Paulo, 2020. Disponível em: <https://revistaeducacao.com.br/>. Acesso em: 29 jun. 2025.

TRINCAS E FISSURAS EM EDIFICAÇÕES DECORRENTES DE INFILTRAÇÃO: ORIGEM, CAUSAS E SOLUÇÕES

CRACKS AND FISSURES IN BUILDINGS DUE TO INFILTRATION: ORIGIN, CAUSES AND SOLUTIONS

Meira, S. C. S.; Gomes, R. M.

RESUMO

A presença de infiltrações em elementos construtivos representa uma das principais causas de manifestações patológicas em edificações, comprometendo o desempenho, a durabilidade e a estética das obras. Essas ocorrências estão frequentemente relacionadas à ação da água, como direção e velocidade do vento, intensidade da chuva, ou ainda a falhas construtivas, como vazamentos em tubulações e reservatórios, ausência de proteção adequada e deficiência de ventilação. Diante desse contexto, o estudo tem como objetivo levantar, por meio da literatura, informações sobre patologias provocadas pela infiltração em sistemas construtivos. Trata-se de uma pesquisa bibliográfica que reúne contribuições de diferentes autores acerca do tema. Os resultados apontam que trincas e fissuras se destacam entre as manifestações mais recorrentes, geralmente decorrentes de tensões por sobrecargas ou movimentação dos materiais e componentes. Observou-se que a prevenção deve ser incorporada desde a fase de projeto e execução, por meio do controle de qualidade, do correto uso dos materiais e da manutenção preventiva. Entre as principais técnicas de tratamento identificadas estão: aplicação de membranas acrílicas, substituição de revestimentos, bandagem e tela metálica, armadura horizontal e grampeamento, selagem, juntas de movimentação e reforços estruturais.

Palavras-chave: Construção civil; Infiltração; Trincas; Fissuras.

ABSTRACT

The presence of infiltration in construction elements represents one of the main causes of pathological manifestations in buildings, compromising their performance, durability, and aesthetics. These occurrences are often related to the action of water - such as wind direction and speed, rainfall intensity - or to construction defects, such as leaks in pipes and reservoirs, lack of adequate protection, and poor ventilation. Given this context, this study aims to gather information from the literature on pathologies caused by infiltration in construction systems. This bibliographical research brings together contributions from various authors on the topic. The results indicate that cracks and fissures are among the most common manifestations, usually resulting from stresses caused by overloads or movement of materials and components. Prevention should be incorporated from the design and construction phases, through quality control, proper use of materials, and preventive maintenance. The main treatment techniques identified include: application of acrylic membranes, replacement of coatings, banding and wire mesh, horizontal reinforcement and stapling, sealing, movement joints, and structural reinforcement.

Keywords: Civil Construction; Infiltration; Cracks and Fissures.

1 INTRODUÇÃO

A construção civil constitui um dos principais setores da economia brasileira, envolvendo mão de obra, serviços, transporte, materiais, além de empresas e pesquisadores que buscam novas tecnologias, materiais e métodos construtivos. Entretanto, ainda é comum a presença de manifestações patológicas em edificações, as quais comprometem seu desempenho e durabilidade. Conforme

Sampaio, Silva e Florian (2022), a construção civil tem priorizado um alto padrão na qualidade do serviço, exigindo uma maior atenção do profissional envolvido, que deve atentar para problemas existentes nessa área. Dentre esses, tem-se a infiltração, que é responsável por patologia de danos em construções, e que em muitos casos pode se tornar irreversível.

Compreende-se infiltração como a penetração de água na construção causando umidade, ocorre por vários motivos, apresentando dificuldade de correção das imperfeições e falhas (Matos, 2019). A umidade por infiltração ocorre quando a água infiltra por trincas e imperfeições, por água da chuva ou por problemas em instalações hidráulicas. Quando se faz constante, provoca a desagregação do revestimento, com pulverulência ou formação de bolor em locais onde não há incidência de sol (Ferreira; Lobão, 2018).

Maia e Gurgel (2018) alegam que a presença de água na construção civil pode acarretar algumas complicações na obra. As infiltrações deixam o ambiente em condições insalubres com o aumento nos níveis de umidade, acarretando uma diminuição na vida útil da edificação e, muitas vezes, ocorre a presença de agentes agressivos à saúde do local, o que acaba oferecendo riscos para os usuários.

Bauermann (2018) aponta como causas da infiltração, desde efeitos naturais do tempo como chuvas e umidade do solo, como também por vazamento de tubulações, reservatórios e ambientes desprovidos de proteção e ventilação deficiente. Para correta estanqueidade das estruturas e superfície de uma edificação é necessário a existência de um projeto bem elaborado para evitar este problema posteriormente.

Diante desse contexto, essa pesquisa busca responder ao seguinte problema de pesquisa: como evitar e tratar as patologias geradas em partes constituintes do sistema construtivo? Apesar dos avanços tecnológicos e da adoção de novos processos na construção civil, as patologias continuam presentes, já que nenhuma edificação é permanente e todas demandam reparos e manutenções ao longo de sua vida útil. Nesse contexto, este estudo justifica-se por seu potencial em servir como referencial teórico para pesquisas acadêmicas e como suporte técnico para profissionais da área, contribuindo para o aprimoramento do conhecimento sobre infiltrações e suas consequências nas edificações.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 Conceito de infiltração

De acordo com Matos (2019), compreende-se por infiltração a penetração de água na construção causando umidade, esta penetração ocorre por vários motivos, apresentando dificuldade de correção das imperfeições e falhas. A umidade por infiltração ocorre quando a água infiltra nas trincas

e imperfeições, por meio da água da chuva ou por problemas em instalações hidráulicas. Ferreira e Lobão (2018) alegam que o processo, quando constante, provoca a desagregação do revestimento, com pulverulência ou formação de bolor em locais sem ventilação.

Maia e Gurgel (2018) destacam que a presença de água na construção civil pode acarretar alguns problemas na obra. As infiltrações deixam o ambiente em condições insalubres; com o aumento nos níveis de umidade, provocando a diminuição da vida útil da edificação e, muitas vezes, ocorre a presença de agentes agressivos à saúde no local, o que acaba oferecendo riscos para o proprietário.

2.1.1 Causas da infiltração

São várias as causas da infiltração. Carvalho, Oliveira e Monteiro (2021) apontam as seguintes:

a) Oriundas durante a construção: infiltração provocada pela presença de água em quase todas as etapas de execução de uma obra - nos poros do concreto, argamassas e na tinta;

b) Oriundas por capilaridade: infiltração provocada pela ascensão da água presente no solo úmido. Deve impermeabilizar a fundação e viga baldrame da edificação, podendo também aplicar alguns impermeabilizantes nas primeiras fiadas das paredes;

c) Oriundas por chuva: infiltração provocada por fatores que são diretamente influenciados pela direção, velocidade do vento, intensidade da precipitação e fatores da própria construção (impermeabilização, porosidade, presença de fissuras, entre outros). É essencial que os telhados ou coberturas das edificações sejam projetados de acordo com os dados pluviométricos da região;

d) Resultantes de vazamentos em redes hidráulicas: infiltração gerada por danos em tubulações embutidas nos revestimentos e/ou alvenarias. Deve-se ter um cuidado redobrado com projetos hidrossanitários e sua execução;

e) Condensação: infiltração provocada pela água presente no ambiente ao se instalar na estrutura. Deve-se investir na melhoria da ventilação, permitindo que o vapor seja eliminado rapidamente do ambiente e instalar exaustores e janelas.

As Figuras 1, 2 e 3 apresentam algumas patologias provocadas pela infiltração com efeito das chuvas, por capilaridade e ainda, resultantes de vazamentos em redes hidráulicas respectivamente.

Figura 1. Infiltração provocada pela chuva.



Fonte: <https://www.vivadecora.com.br/pro/infiltracao/>.

Figura 2. Infiltração provocada por capilaridade.



Fonte: <https://blogpraconstruir.com.br/infiltracao-por-capilaridade/>.

Figura 3. Infiltração resultantes de vazamentos em redes hidráulicas.



Fonte: <https://www.cacavazamento.srv.br/caca-vazamento-de-agua/>.

2.2 Patologias provocadas por infiltração

Compreende-se que o termo patologia é o oriundo da medicina, mas é também bastante utilizado na construção civil em analogia às doenças e enfermidades. Este termo é muito utilizado nos estudos sobre falhas e/ou defeitos que modificam as construções, suas causas, manifestações, e

soluções (Maia; Gurgel, 2018).

De acordo com Galdino *et al.* (2016, p. 112), o termo patologia é empregado quando o desempenho de uma estrutura, ou parte dela, não está conforme planejado seja na capacidade mecânica, funcional ou estética. Ferreira e Lobão (2018) afirmam que as patologias têm como principais causas as deficiências de projeto, deficiências de execução, má qualidade dos materiais ou emprego inadequado dos mesmos, além do uso inadequado da estrutura e manutenção imprópria.

De acordo com Maia e Gurgel (2018), a ocorrência de problemas patológicos em determinada estrutura indica a existência de uma ou mais falhas durante a execução de uma de suas etapas, apontando também para falhas no sistema de controle de qualidade próprio a uma ou mais atividades. Os autores afirmam que os problemas patológicos podem ocorrer por falta de projetos ou erros na sua elaboração, além de dimensionamento estrutural inadequado, detalhamento insuficiente; fase de construção - planejamento de atividades, incapacidade profissional de mão-de-obra, inexistência de controle de qualidade, economia ilusória e, fase de utilização - negligência à manutenção.

Compreende-se que as falhas patológicas podem surgir na fabricação de materiais utilizados, na instalação, na execução, na montagem, no uso ou na manutenção, bem como problemas que não decorram do envelhecimento natural (ABNT NBR 15575:2013). Estudos de Ferreira e Lobão (2018), Cota (2020) e Souza e Melo (2021) apontam as principais patologias na construção civil, a saber:

a) Ocasionadas pela umidade nas edificações: provocadas pela penetração de água ou por causa da formação de manchas de umidade. Problema grave e de difícil solução, podendo trazer prejuízos de caráter funcional da edificação, desconforto aos usuários, além de afetar a saúde das pessoas, danos em equipamentos e bens presentes nos interiores das edificações e ainda prejuízos financeiros (Ferreira; Lobão, 2018);

b) Bolhas, manchas e descascamento nas pinturas de algumas paredes: aplicação de tinta à base de óleo ou alquídica sobre uma superfície úmida ou molhada, umidade infiltrando através de paredes externas (menos provável com tintas à base de água) e superfície pintada exposta à umidade, logo após a secagem, principalmente se houve inadequada preparação da superfície (Nascimento, 2014);

c) Fissuras: aberturas estreitas e alongadas na superfície de um material: provocadas pela movimentação de materiais e componentes da construção e, em geral, tendem a se acomodar e podem ainda ser consequência da ocorrência de vibrações na área (Ferreira; Lobão, 2018);

d) Corrosão das armaduras: diminui a resistência das estruturas de concreto armado. Os fatores que interferem no processo de corrosão são: ambiente de exposição, condições da estrutura, cobrimento deficiente e penetração de agentes agressivos e, no caso dos locais com alta umidade, a armadura estará mais sujeita à corrosão, devido a presença de fungos que liberam em seu metabolismo

produtos orgânicos ácidos que contribuem com a carbonatação (Cota, 2020);

e) Mofos e bolores: consequência ou uma extensão da patologia infiltração. São causados por fungos vegetais que produzem ácidos que corroem as alvenarias e provocam deformação no aspecto estético das construções caracterizado pelo aparecimento de manchas escuras, amarelas ou esbranquiçadas (Cota, 2020);

f) Tinta descascada e descoloração de tinta: provocadas por umidade, infiltração; tempo de espera de secagem do reboco e aplicação incorreta da tinta, assim como sua qualidade (Souza; Melo, 2021).

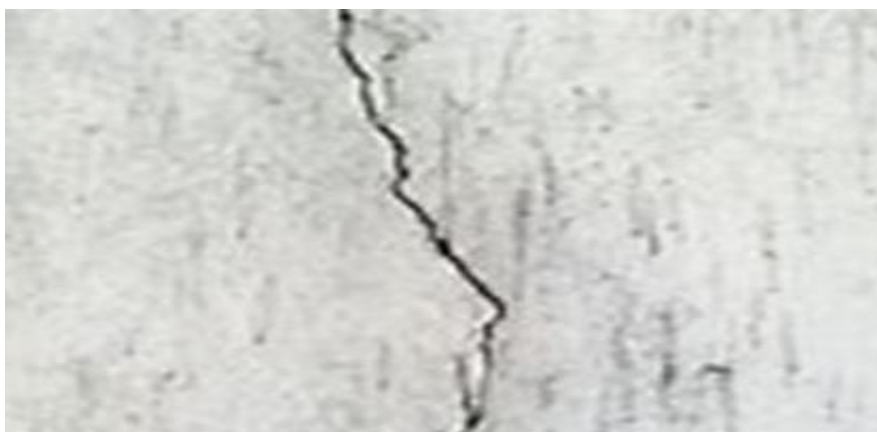
2.2.1 Trincas e Fissuras

Entre as patologias, Chaves (2017) considera as trincas as mais impactantes, devido a três aspectos: o comprometimento do desempenho da obra; o sinal de que há algum eventual estado de perigo para a estrutura; e a impressão que causa aos usuários e proprietários para o fato de que algo de anormal está a acontecer. Galdino *et al.* (2016) afirmam que:

trincas são patologias que podem surgir em paredes ou até mesmo no concreto, devido à resistência do mesmo ao movimento natural dos corpos. Quanto maior a resistência, maior a tensão causada e consequentemente maior a trinca ou fissura. Podem surgir na fase de projetos, de execução da alvenaria, dos vários sistemas de acabamento e, inclusive, na fase de utilização, por mau uso da unidade e acarretam em prejuízo para aquela estrutura.

A ABNT NBR 13755 (1996) aponta que os termos trincas e fissuras são diferenciados pela espessura identificada da anomalia, uma vez que a trinca é considerada uma fissura com abertura maior ou igual a 0,6 mm.

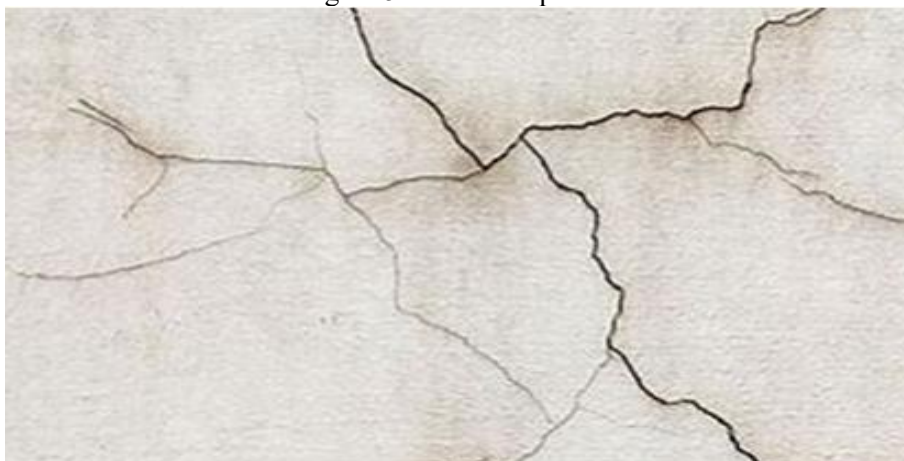
Figura 4. Fissura geométrica.



Fonte: <https://www.amigoconstrutor.com.br>.

Terrezo (2021) afirma que as trincas e fissuras podem se manifestar de duas formas: geométricas - surgem de forma isolada; e mapeada - que tem forma de mapa e geralmente causada pela retração dos revestimentos, conforme as Figuras 4 e 5.

Figura 5. Fissura mapeada.



Fonte: <https://cimento.org/como-resolver-rachadura-em-parede/>.

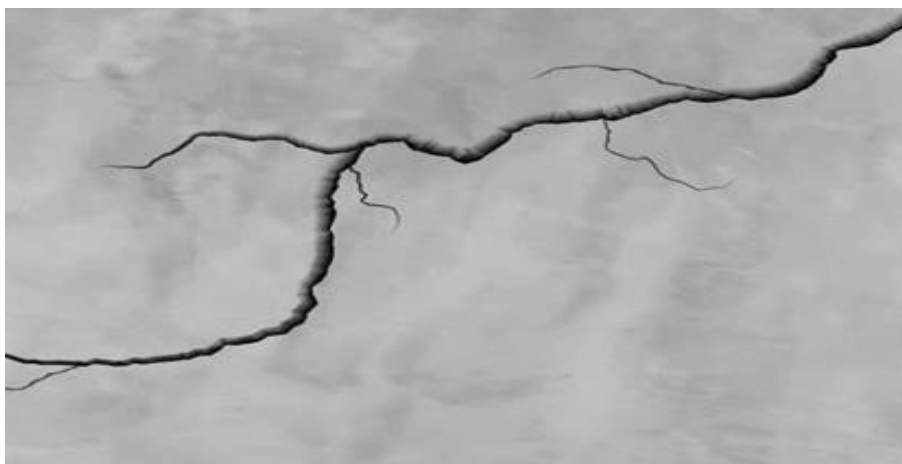
Terrezo (2021) afirma ainda que as fissuras podem também ocorrer de forma ativa ou passiva. Fissuras ativas são as que apresentam alguma variação ao longo do tempo podendo apresentar aberturas ou fechamentos, sendo consideradas sazonais - aquelas ligadas à variação de temperatura, ou progressivas - as que possuem aumento progressivo ao longo do tempo, podendo ser prejudiciais a estrutura em algum ponto. Essas patologias são provocadas por tensões oriundas das sobrecargas ou de movimentação de materiais, dos componentes ou da obra em sua totalidade, apresentando os seguintes fenômenos: movimentação provocada por variações térmicas e de umidade; atuação de sobrecargas ou concentração de tensões; deformabilidade excessiva das estruturas; recalque diferenciado das fundações; retração de produtos à base de ligantes hidráulicos e, alterações químicas de materiais de construção. As figuras 6 e 7 ilustram os tipos de fissura ativa e passiva respectivamente.

Figura 6. Fissura ativa.



Fonte: <https://queirozgois.com.br/2018/04/19/5-principais-causas-das-fissuras/>.

Figura 7. Fissura passiva.



Fonte: <https://construtorasandropimenta.com.br/tipos-de-fissuras/>.

2.2.1.1 Prevenção de trincas e fissuras

Thomaz (1989) e Dutra (2016) destacam que a prevenção de fissuras nos edifícios devem ser promovida no projeto e na construção. Além disso, deve existir um eficiente controle de qualidade dos materiais e serviços, manuseio correto dos materiais e componentes no canteiro de obra, utilização e manutenção correta do edifício. De acordo com Terzeo (2021), é preciso identificar as causas das trincas e fissuras e, assim, poder desenvolver novas medidas de prevenção. A engenharia civil tem se modernizado cada vez mais e, ao longo do tempo surgirão novas causas e novos modelos de prevenção.

2.2.1.2 Tratamento de trincas e fissuras

Algumas recomendações são feitas para que ocorra o tratamento de trincas e fissuras. Terzeo (2021) aponta a necessidade de verificar se a fissura é ativa ou passiva, se existe incidência de umidade pela fissura, se são geométricas ou mapeadas, se é necessário reforçar a parede a fim de devolver a resistência e rigidez inicial, verificar o tamanho das fissuras, e se é necessário demolir e reconstruir a parede. Por meio de testes utilizando materiais rígidos, como gesso ou plaquetas de vidro coladas pode-se identificar se a trinca é ativa ou passiva. O processo é observado por uma semana, e se o material se romper, conclui-se que trata-se de uma fissura ativa.

Galdino *et al.* (2016) apontam a necessidade do estudo sobre as condições do terreno, evitando assim os recalques, além da necessidade de fazer o cálculo de comparativo entre a sobrecarga que a estrutura irá comportar, aliando sempre a resistência à compressão do material utilizado, deve-se também usar verga e contra verga com 20 cm a mais nos vãos que absorveram as sobrecargas.

Compreende-se que a reparação deve ser feita após o diagnóstico. Terzeo (2021) sugere os seguintes procedimentos:

- a) Utilização de membranas acrílicas: aumenta o conforto térmico dentro dos edifícios e permite

selar fissuras de até 0,2 mm;

b) Substituição do revestimento: realizada nos casos que a fissura já está estabilizada (fissuras passivas), podendo ser finas, profundas ou superficiais;

c) Bandagem e tela metálica: realizada quando as fissuras são provocadas por movimentação inicial acentuada, estando a variação da abertura ligada a variações térmicas e de umidade (fissuras sazonais). A bandagem deve ser feita em etapas: i) remoção do revestimento da parede numa faixa de 10 a 15 cm; ii) aplicação da bandagem com distribuição regular para os dois lados da fissura (largura da bandagem varia de 2 a 10 cm) e iii) aplicação de chapisco externamente à bandagem e recomposição do revestimento com argamassa. A recuperação com o uso de bandagem é ideal para absorção da movimentação da fissura por uma faixa de revestimento e não aderente a base e a tela metálica, também é indicada para fissuras geométricas ativas ou passivas com um comprimento de transpasse da tela de 30 cm no mínimo.

d) Armadura horizontal e grampeamento: são utilizados ferros com diâmetro de 4 ou 5 mm, devendo transpassar 25 cm de cada lado da fissura e chumbados em juntas horizontais de assentamento alternadas em ambas as faces da parede. O grampeamento, é utilizado para fissuras geométricas e passivas, retira-se o revestimento da parede, depois dispõe os grampos de forma alternada ao longo da fissura, ancora-se os grampos nas extremidades, colando com adesivo estrutural e, por fim, reconstituindo o revestimento;

e) Selagem: utilizada em fissuras geométricas sazonais. O selador possui uma boa aderência e resistência a intempéries, e são utilizados para calafetação de fissuras de baixa movimentação;

f) Junta de movimentação ou controle: evita a movimentação por retração nas paredes de alvenaria;

g) Reforço estrutural: feito quando ocorre um recalque intenso da fundação, inserindo armaduras nas paredes chumbadas com argamassa e posicionadas perpendicularmente à direção das fissuras.

3 METODOLOGIA

3.1 Materiais

Para a realização deste estudo, realizou-se uma busca em bibliotecas virtuais e no Google Acadêmico, contemplando artigos científicos, teses, dissertações, livros, entre outros materiais. Como critérios de inclusão, foram selecionados os trabalhos que abordavam diretamente a temática proposta. Já como critérios de exclusão, desconsideraram-se os estudos que não atendiam aos objetivos do trabalho. Nos casos de repetição de conteúdo, realizou-se a comparação entre autores, títulos, ano de publicação e periódico, de modo a selecionar a fonte mais relevante.

3.2 Métodos

Para concretização do artigo foi realizada uma ampla pesquisa bibliográfica com a abordagem de diversos autores sobre o tema. Foram levantadas, nesta etapa, as hipóteses da fundamentação das teorias dos autores. A pesquisa bibliográfica, segundo Gil (2002), é elaborada com base em material já publicado com o objetivo de analisar posições diversas em relação a determinado assunto. Os dados qualitativos foram extraídos dos artigos incluídos e inseridos em um quadro com as seguintes características: título/autor e ano da publicação, objetivos do estudo, metodologia e resultados principais.

A pesquisa ainda é considerada documental, uma vez que foram analisadas as NBR's editadas pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) que tratam a emblemática do tema.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os artigos utilizados para escrever os resultados encontram-se na Tabela 1. As informações foram descritas e sintetizadas.

Tabela 1. Artigos base do estudo.

Título/Autor Ano	Objetivos	Metodologia	Resultados principais
Manifestações patológicas - fissuras: causas, diagnóstico, recuperação (Dutra, 2016)	Abordar, por meio de estudos em edificações, as causas de aparecimento das fissuras, analisando os mecanismos de formação das mesmas e algumas formas de reparos	Pesquisa bibliográfica	O número de manifestações patológicas nas construções aumenta cada vez mais com a evolução tecnológica dos materiais e projetos mais ousados e a falta de controle dos materiais e serviços. Dentre os inúmeros problemas patológicos que afetam as edificações, as fissuras são as mais comuns
Estudo de caso: patologias mais recorrentes nas residências da comunidade Rafael (Galdino et al., 2016)	Abordar as patologias mais comuns nas residências da comunidade Rafael, esclarecendo os danos ocorridos em suas casas, buscando identificar quais foram as causas que geraram as possíveis lesões e o que fazer para evitar o problema	Revisão bibliográfica e pesquisa de campo	As patologias mais decorrentes nas residências da comunidade do Rafael foram mofo, bolor, descolamento, fissura e para combater tais lesões é necessário ter um breve conhecimento das determinadas patologias
Análise e diagnóstico de trincas e fissurações em edificações: estudo de caso em residência na cidade de Cardoso Moreira, RJ (Chaves, 2017)	Apresentar causa do aparecimento de fissuras, auxiliar na compreensão e no reconhecimento dos problemas e classificá-las de acordo com suas configurações	Pesquisa bibliográfica, levantando informações sobre causas, onde e como são expostas as fissuras	A maioria das fissuras que foram catalogadas ocorreram pela má construção e por variações térmicas e higroscópicas do concreto

Título/Autor Ano	Objetivos	Metodologia	Resultados principais
Patologias provocadas por umidade em edificações (Bauermann, 2018)	Encontrar, por meio de revisão de literatura as soluções para as patologias relacionadas à umidade nas edificações, de forma a prevenir e reparar as estruturas afetadas	Pesquisa de natureza explicativa, foram alicerçadas em uma análise de referências bibliográficas, de forma descritiva	As patologias podem ocorrer em qualquer fase da vida útil de uma edificação, sendo mais oneroso o reparo do que deixar evoluir. Todas as patologias podem ser evitadas com projetos realizados de acordo com as normas técnicas e com uma gestão de qualidade que visualize potenciais e estabeleça padrões de execução
Manifestações patológicas na construção civil. (Ferreira; Lobão, 2018)	Mostrar para os engenheiros e estudantes de engenharia da importância do estudo sobre as manifestações patológicas presentes na construção civil	Pesquisa bibliográfica	É preciso ter cuidados, principalmente na parte do projeto. Um projeto bem elaborado e bem detalhado, seguindo todas as orientações de construção pode minimizar ou eliminar as patologias
Manifestações patológicas causadas pela infiltração em moradias e o programa Minha Casa Minha Vida (Maia; Gurgel, 2018)	Identificar e mostrar que a maioria das residências não passaram pela devida impermeabilização; além de descrever, sucintamente, as principais manifestações patológicas presentes nas moradias do programa Minha Casa Minha Vida em um bairro na cidade de Limoeiro do Norte/CE e suas possíveis causas	Revisão bibliográfica, visitas <i>in loco</i> de estudo e análise dos dados	Os problemas nas residências foram diagnosticados através da aplicação de um questionário durante as visitas, e comprovados através de registros fotográficos; mostrando que essas moradias possuem, de fato, problemas patológicos em grande proporção
Patologias de infiltrações em unidades habitacionais: estudo de caso em residências no município de Anápolis/GO (Pontes, 2018)	Estudar as patologias provenientes de infiltrações, suas origens, soluções e métodos preventivos	Estudo de caso	Independente da patologia, tudo depende da proveniência a ser tomada, cada problema tem sua solução específica e a melhor forma de se corrigir é procurando um especialista qualificado para a definição de medidas a serem tomadas
Análise da frequência em que fontes geradoras de infiltração ocorrem em edifícios inspecionados na cidade de Aracaju/SE e suas manifestações patológicas (Carvalho; Oliveira; Monteiro, 2021)	Avaliar a incidência de manifestações patológicas em edificações geradas a partir do surgimento de infiltrações	Foram inspecionados 15 edifícios residenciais distribuídos pela cidade de Aracaju	Todos os edifícios avaliados apresentavam algum tipo de manifestação patológica, com foco no surgimento de manchas, fissuras e corrosão na armadura dos elementos estruturais
Fissuras em edificações: causas e tratamentos (Terrezo, 2021)	Descrever quais são as causas das fissuras, as suas formas de manifestação, e apresentar quais são os métodos de prevenção e tratamentos	Revisão bibliográfica	As fissuras podem ser evitadas, por isso, conhecer as medidas preventivas é essencial. Por outro lado, as fissuras podem ser inevitáveis, logo, são diversas as formas de

Título/Autor Ano	Objetivos	Metodologia	Resultados principais
			tratamento
A necessidade da impermeabilização nas edificações da construção civil (Sampaio; Silva; Floriano, 2022)	Aumentar o conhecimento específico sobre a técnica da impermeabilização para evitar a infiltração e as patologias de dano que possam vir a ser causadas	Pesquisa bibliográfica sobre motivos da ocorrência das patologias de danos que levaram construções a ficarem arruinadas pela falta de observância dessa norma	Existe a necessidade da impermeabilização nas obras e o estudo reforçou o interesse pelo aprofundamento de conhecimento no assunto, para garantir melhor condição técnica no âmbito da engenharia civil

Fonte: Autores (2024)

Este estudo exemplificou trincas e fissuras em uma edificação como a ruptura do material que ocorre por ação mecânica ou físico-química. Diferenciam-se apenas no tamanho da fenda, considerando as trincas como a evolução das fissuras. Pode ter origem higroscópica, sobrecargas, recalques de fundações, movimentação térmica, entre outras (Bauermann, 2018).

Após o estudo, pode-se perceber a necessidade de uma análise para identificação da infiltração bem como a realização de um diagnóstico de trincas e fissuras, buscando, assim, a melhor solução para cada caso específico (Pontes, 2018). A infiltração gera desconforto aos habitantes, devido ao ar saturado e ao odor de mofo, característicos das patologias, gerando também danos à saúde, causando prejuízos aos proprietários da obra.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo evidenciou que a infiltração é uma das principais causas de manifestações patológicas em edificações, gerando desconforto, insalubridade e comprometimento estrutural. Entre as consequências, destacam-se mofos, bolores, degradação de revestimentos e surgimento de trincas e fissuras. As trincas e fissuras diferenciam-se pela espessura, mas ambas resultam de tensões provocadas por sobrecargas, movimentações térmicas, recalques diferenciais e retração de materiais. A prevenção deve ocorrer já na etapa de projeto, por meio de um planejamento adequado, escolha criteriosa de materiais e controle de qualidade durante a execução.

Quanto ao tratamento, recomenda-se a aplicação de técnicas como membranas acrílicas, selagem, bandagem com tela metálica, reforços estruturais e juntas de movimentação, conforme o tipo e a gravidade da manifestação. Conclui-se que a atuação do engenheiro é fundamental na elaboração

de projetos adequados e no acompanhamento técnico, sempre em conformidade com normas da ABNT. Recomenda-se ainda a realização de novos estudos que subsidiem tanto a prática profissional quanto a produção acadêmica sobre patologias construtivas.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR-15575: **Desempenho de Edificações Habitacionais**. Rio de Janeiro, 2013.

BAUERMANN, C. V. **Patologias provocadas por umidade em edificações**. Monografia. Universidade Para o Desenvolvimento do Estado e da Região do Pantanal. Curso de Engenharia Civil. 2018. Disponível em: <<https://repositorio.pgsskroton.com.br/bitstream/123456789/23086/1/2%20CRISTIANO%20VIEIRA%20BAUERMANN%20-%20TCC.pdf>>. Acesso em 11 mar 2024.

CARVALHO, E. D. A.; OLIVEIRA, M.; MONTEIRO, E. **Análise da Frequência em que Fontes Geradoras de Infiltração Ocorrem em Edifícios Inspeccionados na Cidade de Aracaju-SE e Suas Manifestações Patológicas**. Revista de Engenharia e Pesquisa Aplicada, v. 6, n. 1, p. 93 - 100, 19 jan. 2021. Disponível em <<http://revistas.poli.br/index.php/rep/article/view/1462>>. Acesso em 22 jun 2024.

CHAVES, N. F. P. M. **Análise e Diagnóstico de Trincas e Fissurações em Edificações: Estudo de caso em residência na cidade de Cardoso Moreira, RJ**. Trabalho de Conclusão de Curso. Centro Univercitário de Brasília. Instituto CEUB de Pesquisa e Desenvolvimento - ICPD. 2017. Disponível em: <<https://repositorio.uniceub.br/jspui/bitstream/235/12332/1/51600413.pdf>>. Acesso em 25 jun 2024.

DUTRA, E. R. **Manifestações patológicas: fissuras: causas, diagnóstico, recuperação**. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Federal de Minas Gerais. 2016. Disponível em: <<https://repositorio.ufmg.br/bitstream/1843/42232/1/TCC%20Final%20%281%29.pdf>>. Acesso em 2 set 2024.

FERREIRA, J.; LOBÃO, V. **Manifestações patológicas na construção civil**. Ciências exatas e tecnológicas, v. 5, n. 1, p. 71-80. 2018. Disponível em: <<https://periodicos.set.edu.br/cadernoexatas/article/view/5853/2971>>. Acesso em 10 mar 2024.

GALDINO, L. R. N.; SILVA, A. L.; ALVES, D. M. L.; MELLO, M. F. B. W. C.; GOMES, T. C. P.; GONZAGA, G. B. M. **Estudo de Caso: Patologias Mais Recorrentes nas Residências da Comunidade Rafael**, Ciências Exatas e Tecnológicas, v. 3, p. 107-120 (2016). Disponível em: <<https://periodicos.set.edu.br/fitsexatas/article/view/3711/2045>>. Acesso em 3 jul 2024.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas S/A, 2002.

AIA, F. M.; GURGEL, M. T. **Manifestações patológicas causadas pela infiltração em moradias e o programa minha casa minha vida**. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Federal Rural do Semiárido – UFRSA. Curso de Bacharelado em Ciência e Tecnologia. 2018. Disponível em: <https://repositorio.ufrsa.edu.br/bitstream/prefix/4379/2/DAVIMM_ART.pdf>. Acesso em 10 mar 2024.

MATOS, C. O. **A impermeabilização como alternativa contra ação patológica da umidade na construção civil**. Trabalho de Conclusão de Curso. Disponível em: <<https://www.unicerp.edu.br/ensino/cursos/engenhariacivil/monografias/2019/AIMPERMEABILIZA%20COMOALTERNATIVA.pdf#:~:text=As%20infiltra%C3%A7%C3%B5es%20s%C3%A3o%20mu>>

ito%20comuns%20em%20edifica%C3%A7%C3%B5es%2C%20podendo,e%20funcionalidade%20da%20mesma%20%28CECHINE%20et%20al.%2C%202007%29>. Acesso em 10 mar 2024.

NASCIMENTO, J. **Trabalho sobre patologias em pinturas**. Universidade do Sul de Santa Catarina – UNISUL. 2014. Disponível em: <https://www.academia.edu/9466162/Patologias_em_Pinturas>. Acesso em 12 ago 2024.

PONTES, B. R. **Patologias de infiltrações em unidades habitacionais: estudo de caso em residências no município de Anápolis-Goiás**. Trabalho de Conclusão de Curso).

Unievangélica. Anápolis-GO. 2018. Disponível em <https://scholar.google.pt/scholar?hl=ptBR&as_sdt=0%2C5&q=Estrat%C3%A9gias+a+Sere+m+Utilizadas+para+Preven%C3%A7%C3%A3o+Solu%C3%A7%C3%A3o+dos+Danos+Provocados+pela+Infiltra%C3%A7%C3%A3o&btnG=>. Acesso em 5 set 2024.

SAMPAIO, R. M.; SILVA, W. G. F.; F. FLORIAN. **A necessidade da impermeabilização nas edificações da construção civil**. RECIMA21-Revista Científica Multidisciplinar, v.2. n. 2. 2022. Disponível em: <<https://recima21.com.br/index.php/recima21/article/view/991>>. Acesso em 11 mar 2024.

TERREZO, V. B. S. **Fissuras em edificações: causas e tratamento**. Trabalho de Conclusão de Curso (engenharia Civil). Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira. Universidade Federal Paulista. 2021. Disponível em <<https://repositorio.unesp.br/server/api/core/bitstreams/bd7315e2-9770-4e3e-9f31-e83e4689ab6d/content>>. Acesso em 25 jun 2024.

DESAFIOS E ESTRATÉGIAS NA GESTÃO DE PESSOAS EM AMBIENTES HOSPITALARES: UMA REVISÃO DE LITERATURA

CHALLENGES AND STRATEGIES IN HUMAN RESOURCES IN HOSPITAL ENVIRONMENTS: A LITERATURE REVIEW

Ricardo Gomes Perdigão¹, Caio César Lopes Maria², Nicolý Ketelyn Apolinário³, Yasmin Moreira Serafim⁴, Júlia Alves Villas Boas⁵, João Victor Ribeiro Santos⁶

RESUMO

A gestão de pessoas em ambientes hospitalares exige uma compreensão aprofundada das demandas específicas do setor de saúde. Este estudo visa identificar os principais desafios enfrentados na gestão de pessoas em hospitais e analisar suas implicações na qualidade do atendimento e no bem-estar dos profissionais de saúde. A pesquisa foi conduzida por meio de uma revisão bibliográfica abrangente, compreendendo o estudo de artigos. A análise revelou que os principais desafios na gestão de pessoas hospitalares incluem a melhoria do clima organizacional, a redução da rotatividade de funcionários, e o aumento da satisfação e engajamento dos colaboradores. Além disso, são essenciais a melhoria na qualidade do atendimento ao paciente, a redução de erros operacionais e a otimização dos processos internos. Enfrentar esses desafios requer uma abordagem estratégica que considere as particularidades do setor de saúde. A compreensão das necessidades dos profissionais e pacientes, aliada à implementação de estratégias personalizadas, é crucial para promover um ambiente de trabalho saudável e eficiente. Esse ambiente refletirá diretamente na qualidade dos cuidados prestados, contribuindo para o sucesso operacional das instituições hospitalares.

Palavras-chave: Gestão de Pessoas; Ambiente Hospitalar; Qualidade do Atendimento; Clima Organizacional; Satisfação dos Profissionais

ABSTRACT

People management in hospital settings requires a deep understanding of the specific demands of the healthcare sector. This study aims to identify the main challenges faced in people management within hospitals and analyze their implications for the quality of care and the well-being of healthcare professionals. The research was conducted through a comprehensive literature review, encompassing the study of articles. The analysis revealed that the primary challenges in hospital people management include improving organizational climate, reducing employee turnover, and increasing staff satisfaction and engagement. Additionally, essential aspects are enhancing patient care quality, reducing operational errors, and optimizing internal processes. Addressing these challenges requires a strategic approach that considers the peculiarities of the healthcare sector. Understanding the needs of professionals and patients, combined with implementing customized strategies, is crucial for fostering a healthy and efficient work environment. Such an environment will directly impact the quality of care provided, contributing to the operational success of hospital institutions.

Keywords: People Management; Hospital Environment; Quality of Care; Organizational Climate; Professional Satisfaction

1. INTRODUÇÃO

A tecnologia tem permeado todos os setores da sociedade, e a saúde, como um dos pilares essenciais, não é exceção. No entanto, a eficácia da tecnologia depende fortemente da execução humana adequada, o que, por sua vez, requer uma gestão eficiente. No setor de saúde, a organização, o planejamento e a liderança são fundamentais, destacando a importância da gestão de pessoas. Em ambientes hospitalares, essa gestão deve ser ainda mais precisa e estratégica.

Nos hospitais, profissionais com diferentes níveis de conhecimento trabalham juntos e lidam com questões críticas relacionadas à vida dos pacientes, o que torna a gestão de pessoas um desafio complexo. A gestão de pessoas visa atender à demanda de trabalhadores, distribuí-los e coordená-los de maneira que eles contribuam para os objetivos organizacionais (BERGAMINI, 1980). Além disso, essa gestão tem a função de "internalizar, nos indivíduos, valores fundamentais para o desempenho das tarefas, de acordo com a perspectiva ética capitalista ou da dominação burocrática" (FARIA, 1997).

Este artigo examina as melhores práticas e desafios na gestão de pessoas em hospitais, enfatizando a importância de criar um ambiente de trabalho colaborativo, motivador e resiliente. Diante da realidade atual, o artigo buscará responder aos principais desafios enfrentados pela gestão hospitalar e como esses desafios impactam a qualidade do atendimento e a eficiência operacional.

2. METODOLOGIA

Para este estudo, foi realizada uma revisão sistemática da literatura com o objetivo de oferecer uma análise crítica e abrangente das publicações acadêmicas relevantes sobre a gestão de pessoas em ambientes hospitalares. A revisão visou contextualizar o problema em questão, fornecer uma sólida fundamentação teórica, identificar lacunas na literatura existente e justificar a relevância da pesquisa. A seleção das fontes foi feita com base na confiabilidade e qualidade dos materiais, priorizando artigos revisados por pares, livros acadêmicos e relatórios de instituições reconhecidas.

A pesquisa foi conduzida utilizando o Google Acadêmico, que indexa uma ampla gama de artigos científicos, teses, livros e resumos acadêmicos. As palavras-chave utilizadas para a busca incluíram "Gestão de pessoas em hospitais", "Hospitais e gestão de pessoas" e "Desafios na gestão hospitalar". Os critérios de inclusão foram a relevância para o tema, a qualidade metodológica e a atualidade das publicações. Foram analisadas tendências emergentes, desafios específicos e melhores práticas na gestão de pessoas dentro dos hospitais.

Os principais artigos e fontes utilizadas na revisão foram selecionados com base na sua contribuição para o entendimento da gestão de pessoas em hospitais e suas implicações práticas. A coleta e análise dos dados foram conduzidas de maneira a proporcionar uma visão crítica e aprofundada sobre as práticas e desafios na área, garantindo que as informações apresentadas no estudo sejam de

alta relevância e qualidade.

3. RESULTADO

A Tabela 1 resume as informações sobre os artigos selecionados para este estudo, incluindo o nome dos artigos, os autores, o ano de publicação e a quantidade de citações registradas para cada trabalho. Esta tabela fornece uma visão geral das principais fontes utilizadas e sua relevância dentro do campo de estudo.

Tabela 3 Fontes usadas

Título	Autores	Ano	Citações
Gestão de Pessoas no Ambiente Hospitalar	ARRUDA, Arianá Lima. FREITAS, Camila Fernanda. CARVALHO, Marcia Roberta	2022	20
A importância da Gestão de Pessoas em Organizações Hospitalares	CRISTINA, Alessandra Menezes Fratzezi.	2021	27
Perspectivas e desafios na gestão de pessoas no contexto hospitalar	FREITAS, Graziela Santos. GUTIERREZ, Larissa Carvalho. DAIANE, Evelin Gabriel.	2022	2
Análise e Desafios da Gestão de Pessoas no Ambiente Hospitalar	SILVA, Cristiane de Jesus.	2014	22
O gestor hospitalar na motivação de equipes e pessoas no ambiente de trabalho	Thaysa Cristina Monteiro Silva, Josenilson Neves Ferreira, Bruna Raffaella Almeida da Costa	2020	34
Gestão de Pessoas nos ambientes hospitalares: uma revisão sobre os principais pontos de uma gestão eficiente	Maria Eduarda Araújo Porto, Sérgio Zeno Granetto	2020	32
Gestão de pessoas em um hospital Universitário após Adesão à EBSERH Renata Bocker	Renata Bocker, Kátia Denise Moreira, Irineu Manoel de Souza e Luci Rodrigues	2019	0
A motivação sobre a ótica da teoria da expectativa: um estudo de caso de um hospital militar	Daniel Teixeira Camilo, Vinícius Nascimento Rocha, Cintia Moralles Camilo	2020	0
O papel da gestão de pessoas nas organizações públicas em saúde	Andrea Andrade dos Santos	2018	9

Recursos humanos em hospitais estaduais gerenciados por organizações sociais de saúde: a lógica do privado	Lorena Estevam Martins, Fernandes Gabriella Barreto Soares, Fabiana Turino, Elda Coelho de Azevedo Bussinger, Francis Sodré	2017	18
------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------	----

Fonte: Os autores.

As Tabelas 2 e 3 detalham, de maneira mais abrangente, as características dos artigos analisados. A Tabela 2 inclui os títulos dos estudos, as metodologias empregadas e os principais resultados encontrados, já na Tabela 3 temos as limitações identificadas pelos autores e as sugestões propostas para pesquisas futuras quando encontradas no material base. A análise dessas informações permite uma compreensão mais profunda dos métodos e descobertas relevantes na área de gestão de pessoas em ambientes hospitalares.

Tabela 4 Objetivos, metodologias e resultados

Artigo	Objetivo	Metodologia	Resultados principais
Gestão de pessoas no ambiente hospitalar.	O estudo explora a importância da gestão democrática e os desafios enfrentados por gestores da saúde. Analisa como diferentes estilos de liderança afetam os resultados das organizações hospitalares, com base em uma revisão de livros, artigos científicos e dissertações. A liderança, essencialmente, exige que o líder inspire e mantenha o entusiasmo da equipe, servindo como um modelo a ser seguido.	Pesquisas e revisões bibliográficas exploratórias, tendo sido consultados livros, artigos científicos, dissertações e publicações que tratassem do tema.	Embora todas as pessoas possam, a princípio, se tornar um grande líder, esta não é uma tarefa das mais fáceis, haja vista a exigência de ser o catalisador que desperta e mantém vivos a dedicação e o entusiasmo do restante do grupo. Seu papel, portanto, é guiar os demais, atuando como um modelo a ser seguido.
A importância da gestão de pessoas em organizações hospitalares.	Explicar a importância do setor de gestão de pessoas em uma organização hospitalar onde a política de gestão de pessoas deve estar integrada à política e prática organizacional para que todos sejam vistos como parceiros na busca para alcançar a missão da instituição e também suas necessidades individuais e profissionais.	Revisão bibliográfica e estudo exploratório, conforme apresentado por Gil (1999), visando desenvolver, esclarecer e modificar conceitos e ideias.	É preciso haver total empenho dos gestores em promover ações diferenciadas e modernas com a finalidade de atualizar os colaboradores ao momento em que se está sendo vivido, pois desta maneira os princípios e objetivos da instituição poderão ser alcançados.
Perspectivas e desafio na Gestão de Pessoas no Contexto Hospitalar	Análise aprofundada das tendências atuais, desafios e oportunidades na gestão de recursos humanos em ambientes hospitalares. O artigo pode abordar questões como recrutamento e retenção de talentos, desenvolvimento profissional, gestão de equipe multidisciplinar, bem-estar dos funcionários, entre outros tópicos relevantes para a gestão de pessoas em hospitais. O foco provavelmente estará em fornecer insights e orientações práticas para os profissionais que atuam nesse ambiente.	Pesquisa realizada (revisão bibliográfica, um estudo de caso, uma pesquisa quantitativa ou qualitativa, etc.), os instrumentos utilizados para coletar dados, a população estudada e os procedimentos adotados para analisar os resultados.	Aborda a importância da gestão de pessoas para a eficiência e qualidade dos serviços de saúde. Ele discute os desafios específicos enfrentados na gestão de recursos humanos em hospitais, como a necessidade de capacitação constante, o cuidado com o bem-estar dos colaboradores e a busca por estratégias que promovam um ambiente de trabalho saudável. Além disso, também oferece perspectivas e possíveis soluções para otimizar a gestão de pessoas nesse contexto.
Análise e Desafio da Gestão de Pessoas no contexto Hospitalar	Evidenciar, a partir da literatura, os principais desafios encontrados entre a gestão de pessoas e o corpo funcional de um hospital.	Como pesquisa bibliográfica, por abranger a leitura, análise e interpretação de livros, periódicos, textos legais, dentre outros documentos, inclusive de fontes digitais. sobre o assunto e que	O artigo aborda a evolução da gestão de pessoas, com destaque para sua importância em ambientes hospitalares, enfatizando a necessidade de liderança eficaz, cultura organizacional motivadora e uso de ferramentas de qualidade. Também ressalta a participação de todos os níveis da organização e a busca contínua por aprimoramento

		servam de base para se chegar através dele, a conhecimentos novos sobre o tema sugerido (Lakatos e Marconi, 1991).	para melhorar a experiência de pacientes e colaboradores nos hospitais.
Gestão de Pessoas em um Hospital Universitário após Adesão à EBSERH	Este estudo objetiva conhecer a percepção dos gestores de uma dessas empresas, em termos de gestão de pessoas, após adesão à EBSERH.	Em termos metodológicos esta pesquisa se caracteriza como de abordagem qualitativa. Em termos de coleta de dados, utilizou-se a bibliográfica, a documental e a pesquisa de campo, por meio de aplicação de entrevistas semiestruturadas.	A partir dos dados foi possível identificar que atualmente a administração do hospital em estudo, apenas cumpre aquilo que preconiza a teorização dos recursos humanos tradicional, isto é, os esforços estão direcionados para atender o determinado na regulamentação e, sobretudo, em resolver questões que envolvem a reposição de pessoal - demissões e formas de contratação.
A Motivação sobre a Ótica da Teoria da Expectativa: um estudo de caso de um Hospital Militar	identificar o perfil e as expectativas dos servidores públicos (civil e militar) da Divisão Administrativa de um Hospital Militar de Santa Maria, a partir da Teoria da Expectativa. Tal abordagem se justifica pela necessidade do estabelecimento da relação entre a Teoria da Expectativa e sua aplicabilidade, por meio de estudo de caso na Organização Militar de Saúde, foram realizadas entrevistas com perguntas semiestruturadas.	Foi realizada uma pesquisa de natureza qualitativa; quanto aos objetivos, uma pesquisa exploratória e, quanto ao objeto de estudo, um estudo de caso no Hospital Militar na cidade de Santa Maria/RS. A coleta de dados foi realizada através de um levantamento (survey) e um roteiro semiestruturado com aplicação de entrevista com perguntas abertas aos funcionários do hospital.	Evidenciou-se: a satisfação com a profissão; as modificações na carreira que impactaram as expectativas; a percepção dos benefícios ofertados pela instituição; o alinhamento da missão institucional com o trabalho executado; o reconhecimento do trabalho pelas chefias, colegas e instituição; as recompensas e a motivação para o trabalho estar diretamente relacionadas às expectativas, dificuldades, valências externas e da missão.

O papel da gestão de pessoas nas organizações públicas em saúde.	O objetivo desse estudo é mostrar o papel que a gestão de pessoas tem nas organizações públicas de saúde e que mesmo diante de inúmeras diferenças que existe entre as organizações públicas e privadas é possível conciliar o bem-estar de seus colaboradores, a motivação e todo o desgaste emocional com um ambiente humanizado e agradável, que preza pelo cumprimento das exigências legais impostas por legislações e sindicatos, priorizando a ética médica e social.	Esta pesquisa baseou-se em referências bibliográficas para ser elaborada, procurando unir diversas opiniões de autores diferentes e conhecedores do assunto, sendo assim, o método utilizado foi a revisão das literaturas publicadas entre os anos de 1997 e 2014.	Os Hospitais até o século XVIII eram bem diferentes dos dias atuais, pois eram conhecidos como morredouros, já que não possuíam estrutura para receber adequadamente as pessoas. Porém, com o passar dos anos, muitas mudanças aconteceram devido as legislações locais e as competências médicas.
Recursos humanos em hospitais estaduais gerenciados por organizações sociais de saúde	(O Objetivo é fornecer uma revisão abrangente das estratégias de gestão de pessoas nesse contexto específico, considerando as influências do modelo de gestão privada nas organizações públicas de saúde).	Esta pesquisa baseou-se em revisões bibliográficas da literatura relacionada a gestão de recursos humanos em hospitais sob gestão de organizações sociais de saúde e a influência da lógica do privado nesse contexto.	Registrou-se um aumento na eficiência e na qualidade dos serviços prestados. Os resultados abordados incluíram melhorias na gestão de pessoal, na produtividade e na satisfação do paciente.
O gestor hospitalar na motivação de equipes e pessoas no ambiente de trabalho	O objetivo principal foi demonstrar a importância do gestor hospitalar frente a questão da motivação de equipes e pessoas no ambiente de trabalho.	Trata-se de um estudo do tipo revisão de literatura, com abordagem descritiva, tendo como fontes livros e estudos publicados na base de dados eletrônicos: SciELO e Portal periódicos CAPES/MEC.	Se conclui que a motivação é uma fonte influenciadora no clima organizacional, contribuindo assim na melhoria do desempenho dos profissionais de saúde e administrativo a serviço no setor público. A aplicação de estratégias motivacionais tem a capacidade de surtir efeito positivo nas instituições hospitalares, afetando diretamente os trabalhadores, que imbuídos de entusiasmo e prazer realizarão suas tarefas com qualidade e eficiência.
Gestão de Pessoas nos ambientes hospitalares: Uma revisão sobre os principais pontos de uma gestão eficiente	Tem como principal objetivo falar sobre a gestão de pessoas em ambientes hospitalares, evidenciando os pontos preponderantes sobre o assunto, trazendo uma revisão de literatura que apresente as condições de uma gestão hospitalar eficiente onde a qualidade é a principal ferramenta.	Revisão bibliográfica, utilizaram artigos e livros que pudessem apontar os assuntos pertinentes para a construção do artigo.	artigo enfatiza que os valores da gestão, como motivação, ética e respeito, são fundamentais para garantir um atendimento hospitalar de qualidade, contribuindo para o desenvolvimento organizacional e a construção de instituições hospitalares eficientes.

Fonte: Os autores.

Tabela 3: Limitações dos artigos

Artigo	Limitações do estudo	Sugestões para futuras pesquisas
Gestão de pessoas no ambiente hospitalar.		As instituições hospitalares necessitam, cada vez mais, de potentes ações gerenciais, capazes de identificar caminhos estratégicos mais efetivos, oferecendo aos administradores da saúde a oportunidade de identificar os procedimentos ou atividades mais rentáveis e também aqueles que não são viáveis economicamente.
A importância da gestão de pessoas em organizações hospitalares.	Visto que não é uma tarefa fácil, onde os desafios são inúmeros, mas é evidente que sem uma gestão de pessoas bem preparada os objetivos e a missão da instituição hospitalar não serão atingidos.	Trabalhar com planejamento estratégico que liga os subsistemas à missão da empresa, sua visão de futuro e seus valores, aos seus processos de desenvolvimento para que ao elaborar qualquer programa que aborde a Gestão de Pessoas da organização, estes possam estar diretamente ligados ao que a empresa almeja em seus planos de manutenção e desenvolvimento
Perspectivas e desafio na Gestão de Pessoas no Contexto Hospitalar	A ausência de dados longitudinais que permitam acompanhar a evolução das práticas de gestão de pessoas ao longo do tempo e a dependência de relatos subjetivos dos participantes, o que pode influenciar na interpretação dos resultados. Além disso, a falta de recursos financeiros e temporais pode ter limitado a abrangência da pesquisa e a profundidade das análises realizadas. Essas limitações são importantes para contextualizar os resultados e compreender até que ponto as conclusões do estudo.	Investigar a implementação de práticas de gestão de pessoas voltadas para a saúde mental dos profissionais da área da saúde, considerando os desafios e impactos psicossociais enfrentados no ambiente hospitalar. Isso poderia trazer insights valiosos para aprimorar a gestão de pessoas
Análise e Desafio da Gestão de Pessoas no contexto Hospitalar	O estudo apresenta uma abordagem histórica da evolução da gestão de pessoas no ambiente hospitalar, mas não contempla necessariamente as mudanças mais recentes ou tendências atuais na área.	Investigar a satisfação dos pacientes em relação à comunicação com os profissionais de saúde. Analisar a eficácia de programas de prevenção de infecções hospitalares. Estudar a utilização de ferramentas digitais para melhorar a experiência do paciente. Avaliar o impacto da cultura organizacional na qualidade dos serviços prestados. Analisar as barreiras enfrentadas pelos profissionais de saúde na implementação de práticas baseadas em evidências.
Gestão de Pessoas em um Hospital Universitário após Adesão à EBSERH	Dentre os limitadores da pesquisa cita-se o próprio momento de transição e tensão vivenciado no ambiente ora explorado, quando na realização da coleta de dados, visto uma realidade configurada por incertezas e forte oposição à adesão.	Uma análise da conjuntura atual no HU/UFSC, considerado mais de um ano da adesão, sobre a questão de pessoal, com possibilidade de ampliação para outros níveis organizacionais.

A Motivação sobre a Ótica da Teoria da Expectativa: um estudo de caso de um Hospital Militar	Limitou-se a um estudo geral das influências na motivação para o trabalho dos servidores de um Hospital Militar.	Uma ampliação dela aprofundando as perguntas, em relação às expectativas, valências das recompensas externas, valência da missão e dificuldades encontradas no trabalho, a fim de obter mais informações e aprofundar o estudo motivacional em ambiente com recompensas.
O papel da gestão de pessoas nas organizações públicas em saúde.	Burocracia, falta de autonomia, casos de restrições orçamentárias entre outros desafios essas limitações vem impactando a eficiência e eficácia da gestão de pessoas nesse contexto específico.	Explorar a relação entre autocuidado e saúde pública, considerando a falata de acessos e serviços de saúde em escala global e suas implicações para gestão de pessoas na organização.
Recursos humanos em hospitais estaduais gerenciados por organizações sociais de saúde	Limitações relacionadas a precarização do trabalho, falta de transparência, resistência sindical, entre outros desafios (Barbosa, 2010).	Avaliar o impacto da terceirização na qualidade dos serviços prestados e na segurança do paciente. Fazer uma análise comparativa entre as condições de trabalho e os benefícios oferecidos aos funcionários antes e depois da implementação da gestão por organizações sociais de saúde.
O gestor hospitalar na motivação de equipes e pessoas no ambiente de trabalho	Um dos grandes desafios dos gestores do SUS é sustentar os quadros de funcionários satisfeitos e motivados e conjuntamente prestar serviço de qualidade para a população.	Investigar como as ações específicas de gestão de pessoal, incluindo estratégias motivacionais, influenciam a satisfação e o desempenho dos funcionários em instituições hospitalares.
Gestão de Pessoas nos ambientes hospitalares: Uma revisão sobre os principais pontos de uma gestão eficiente	O papel da gestão de pessoal dentro de um ambiente hospitalar, a tarefa não é fácil, os desafios são inúmeros, muito ainda precisa se avançar no que se refere ao fato de lidar e liderar profissionais da saúde, mas é evidente que sem um RH, uma gestão bem preparada os objetivos e a missão de uma instituição hospitalar não serão atingidas	Explorar a eficácia de diferentes programas de capacitação e desenvolvimento de habilidades oferecidos pela gestão de pessoa, com foco em melhorar o desempenho dos funcionários e a qualidade do atendimento ao paciente.

Fonte: Os autores.

Essas tabelas foram elaboradas com base na revisão crítica dos artigos selecionados, fornecendo uma base sólida para a discussão dos resultados e das implicações para futuras pesquisas na área. Através dessa apresentação, buscamos oferecer uma visão clara e organizada dos principais insights obtidos a partir da literatura revisada.

4. CONCLUSÃO

A análise dos artigos revisados revelou diversas aprendizagens significativas sobre a gestão de pessoas em ambientes hospitalares. Entre os pontos mais relevantes identificados, destacam-se os objetivos dos estudos, as metodologias empregadas, os principais resultados obtidos, as limitações enfrentadas e as sugestões para pesquisas futuras.

Os estudos analisados oferecem uma reflexão profunda sobre os desafios enfrentados pelos gestores da área da saúde, abordando a importância da gestão de pessoas para a eficiência e qualidade dos serviços prestados. Foram evidenciados desafios específicos na gestão de recursos humanos em hospitais, como a necessidade de lidar com a escassez de profissionais qualificados, a alta rotatividade e a constante necessidade de engajamento e capacitação. Além disso, alguns estudos ofereceram uma abordagem histórica da evolução da gestão de pessoas no ambiente hospitalar, proporcionando um panorama abrangente das mudanças ao longo do tempo e suas implicações.

A gestão de pessoas tem se mostrado crucial para a melhoria da produtividade e satisfação dos pacientes, destacando a importância de manter uma força de trabalho motivada e satisfeita, que por sua vez contribui para a prestação de serviços de qualidade à população. No contexto atual, a presença de lideranças eficazes que possam influenciar positivamente o futuro das organizações hospitalares é cada vez mais necessária. A relação direta entre a atuação dos profissionais e a qualidade percebida pelos clientes é um fator determinante para o sucesso das instituições de saúde.

Os estudos também enfatizaram a importância da sustentabilidade financeira dos hospitais, que frequentemente enfrentam orçamentos limitados e precisam equilibrar investimentos em infraestrutura, tecnologia e recursos humanos. A adoção de tecnologias avançadas e sistemas de informação é fundamental para melhorar a eficiência operacional, mas pode representar desafios operacionais e financeiros significativos. Além disso, a gestão da qualidade e segurança do paciente é uma prioridade, com foco na prevenção de infecções, redução de erros médicos e promoção de uma cultura de melhoria contínua.

Para promover um ambiente hospitalar seguro, eficiente e centrado no paciente, é essencial superar esses desafios. Sugere-se que trabalhos futuros explorem temas como o atendimento do serviço social no contexto hospitalar, os motivos por trás da demora na alta hospitalar e os custos envolvidos na manutenção de hospitais, clínicas e prontos-socorros. Esses tópicos podem contribuir para uma compreensão mais aprofundada e soluções inovadoras para os desafios enfrentados na gestão hospitalar.

5. REFERÊNCIAS

ARRUDA, Ariana Lima; FREITAS, Camila Fernanda; CARVALHO, Marcia Roberta. Gestão de pessoas no ambiente hospitalar. **Revista Científica Unilago**, v. 1, n. 1, 2021.

CAMILLO, Daniel Teixeira; ROCHA, Vinicius Nascimento; CAMILLO, Cíntia Moralles. Motivação sob a ótica da Teoria da Expectativa: um estudo de caso em um hospital militar. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 7, p. e927974647-e927974647, 2020.

DE PAULA, Renata Brocker et al. Gestão de Pessoas em um Hospital Universitário após Adesão à EBSEH. **Connection Scientific Journal**, v. 2, n. 1, p. 1-22, 2019.

FERNANDES, Lorena Estevam Martins et al. Recursos humanos em hospitais estaduais gerenciados por organizações sociais de saúde: a lógica do privado. **Trabalho, Educação e Saúde**, v. 16, p. 955-973, 2018.

JESUS, Cristiane. Análise e desafios da gestão de pessoas no ambiente hospitalar. **Revista de Gestão Hospitalar**, Salvador, v. 10, n. 3, p. 101-115, jul./set. 2014.

PORTO, Maria Eduarda Araújo; GRANETTO, Sérgio Zeno. Gestão de Pessoas nos ambientes hospitalares: uma revisão sobre os principais pontos de uma gestão eficiente. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 6, p. 38366-38382, 2020.

SANTOS, Alessandra. A importância da gestão de pessoas em organizações hospitalares. **Revista Brasileira de Administração Hospitalar**, Belo Horizonte, v. 8, n. 2, p. 75-89, abr./jun. 2021.

SANTOS, Andréia. O papel da gestão de pessoas nas organizações públicas em saúde. **Revista de Administração Pública**, Porto Alegre, v. 20, n. 4, p. 45-58, out./dez. 2018.

SANTOS, G. F.; SILVA, L. G. C.; PINHATTI, E. D. G. Perspectivas e desafios na gestão de pessoas no contexto hospitalar. **Advances in Nursing and Health**, v. 4, p. 64-66, Londrina, 2022.

SILVA, Thaysa; FERREIRA, Josenilson; ALMEIDA, Bruna. O gestor hospitalar na motivação de equipes e pessoas no ambiente de trabalho. **Revista Científica de Gestão Hospitalar**. v.3, n.1, p-58-70, jun., 2023

ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE PAVIMENTOS ASFÁLTICOS E DE CONCRETO ARMADO: DESEMPENHO, CUSTO-BENEFÍCIO E IMPACTOS AMBIENTAIS

COMPARATIVE ANALYSIS BETWEEN CONVENTIONAL PAVEMENT AND RIGID PAVEMENT: PERFORMANCE, COST-BENEFIT AND ENVIRONMENTAL IMPACT

Santos, A. E.; Gomes, R. M.

RESUMO

Este estudo apresenta uma análise comparativa entre pavimentos de asfalto convencional e pavimentos de concreto armado, considerando a necessidade crescente de soluções duráveis, economicamente viáveis e ambientalmente sustentáveis. A pesquisa teve como objetivo avaliar diferenças de desempenho, custo-benefício e impacto ambiental entre os dois tipos de pavimento. Foram analisados aspectos como durabilidade, resistência a condições climáticas e de tráfego, custos iniciais e de manutenção, bem como eficiência térmica. A metodologia baseou-se em revisão bibliográfica e estudos de caso, possibilitando a comparação técnica e econômica das soluções. Os resultados indicaram que, embora o asfalto convencional apresente menor custo inicial e maior flexibilidade, possui vida útil reduzida e demanda manutenção frequente. Já o pavimento de concreto armado, apesar do custo inicial mais elevado, apresentou maior durabilidade, menor necessidade de intervenções e desempenho ambiental mais favorável, especialmente em relação à mitigação do efeito de ilha de calor urbano. A escolha do tipo de pavimento deve considerar não apenas fatores econômicos imediatos, mas também as condições de uso, vida útil e impacto ambiental, visando decisões mais eficientes e sustentáveis no planejamento e execução de obras viárias.

Palavras-chave: Pavimentos; Durabilidade; Custo-benefício; Impacto ambiental; Eficiência térmica.

ABSTRACT

This study presents a comparative analysis between conventional asphalt pavements and reinforced concrete pavements, considering the growing need for durable, economically viable, and environmentally sustainable road solutions. The research aimed to evaluate differences in performance, cost-effectiveness, and environmental impact between the two pavement types. Aspects such as durability, resistance to weather and traffic conditions, initial and maintenance costs, and thermal efficiency were analyzed. The methodology was based on a literature review and case studies, enabling a technical and economic comparison of the solutions. The results indicated that, although conventional asphalt has a lower initial cost and greater flexibility, it has a shorter service life and requires frequent maintenance. Reinforced concrete pavements, despite their higher initial cost, exhibited greater durability, fewer maintenance requirements, and more favorable environmental performance, especially in mitigating the urban heat island effect. The choice of pavement type should consider not only immediate economic factors but also the conditions of use, service life, and environmental impact, aiming for more efficient and sustainable decisions in the planning and execution of road projects.

Keywords: Pavements; Durability; Cost-benefit; Environmental impact; Thermal efficiency.

1. INTRODUÇÃO

O crescimento urbano e o aumento do tráfego veicular impõem desafios significativos à infraestrutura viária, exigindo pavimentos que combinem durabilidade, desempenho estrutural e viabilidade econômica. A escolha adequada do tipo de pavimento é determinante para a eficiência e a sustentabilidade de projetos rodoviários, impactando diretamente a vida útil da via, os custos de manutenção e os efeitos ambientais.

Os pavimentos podem ser classificados em dois grupos principais: rígidos, geralmente construídos com concreto de cimento Portland, e flexíveis, compostos predominantemente por misturas asfálticas (Bernucci et al., 2008). O pavimento asfáltico convencional caracteriza-se pela flexibilidade e pela facilidade de aplicação, oferecendo conforto na dirigibilidade e menor custo inicial. Por outro lado, o pavimento de concreto armado, embora apresente custo inicial mais elevado, oferece resistência superior, menor frequência de manutenção e maior durabilidade, recomendado para vias com tráfego intenso e cargas elevadas (ABCP, 2023).

De acordo com a Confederação Nacional de Transportes (CNT, 2022), 66% da malha rodoviária brasileira foi classificada como regular, ruim ou péssima, demonstrando a necessidade urgente de soluções mais eficientes e sustentáveis. As deficiências nas condições de rodagem acarretam não apenas prejuízos econômicos, como aumento no consumo de combustível e desgaste prematuro dos veículos, mas também riscos à segurança viária e impactos ambientais negativos, como maior emissão de gases de efeito estufa.

Nesse contexto, torna-se essencial compreender as diferenças técnicas, econômicas e ambientais entre os pavimentos asfálticos convencionais e os de concreto armado. Este estudo busca analisar comparativamente esses dois sistemas construtivos, considerando fatores como durabilidade, resistência às condições climáticas e de tráfego, custos de implantação e manutenção, impacto ambiental e eficiência térmica. A pesquisa visa fornecer subsídios técnicos que auxiliem engenheiros, gestores públicos e tomadores de decisão na escolha do pavimento mais adequado às necessidades e restrições específicas de cada projeto viário.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

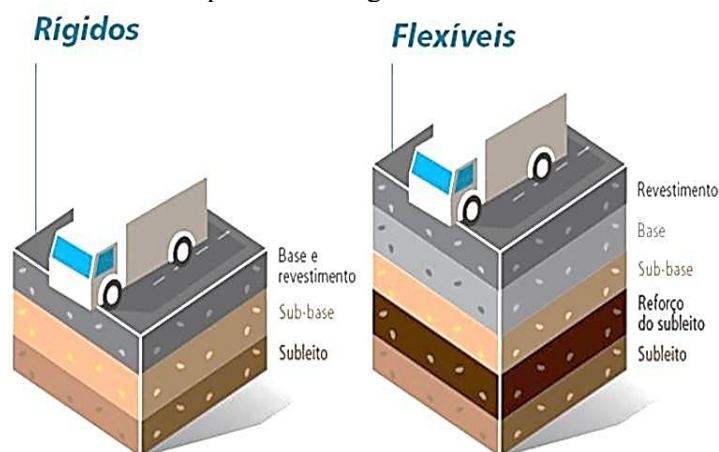
A análise comparativa entre pavimentos de asfalto convencional e pavimento rígido de concreto é um tema relevante e atual no campo da engenharia civil, especialmente considerando a crescente demanda por soluções de infraestrutura mais duráveis e economicamente viáveis (Zatarin, 2016). Para Sousa (2021), o asfalto convencional e o pavimento rígido de concreto representam duas abordagens distintas para a construção de pavimentos, cada uma com suas características, benefícios

e desafios específicos. Esse tema de forma mais clara, revela-se por se tratar de uma questão de grande relevância no campo da engenharia civil, à medida que as cidades enfrentam uma crescente demanda por soluções de infraestrutura que sejam ao mesmo

tempo duráveis e economicamente viáveis. A questão é particularmente pertinente ao contexto atual, onde a sustentabilidade e a eficiência dos recursos tornam-se cada vez mais cruciais.

O asfalto convencional é composto por agregados minerais, como areia, brita e pedrisco, e um ligante asfáltico, que é aquecido e misturado para formar o revestimento. Conhecido por sua flexibilidade, o asfalto convencional tem a capacidade de acomodar pequenas deformações na base (Zatarin, 2016). No entanto, esse tipo de pavimento frequentemente demanda manutenção constante e pode apresentar uma vida útil menor, o que se traduz em custos adicionais e impactos ambientais ao longo do tempo.

Figura 1. Representação das camadas dos pavimentos rígidos e flexíveis.



Fonte: Votorantim cimentos (2006).

O pavimento flexível possui as camadas de revestimento, base, sub-base, reforço do subleito e o subleito, onde o último é a estrutura da fundação. A depender do projeto, o pavimento poderá ou não ter camada de sub-base ou de reforço, porém, deverá existir a camada de revestimento, mesmo que seja primária (cascalhamento, agulhamento), e de fundação (subleito). Essas são condições mínimas para que uma estrutura possa ser chamada de pavimento (Balbo, 2007). A Figura 1 ilustra, de modo geral a diferença entre as camadas do sistema de pavimentação rígido e flexível.

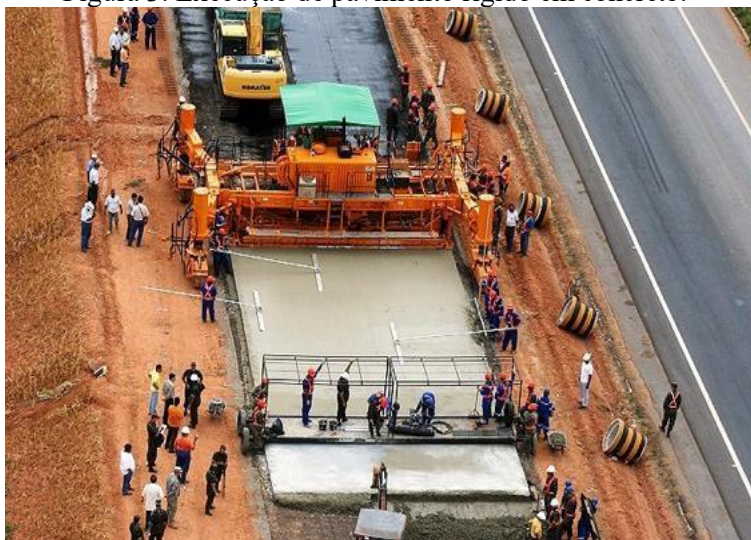
As Figuras 2 e 3 exemplificam a aplicação da camada final do pavimento flexível, com o uso do revestimento asfáltico, e como é realizado o processo de construção do pavimento rígido de concreto respectivamente.

Figura 2. Execução de pavimento flexível.



Fonte: Golveia (2023).

Figura 3. Execução de pavimento rígido em concreto.



Fonte: Cimento Itambé (2019).

O pavimento rígido de concreto surge como uma alternativa promissora que oferece maior durabilidade e resistência, especialmente em condições de tráfego intenso e ambientes adversos. O concreto armado, apesar de seu custo inicial mais elevado, apresenta uma série de benefícios que podem justificar o investimento a longo prazo, incluindo menor necessidade de manutenção e uma vida útil significativamente mais longa. Essas características fazem com que o concreto armado seja uma opção atraente para projetos de pavimentação onde a durabilidade e a sustentabilidade são prioridades (Furtado et al., 2018).

De acordo com Bozio e Fisch (2023), além dos aspectos técnicos e econômicos, é fundamental considerar o impacto ambiental nas escolhas do tipo de pavimento. O asfalto convencional, por exemplo, pode contribuir para o aumento das emissões de poluentes e gerar resíduos durante sua aplicação e manutenção. Por outro lado, o pavimento rígido de concreto tende a oferecer maior custo

benefício em termos de eficiência térmica e redução do efeito da ilha de calor urbano, o que pode ter implicações positivas para o meio ambiente e para a qualidade de vida nas áreas urbanas. Avaliar esses fatores permite uma escolha mais consciente e alinhada com os objetivos de sustentabilidade e responsabilidade ambiental, que são cada vez mais relevantes no planejamento urbano.

Portanto, a escolha entre asfalto convencional e pavimento rígido de concreto deve ser feita com base em uma análise abrangente que considere não apenas os custos iniciais, mas também os custos ao longo da vida útil do pavimento, a necessidade de manutenção e os impactos ambientais associados. Para Teixeira e Araújo (2018), esta abordagem permite uma tomada de decisão mais informada e eficiente, alinhada com as necessidades e prioridades específicas de cada projeto de pavimentação. A escolha do pavimento adequado pode influenciar significativamente a durabilidade das infraestruturas e o impacto ambiental, refletindo a importância de uma avaliação detalhada e crítica de um profissional engenheiro civil.

O asfalto convencional, conhecido por sua flexibilidade e adaptabilidade, tem sido amplamente utilizado em projetos de pavimentação devido às suas propriedades que permitem uma instalação relativamente rápida e um custo inicial mais baixo. Bozio e Fisch (2023) afirmam que este tipo de pavimento é composto por uma mistura de agregados e ligantes asfálticos, que são aquecidos e misturados antes de serem aplicados sobre a superfície de base.

Nos estudos apresentados por Kuster (2018), uma análise financeira feita com intuito de comparar o pavimento rígido e o flexível, observando a viabilidade econômica num período de 20 anos, com foco no ciclo de vida útil dos pavimentos mostrou que o pavimento de concreto inicialmente tem um custo maior comparado ao flexível, porém nesse período de tempo não se tem custo com a manutenção desse pavimento. A Tabela 1 abaixo apresenta custos do serviço para os dois tipos de pavimentos.

Um estudo realizado por Barbosa (2014), evidencia essa competitividade entre os pavimentos, como mostrado na Tabela 1, onde o pavimento rígido também se sobressai ao flexível num ciclo de 20 anos.

Tabela 1. Comparativo econômico entre pavimento rígido e flexível.

Descrição do serviço	Pavimento rígido	Pavimento flexível
Construção	R\$ 275.593,28	R\$ 100.479,21
Restauração	R\$ 0,00	R\$ 152.886,69
Manutenção	R\$ 0,00	R\$ 43.108,32
Total	R\$ 275.593,28	R\$ 296.474,22

Fonte: Barbosa (2014).

No entanto, o asfalto convencional tem algumas limitações significativas que afetam sua durabilidade e custo-benefício a longo prazo. Para Bozio e Fisch (2023), a principal preocupação é a

sua propensão ao desgaste e à deformação ao longo do tempo, especialmente em regiões com tráfego intenso e condições climáticas adversas. As altas temperaturas e o peso dos veículos podem causar deformações, como formação de sulcos e a fadiga do material, o que pode levar a uma necessidade mais frequente de reparos e manutenção. Esses custos de manutenção e a necessidade de reabilitação periódica podem, eventualmente, superar o custo inicial mais baixo do asfalto convencional (Furtado *et al.*, 2018).

Por outro lado, o pavimento rígido de concreto, também conhecido como pavimento de concreto com reforço, oferece uma alternativa com características distintas que podem superar algumas das limitações do asfalto convencional. Zatarin (2016), explica que o pavimento de concreto armado é composto por uma camada de concreto reforçado com malhas de aço, que proporcionam uma estrutura mais rígida e resistente. Essa rigidez confere ao pavimento de concreto uma durabilidade superior e uma maior resistência a deformações e desgaste. A capacidade do concreto armado de suportar cargas pesadas e resistir ao impacto do tráfego intenso torna-o uma opção atraente para rodovias de alta capacidade e áreas industriais (Bozio; Fisch, 2023).

Além da durabilidade, o pavimento rígido de concreto apresenta uma performance superior em termos de manutenção. Embora o custo inicial de instalação seja geralmente mais alto em comparação com o asfalto convencional, a necessidade de reparos e a frequência de manutenção são significativamente reduzidas (Furtado *et al.*, 2018). Isso se traduz em um custo total de vida mais favorável para o pavimento de concreto armado, especialmente em ambientes onde as condições de tráfego e clima são exigentes. O pavimento de concreto armado também oferece uma superfície de alta aderência e um bom desempenho em termos de drenagem, características que contribuem para a segurança e eficiência do tráfego.

Segundo Teixeira e Araújo (2018), outro aspecto importante a considerar é a eficiência térmica e ambiental dos dois tipos de pavimento. O asfalto convencional, devido ao seu processo de fabricação e aplicação, pode gerar um efeito de ilhas de calor urbano, onde as superfícies asfaltadas absorvem e reemitem calor, aumentando a temperatura ambiente. O pavimento rígido de concreto, por outro lado, tende a refletir mais a luz solar e a manter temperaturas mais baixas na superfície, o que pode reduzir o impacto ambiental e melhorar o conforto térmico nas áreas urbanas.

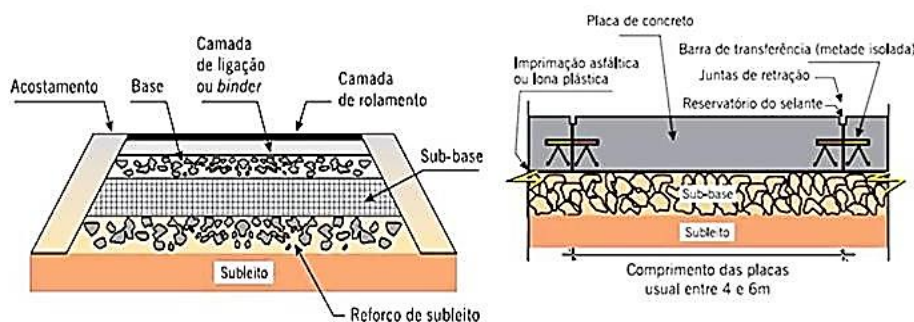
Teixeira e Araújo (2018) descreveram ainda que, do ponto de vista econômico, a escolha entre asfalto convencional e pavimento rígido de concreto deve levar em consideração não apenas o custo inicial de instalação, mas também os custos totais de manutenção e operação ao longo da vida útil do pavimento. O asfalto convencional, com seu custo inicial mais baixo, pode parecer mais atraente em termos de orçamento imediato. No entanto, os custos acumulados com manutenção e reparos podem

levar a uma comparação desfavorável quando se considera o custo total de vida. Em contraste, o investimento inicial mais alto no pavimento rígido de concreto pode ser compensado pela sua durabilidade e menor necessidade de manutenção, resultando em uma solução mais econômica a longo prazo.

Parizotto *et al.* (2020) destaca que a escolha entre pavimentos rígidos e flexíveis deve ser baseada em uma análise criteriosa dos custos e benefícios de cada opção, levando em consideração as condições locais e as prioridades financeiras da autoridade responsável pela construção e manutenção da rodovia.

Os pavimentos flexíveis são formados por camadas cujo objetivo é distribuir toda a carga da maneira mais homogênea, o que é possível pela deformação elástica sofrida em todas as camadas. Em geral, suportam menores trações (quando comparados aos pavimentos rígidos) e são constituídos, basicamente, por uma camada superficial (asfalto), seguidas de camadas de base, sub-base, reforço do subleito e subleito; em geral, são compostas por materiais granulares e por solo (Marques, 2006). Na Figura 4, apresenta-se um comparativo entre a estrutura do pavimento flexível e o pavimento rígido.

Figura 4. Comparativo entre a estrutura do pavimento flexível e o pavimento rígido.



Fonte: Bernucci *et al.* (2008).

3. MATERIAIS E MÉTODOS

A análise comparativa entre pavimentos de asfalto convencional e pavimentos de concreto armado foi conduzida por meio de uma metodologia estruturada em três etapas principais: i - seleção dos materiais e parâmetros de estudo; ii - coleta de dados por revisão bibliográfica e estudos de caso; iii - análise comparativa dos resultados obtidos.

Inicialmente, definiram-se como objetos de estudo os pavimentos asfálticos convencionais e os pavimentos de concreto armado, cada um com características estruturais e propriedades específicas. Para o asfalto convencional, consideraram-se diferentes formulações empregadas em obras viárias, variando quanto ao tipo de agregado e à composição do ligante asfáltico. No caso do concreto armado, avaliaram-se suas propriedades mecânicas e estruturais, especialmente resistência

à compressão e à flexão, além do comportamento frente à formação de fissuras.

A coleta de informações ocorreu por meio de levantamento bibliográfico, incluindo artigos científicos, relatórios técnicos e estudos de caso que apresentassem dados quantitativos e qualitativos sobre durabilidade, resistência, custos e impactos ambientais. Foram priorizadas fontes que contivessem medições em condições reais de aplicação e em diferentes contextos de tráfego e clima.

Os estudos de caso selecionados contemplaram obras de pavimentação que empregaram ambos os tipos de revestimento e forneceram dados consistentes sobre desempenho estrutural, frequência e custo de manutenção, bem como condições de tráfego e variáveis ambientais.

Na etapa econômica, foram analisados orçamentos de implantação e custos de manutenção ao longo do ciclo de vida, permitindo comparar o custo inicial e o custo total de operação dos dois tipos de pavimento. Avaliou-se também o impacto ambiental, considerando emissões de poluentes, geração de resíduos e eficiência térmica, esta última analisada por meio de dados sobre absorção e emissão de calor das superfícies pavimentadas.

Por fim, os dados foram organizados e sintetizados para identificar padrões e diferenças significativas. Essa abordagem sistemática possibilitou a avaliação técnica, econômica e ambiental dos pavimentos estudados, fornecendo subsídios para decisões mais precisas e sustentáveis na escolha do tipo de pavimento em projetos de infraestrutura viária.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Desempenho técnico e durabilidade

A comparação entre pavimentos flexíveis (asfalto convencional) e pavimentos rígidos (concreto armado) evidenciou diferenças significativas no comportamento estrutural e na durabilidade. O asfalto convencional, embora apresente boa flexibilidade e capacidade de absorver pequenas deformações, mostrou-se mais vulnerável a patologias como formação de sulcos, fadiga do material e fissuração precoce, especialmente em regiões com tráfego intenso e variações climáticas extremas (Araújo et al., 2016; Furtado et al., 2018).

O pavimento de concreto armado, reforçado com malhas de aço, apresentou resistência superior à compressão e à flexão, suportando cargas elevadas e mantendo desempenho estrutural mesmo em condições adversas. Essa rigidez estrutural resultou em menor incidência de fissuras e desgaste, prolongando a vida útil do pavimento. Estudos de caso e ensaios apresentados por Teixeira (2018) confirmam que o concreto armado oferece maior estabilidade dimensional e reduz a necessidade de intervenções corretivas, sendo especialmente indicado para vias de alto volume de tráfego e cargas pesadas. A Tabela 2, apresenta uma comparação entre os dois tipos de pavimentos.

Tabela 2. Vantagens e desvantagens – pavimentos rígido x flexível.

Pavimentos rígidos	Pavimentos flexíveis
Estruturas mais delgadas de pavimento.	Estruturas mais espessas (requer maior escavação e movimento de terra) e camadas múltiplas.
Resiste a ataques químicos (óleos, graxas, combustíveis).	É fortemente afetado pelos produtos químicos (óleo, graxas, combustíveis).
Maior aderência de visibilidade horizontal, proporcionando maior segurança.	A visibilidade é bastante reduzida durante a noite ou em condições climáticas adversas.
Pequena necessidade de manutenção e conservação, o que mantém o fluxo de veículos sem interrupções.	Necessário que se façam várias manutenções e recuperações, com prejuízos ao tráfego e custos elevados.
Falta de aderência das demarcações viárias, devido ao baixo índice de porosidade.	Melhor aderência das demarcações viárias, devido a textura rugosa e alta temperatura de aplicação (30 vezes mais durável).
Vida útil mínima de 20 anos.	Vida útil máxima de 10 anos (com manutenção).

Fonte: ibracon.org.br.

4.2 Custos de implantação e manutenção

A análise econômica revelou diferenças marcantes entre os dois tipos de pavimento. O asfalto convencional possui custo inicial de implantação significativamente menor, o que o torna atrativo para projetos com orçamento restrito. No entanto, a frequência de manutenções e restaurações necessárias ao longo da vida útil eleva substancialmente seu custo total de operação.

Segundo dados de Barbosa (2014) e Kuster (2018), o pavimento flexível, embora mais barato para construir (R\$ 100.479,21 contra R\$ 275.593,28 do pavimento rígido), requer restaurações e manutenções que, em um ciclo de 20 anos, elevam seu custo total para R\$ 296.474,22. Em contrapartida, o pavimento rígido, mesmo com custo inicial maior, apresentou gastos praticamente nulos com manutenção nesse mesmo período, resultando em custo total significativamente inferior (R\$ 275.593,28).

Essa diferença reforça a necessidade de avaliar o custo do ciclo de vida da obra, e não apenas o investimento inicial, para decisões mais eficientes e econômicas.

4.3 Impactos ambientais e eficiência térmica

A pavimentação, seja flexível ou rígida, gera impactos ambientais positivos e negativos que devem ser mensurados. Entre os aspectos positivos, destacam-se a geração de empregos, a integração regional e a melhoria logística para transporte de cargas e deslocamento de pessoas. Destaca-se o desmatamento, interrupção de corredores bióticos, compactação de solo, desvio de águas pluviais e geração de resíduos sólidos (Conama, 1986; Vilhena, 2017).

Do ponto de vista ambiental, o asfalto convencional tende a absorver mais calor, contribuindo para o efeito de ilha de calor urbano e elevando a temperatura ambiente nas áreas urbanizadas. Já o pavimento de concreto armado reflete mais luz solar e mantém temperaturas superficiais mais baixas, melhorando o conforto térmico e reduzindo a demanda energética em áreas urbanas (Teixeira; Araújo, 2018).

Além disso, o menor número de intervenções de manutenção no concreto armado reduz emissões associadas ao transporte e aplicação de materiais, contribuindo para menor pegada de carbono ao longo de sua vida útil.

4.4 Implicações para a tomada de decisão

Os resultados indicam que ambos os tipos de pavimento são tecnicamente viáveis, mas a escolha deve considerar múltiplos fatores além do custo inicial. O pavimento flexível é indicado para vias com menor carga de tráfego e prazos de execução reduzidos, enquanto o pavimento rígido se mostra mais adequado para rodovias de alto volume de cargas pesadas e projetos que priorizam longevidade e menor manutenção.

A análise reforça a importância de adotar critérios técnicos, econômicos e ambientais de forma integrada, incluindo a avaliação do ciclo de vida e a adaptação às condições locais (tipo de solo, clima, tráfego). Gestores e engenheiros devem incorporar ferramentas de análise comparativa e estudos de viabilidade para fundamentar decisões, evitando escolhas baseadas exclusivamente em restrições orçamentárias imediatas.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise comparativa entre pavimentos de asfalto convencional e de concreto armado evidenciou que ambos apresentam características específicas que devem ser consideradas na escolha do tipo mais adequado para cada projeto viário. O asfalto convencional, devido à sua flexibilidade, custo inicial reduzido e facilidade de aplicação, constitui uma alternativa viável em cenários com menor demanda estrutural e restrições orçamentárias. Contudo, mostrou-se mais suscetível a deformações, desgaste prematuro e maior necessidade de manutenção ao longo da vida útil, o que eleva o custo total de operação.

O pavimento de concreto armado, por sua vez, apresentou desempenho técnico superior em termos de durabilidade, resistência a cargas elevadas e redução da frequência de intervenções, aspectos que o tornam economicamente mais vantajoso a longo prazo, apesar do investimento inicial mais elevado. Além disso, sua maior eficiência térmica contribui para a mitigação do efeito de ilha de calor

urbano, favorecendo o conforto ambiental em áreas urbanizadas.

Os resultados reforçam que a decisão entre adotar pavimento flexível ou rígido não deve se basear exclusivamente no custo inicial, mas sim em uma avaliação abrangente que considere as condições de tráfego, clima, tipo de solo, vida útil prevista e impactos ambientais. Recomenda-se que gestores e engenheiros de infraestrutura façam análises de ciclo de vida e critérios de sustentabilidade como parte integrante do processo decisório, garantindo obras mais eficientes, duráveis e alinhadas às demandas ambientais e econômicas contemporâneas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARAÚJO, M. A. *et al.* **Análise comparativa de métodos de pavimentação—pavimento rígido (concreto) x flexível (asfalto).** Revista Científica Multidisciplinar Núcleo Do Conhecimento. Ano, v. 1, p. 187-196, 2016. Disponível em: <<https://www.nucleodoconhecimento.com.br/engenharia-civil/metodos-de-pavimentacao>>. Acesso em: 4 nov. 2024.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND (ABCP). **Pavimentação de concreto: durabilidade e vantagens.** São Paulo: ABCP, 2023. Disponível em: <https://www.abcp.org.br>. Acesso em: 10 ago. 2024.
- BERNUCCI, L. *et al.* **Pavimentação asfáltica: formação básica para engenheiros.** Rio de Janeiro: PETROBRAS: ABEDA, 2008.
- BOZIO, A. F.; FISCH, F. **Manifestações patológicas em pontes de concreto armado no Rio Itajaí-Mirim (Brusque/sc).** REEC-Revista Eletrônica de Engenharia Civil, v. 19, n. 2, p. 37-48, 2023.
- CIMENTO ITAMBÉ. **9 razões que fazem o pavimento de concreto ser competitivo.** Cimento Itambé. 2018. Disponível em: Acesso em: 16 abr. 2024.
- CIMENTO ITAMBÉ. **Rodovias do futuro tendem a unir concreto e asfalto.** Cimento Itambé. 2014. Disponível em: Acesso em: 08 mar. 2024.
- CONFEDERAÇÃO NACIONAL DO TRANSPORTE (CNT). **Pesquisa CNT de rodovias 2022: relatório gerencial.** Brasília: CNT, 2022. Disponível em: <https://www.cnt.org.br>. Acesso em: 10 ago. 2024.
- DUTRA H. **Ruas de asfalto ou concreto - Conheça os prós e contras.** Disponível em: <<https://www.sienge.com.br/blog/ruas-de-asfalto-ou-concreto/>>. Acesso em: 26 nov. 2024.
- FURTADO, J. J. H. C. *et al.* **Otimização de Longarinas de Pontes em Concreto Armado.** TCC (graduação) - Universidade Federal de Santa Catarina. Centro Tecnológico. Engenharia Civil, 2018.
- GOLVEIA, J. **Execução de pavimento flexível: etapas e cuidados.** Revista Engenharia de Estradas, v. 15, n. 2, p. 45-52, 2023.
- KUSTER, M. P.; RODGHER, S. F. **Pavimento de concreto: viabilidade e seus benefícios,** 2018.
- MARQUES, J. C. **Pavimentação: teoria e prática.** Rio de Janeiro: LTC, 2006.

PARIZOTTO, D. *et al.* **Revisão sistemática da aplicabilidade da pavimentação rígida e flexível em rodovias.** Brasil Escola, 2020.

SOUSA, M. A. **Estudo do reaproveitamento de resíduos sólidos em asfalto modificado.** 2021.

TEIXEIRA, L. H. B.; ARAUJO, O. C. C. **Estudo das vantagens do asfalto-borracha em relação ao asfalto convencional.** 2018.

VOTORANTIM CIMENTOS. **Pavimento rígido: solução para corredores de ônibus.** Mapa da obra. 2018. Disponível em: Acesso em: 19 abr. 2024.

ZATARIN, A. P. M. *et al.* **Viabilidade da pavimentação com asfalto-borracha.** Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental, 2016.

LUDICIDADE E PLANEJAMENTO NA EDUCAÇÃO INFANTIL

PLAYFULNESS AND PLANNING IN EARLY CHILDHOOD EDUCATION

Marcilene Maria de Paiva, Marília Marota de Souza

RESUMO

O presente estudo ressalta a importância da ludicidade e do planejamento no processo ensino da educação infantil, estabelecendo uma compreensão de como as atividades lúdicas são determinantes para uma aprendizagem significativa nessa etapa de escolarização. Tendo como objetivo geral descrever as metodologias de ensino e a ludicidade destinadas à educação infantil, além de analisar a ludicidade e suas aplicações junto ao processo educacional e as instruções para seu planejamento pedagógico, adotou-se revisão bibliográfica para este fim.

Palavras-chave: Educação infantil; Ludicidade; Docentes; Planejamento.

Abstract

This study highlights the importance of playfulness and planning in the early childhood education teaching process, establishing an understanding of how playful activities are decisive for significant learning at this stage of schooling. With the general objective of describing teaching methodologies and playfulness aimed at early childhood education, in addition to analyzing playfulness and its applications in the educational process and instructions for its pedagogical planning, a bibliographic review was adopted for this purpose.

Keywords: Early childhood education; Playfulness; Teachers; Planning.

1. INTRODUÇÃO

Na escolha de um assunto a ser desenvolvido com crianças, optou-se por uma abordagem acerca da importância da ludicidade e o planejamento indicado para o ensino infantil. Kishimoto (2017, p. 29) cita que brincar é uma “atividade livre e espontânea que facilita o desenvolvimento físico, cognitivo e psicológico.” Ressalta, ainda, que “em cada fase da vida há diferentes formas de brincar, isso mostra que o ato de brincar é uma necessidade interior do ser humano, característico ao processo de desenvolvimento.”

Considerando a importância do tema, o objetivo geral deste estudo consiste em descrever as metodologias de ensino e a ludicidade destinadas à educação infantil, tendo por objetivos específicos destacar as principais características da educação infantil, analisar a ludicidade e suas aplicações junto ao processo educacional e as instruções para seu planejamento pedagógico.

Professores e profissionais de educação observaram que, por meio das atividades promovidas pela ludicidade, as crianças apresentavam uma maior estabilidade no processo de aprendizagem, assim como seu envolvimento do que era apresentado pelos professores, tornando o processo de construção do conhecimento prazeroso e cada vez mais significativo. Assim, observou-se a eficiência da utilização

de atividades lúdicas nas rotinas escolares, principalmente planejadas para promover a interação entre os estudantes e o ambiente que os cercava. (OLIVEIRA, 2010).

Considerando que a ludicidade vem ganhando cada vez mais espaço na rotina escolar, promovendo uma nova metodologia de ensino junto ao ambiente de aprendizado, destaca-se que a ludicidade pode ser uma aliada importante na consolidação do processo de ensino-aprendizagem de crianças da Educação Infantil.

2. METODOLOGIA

Adotando a revisão de literatura sobre a ludicidade e o planejamento destinado à educação infantil, foram consultados livros, dissertações e artigos científicos que abordam os seguintes termos: “Metodologia e Ludicidade na educação infantil”, “Educação Infantil”, “Planejamento e Educação infantil”, associando esses termos sinônimos sensíveis para a busca, tais como jogos e brincadeiras.

Os critérios de inclusão foram trabalhos que discorressem sobre a Educação Infantil, suas metodologias de ensino, planejamento e ludicidade, excluindo-se esses termos relacionados às demais etapas de escolarização.

3. REFERENCIAL TEÓRICO

3.1. História da Educação Infantil

A educação infantil brasileira passou por diversos estágios até se configurar como uma fase essencial da vida escolar, pois todo o período colonial brasileiro foi caracterizado pela falta de uma concepção de infância que garantisse às crianças o direito de serem realmente crianças e tivessem acesso à alimentação de qualidade, moradia digna, saúde e educação sem discriminação social ou racial. Quanto aos aspectos históricos, Bastos (2010) esboça todo um panorama da Educação Infantil do século XIX no Brasil. Até meados do século praticamente não havia atendimento para crianças de 0 a 6 anos em instituições como creches devido à estrutura familiar então tradicional em que o pai da família trabalhava em busca de sustento e a mãe cuidava as crianças.

No final do século XIX, os conceitos de Educação Infantil desenvolvidos na Europa começaram a ser discutidos no Brasil. A partir dessa época, surgiram as primeiras instituições dedicadas ao atendimento de crianças pobres. Surgiram então as primeiras creches brasileiras, montadas por médicos com a ajuda de mulheres de classe média para cuidar dos filhos dessas trabalhadoras domésticas. Portanto, pode-se dizer que as primeiras iniciativas voltadas às crianças no Brasil foram de cunho médico-sanitário (BASTOS, 2010).

Segundo Carvalho (2011, apud BASTOS, 2010), após a Proclamação da República, o investimento foi feito na educação, mas a ênfase foi ao ensino fundamental. Foi somente com o processo de urbanização brasileiro e consequentemente a industrialização que surgiu a necessidade de cuidar das crianças.

A urbanização e a industrialização se intensificaram nos centros urbanos, acarretando efeitos que afetaram e alteraram a estrutura familiar e o cuidado com as crianças pequenas. Com o emprego de trabalhadoras na indústria, as mães se depararam com o problema de encontrar soluções emergenciais para o cuidado de seus filhos (LEITE, 2017).

A partir de 1922, surgiram as primeiras regulamentações de creches e surgiu um movimento de renovação pedagógica denominado Escola Nova, que embora se concentrasse na educação pré-escolar, os estudos da época eram voltados para crianças das classes socialmente favorecidas (BUJES, 2011).

Segundo Bastos (2010), o movimento Escola Nova pregava que a escola não deveria preparar as crianças com uma visão de vida centrada no adulto sem considerar o pensamento, o conhecimento das crianças e as necessidades e interesses das próprias crianças. No Estado Novo, as políticas voltadas para a criança configuraram medidas de tutela e proteção para esse público. A educação deixou, então de ser voltada para os adultos e passou a partir de interesses e necessidades identificadas por meio de estudos e análises para as crianças.

Até a década de 1980, a Educação Infantil estava fora da educação formal, pois essa tinha início a partir dos anos iniciais do ensino fundamental. A partir da Constituição de 1988, crianças de zero a seis anos têm direito assegurado de atendimento em creche e pré-escola, sendo este um dever do Estado (BRASIL, 2018b).

A partir da Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional – LDBEN (BRASIL, 2018a, p. 22), a educação infantil compõe a primeira etapa da educação básica, com atendimento de crianças até os cinco anos de idade, já que, a partir de 2006, o início do ensino fundamental foi antecipado para seis anos. Assim, fica estabelecida a oferta da Educação Infantil, conforme esclarecido no artigo 30 dessa lei, em: “I – creches, ou entidades equivalentes, para crianças de até três anos de idade; II – pré-escolas, para as crianças de 4 (quatro) a 5 (cinco) anos de idade.” Ainda, em seu artigo 26, essa legislação determina que

Os currículos da educação infantil, do ensino fundamental e do ensino médio devem ter base nacional comum, a ser complementada, em cada sistema de ensino e em cada estabelecimento escolar, por uma parte diversificada, exigida pelas características regionais e locais da sociedade, da cultura, da economia e dos educandos. (BRASIL, 2018a, p. 19).

Com base nessa determinação, foi elaborada a Base Nacional Comum Curricular – BNCC (BRASIL, 2018b), de caráter normativo, estabelecendo “o conjunto orgânico e progressivo de **aprendizagens essenciais** que todos os alunos devem desenvolver ao longo das etapas e modalidades da Educação Básica.” Assim, a organização da Educação Infantil, de acordo com essa normativa, é esclarecida a partir do próximo capítulo.

3.2. A Base Nacional Comum Curricular – BNCC – e a Educação Infantil.

A BNCC esclarece que a Educação Infantil é a “primeira etapa da Educação Básica”, onde o cuidar e o educar estão vinculados, sendo indissociáveis nessa etapa de escolarização. Cita ainda que ela é “o início e o fundamento do processo educacional. A entrada na creche ou na pré-escola significa, na maioria das vezes, a primeira separação das crianças dos seus vínculos afetivos familiares para se incorporarem a uma situação de socialização estruturada” (BRASIL, 2018b, p. 36).

Dessa forma, ficam estabelecidas nesse documento idades e nomenclaturas para a organização da educação infantil, sendo elas: bebês, de zero a um ano e seis meses; criança bem pequena, de um ano e sete meses a três anos e onze meses; crianças pequenas, de quatro anos a cinco anos e onze meses. (BRASIL, 2018b).

De acordo com essa normativa, pautada nas Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Infantil – DCNEI, as interações e a brincadeira determinam o eixo estruturante nessa etapa de escolarização, pois essas são “experiências nas quais as crianças podem construir e apropriar-se de conhecimentos por meio de suas ações e interações com seus pares e com os adultos, o que possibilita aprendizagens, desenvolvimento e socialização.” (BRASIL, 2018b, p. 37).

Para a Educação Infantil, a BNCC especifica direitos de aprendizagem num total de seis. São eles: conviver, brincar, participar, explorar, expressar e conhecer-se. Os referidos direitos garantem as condições para que as crianças da Educação Infantil aprendam como desempenhar funções nos espaços diversos onde se inserem e, assim, possam se sentir provocadas a resolver as situações problemas, como também construir suas relações com os demais participantes e o seu entorno. (BRASIL, 2018b).

Quanto à organização curricular, com base nas Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Infantil, a BNCC apresenta cinco campos de experiências: “o eu, o outro e o nós”; “corpo, gestos e movimentos”; “traços, sons, cores e formas”; “escuta, fala, pensamento e imaginação”; “espaços, tempos, quantidades, relações e transformações,” (BRASIL, 2018b, p. 25).

Ao esclarecer sobre o campo de experiência “o eu, o outro e o nós”, a BNCC afirma que se deve evidenciar as interações entre as crianças e dessas com os adultos, possibilitando que ela se identifique, quanto identifique os outros e, assim, construa sua “autonomia e senso de autocuidado, de

reciprocidade e de interdependência com o meio.” (BRASIL, 2018b, p. 40). Quanto ao campo “corpo, gestos e movimentos”, será através da vivência de atividades corporais que a criança explorará o mundo e o espaço, “por meio dos sentidos, gestos, movimentos impulsivos ou intencionais, coordenados ou espontâneos.” (BRASIL, 2018b, p. 40). O campo de experiência denominado “traços, sons, cores e formas” oportunizará às crianças “conviver com diferentes manifestações artísticas, culturais e científicas, locais e universais, no cotidiano da instituição escolar”, para que elas “desenvolvam senso estético e crítico, o conhecimento de si mesmas, dos outros e da realidade que as cerca.” (BRASIL, 2018b, p. 41). Já para a “escuta, fala, pensamento e imaginação”, como campo de experiência, a literatura infantil é citada como fonte para esse fim, oferecendo condições às crianças para que

possam falar e ouvir, potencializando sua participação na cultura oral, pois é na escuta de histórias, na participação em conversas, nas descrições, nas narrativas elaboradas individualmente ou em grupo e nas implicações com as múltiplas linguagens que a criança se constitui ativamente como sujeito singular e pertencente a um grupo social. (BRASIL, 2018b, p. 41).

Entendendo que o professor será o mediador entre os textos e as crianças, essa ação poderá auxiliar no desenvolvimento do gosto pela leitura, ampliar o conhecimento de mundo da criança, bem como desenvolver sua imaginação, além da familiaridade com gêneros literários diversos (BRASIL, 2018b).

Em relação ao campo de experiência “espaços, tempos, quantidades, relações e transformações”, são indicadas atividades que possibilitem às crianças “fazer observações, manipular objetos, investigar e explorar seu entorno, levantar hipóteses e consultar fontes de informação para buscar respostas às suas curiosidades e indagações”, oportunizando a ampliação de “seus conhecimentos do mundo físico e sociocultural e possam utilizá-los em seu cotidiano.” (BRASIL, 2018b, p. 42-43).

A BNCC evidencia que as competências básicas a serem aplicadas dentro do processo educativo das crianças consiste em uma separação por idade, alinhado as metodologias de ensino para cada faixa etária e observando a evolução dos alunos ao longo do período de educação infantil. Cabe aos professores promover atividades que consolidem informações precisas quanto à evolução educacional dos alunos e se existem alguns problemas de aprendizagem (LEITE, 2017).

Bastos (2010) cita que rotina na escola de Educação Infantil produz repetição de padrões. Todas as atividades, quando bem elaboradas e quando bem planejadas, podem proporcionar as experiências necessárias aos bebês e crianças pequenas para que se desenvolvam de forma integral, isso inclui a

capacidade de ser um cidadão de bem e apto para a vida em sociedade

Sobre a evolução e elaboração de seus processos de desenvolvimento cognitivo e projetor de suas próprias compreensões acerca do mundo ao seu redor, Mello (2013, p. 17) salienta que as crianças, “à medida que se desenvolvem cognitivamente, as necessidades afetivas da criança tornam-se mais exigentes.” Assim, cada interatividade tende a promover não apenas os aspectos de evolução social e prática, mas se desenvolvem no ato de conectar-se com os outros através de suas ações afetivas.

De acordo com Pacheco (2014), cuidados são necessários em relação à adaptação da criança ao ingressar na escola, pois ela precisa sentir-se acolhida, aceita e incluída dentro dos procedimentos escolares. A instituição de ensino e os profissionais têm a responsabilidade de promover na criança os melhores sentimentos, uma vez que esses são pilares importantes para o seu desenvolvimento tanto no âmbito educativo como de socialização.

Pode-se observar que uma das principais práticas realizadas atualmente dentro da rotina escolar consiste no desenvolvimento de ambientes e uma pedagogia voltada para o afeto e estímulo dos alunos. Principalmente no que se refere à educação promovida nos primeiros anos, onde os pequenos têm a necessidade de se sentir à vontade, tanto com os profissionais de educação, como junto ao ambiente onde passaram seus dias (PACHECO, 2014).

3.3. Jogos e Brincadeiras na Educação Infantil

O ato de jogar e brincar se constitui em ferramentas nas quais as crianças construirão sua realidade, saindo do mundo interior para iniciar suas descobertas e seu mundo real com intuito de configurar os mesmos. Kishimoto (2017, p. 29) destaca que

enquanto a criança brinca, sua atenção está concentrada na atividade em si e não em seus resultados ou efeitos. O jogo infantil só pode receber esta designação quando o objetivo da criança é brincar. O jogo educativo, utilizado em sala de aula, muitas vezes, desvirtua esse conceito ao dar prioridade ao produto, à aprendizagem de noções e habilidades. [...] o jogo infantil só pode ser jogo quando escolhido livre e espontaneamente pela criança. Caso contrário, é trabalho ou ensino.

Dessa forma as atividades lúdicas acabam por se apresentar como expressão da liberdade, assim como dos sentimentos dos indivíduos. Em seu aspecto educativo, ao brincar as crianças têm a sua inteligência desenvolvida e conseguem se expressar e, assim, o jogo é baseado na forma de pensar.

Assim, o ato de jogar e brincar se constitui por ele mesmo uma contextualização que engloba o ato de aprender, assim quando executa as regras e a imaginação dentro dos jogos e brincadeiras a criança apresenta um comportamento que vai muito além do que existe na atualidade em termos de

hábitos, agindo como se muito maior do que a realidade vivenciada e isso, ajuda a significar todo o seu processo de desenvolvimento (KISHIMOTO, 2017).

Os jogos e brincadeiras se caracterizam enquanto fato essencial dentro do universo, contribuindo para que a educação ocorra baseada nos princípios da ludicidade visando que os alunos tivessem uma formação mais geral (KISHIMOTO, 2017).

Ao utilizar na sala de aula atividades lúdicas, o professor tem a condições de ofertar uma promoção que ajude no desenvolvimento da capacidade, da imaginação, assim como desenvolve o faz-de-conta, gerando no espaço da sala novas vivências, tornando esses locais como laboratórios de aprendizado constante, permitindo que os alunos vivenciem, experimentem, errem e aprendam (PACHECO, 2014).

Assim, a vivência de atividades lúdicas em sala de aula oportuniza que os alunos se expressem, além de se sentirem úteis e alegres, como gratificados por participarem de momentos criativos onde podem se expressar com prazer. Analisando, o ato de jogar enquanto elemento que se faz presente no indivíduo, e que se encontra dentro da perspectiva histórica da humanidade (KISHIMOTO, 2017).

Entre as coisas de que a criança gosta está o brincar, que é um dos seus direitos. O brincar é uma ação livre, que surge a qualquer hora, iniciada e conduzida pela criança; dá prazer, não exige como condição um produto final; relaxa, envolve, ensina regras, linguagens, desenvolve habilidades e introduz a criança no mundo imaginário (KISHIMOTO, 2010, p. 01)

Uma das características do jogo consiste no fato dele se fundamentar pela liberdade de criar, modificando ou reorganizando as regras no momento das competições de maneira a atender as demandas dos estudantes, mas ao mesmo tempo que se possa respeitar a espontaneidade que lhe é característica, e assim possibilitar que eles possam expressar seu modo de pensar de acordo com suas culturas de forma ampla e irrestrita. Na infância eles são considerados primordiais (KISHIMOTO, 2017).

Brincando e jogando as crianças tem a possibilidade de produzir suas vivências, transformando a realidade na perspectiva dos seus interesses e desejos usando toda a sua criatividade e dinamismo que lhes são característicos. Os aspectos que envolvem o ato de jogar como: as regras, o ato de competir, os tempos, os espaços expõe as crianças a momentos que envolvem a adaptação e a readaptação, provocando comportamentos diversos e tendo como consequência a ação das crianças de maneira constante que os mesmos tem para desempenhar no âmbito social. No entanto, o ato de jogar não se constitui simplesmente de representar as vivências dos alunos, mas tem como meta preparar os mesmos para o que ocorrerá no futuro, exercitando competências e habilidades estimulando para que as crianças se relacionem e aprendam a conviver. (BUENO, 2016).

O ato de jogar consiste no momento em que o jogo acontece, encerra como único objetivo o prazer, e assim oportuniza que se conheça as crianças, pois nesse momento elas não pensam mais em conservar a sua máscara que costuma defendê-la das pessoas mais velhas. Apresenta-se tal qual é, porque não pode dissimular-se e entregar-se a fundo ao mesmo tempo. Nele encontra ocasião de oferecer o grau de suas capacidades, nele prova-se a seus próprios olhos (LEITE, 2018).

Segundo Holzapfer (2013), a classificação dos jogos se apresenta de forma variada, de acordo com critérios diversos dependendo dos autores abordados. Diversos autores se debruçaram sobre os jogos e brincadeiras, buscando dar uma explicação para a origem dos mesmos.

No entanto para os fins deste trabalho será relatada a classificação dos jogos feitas por Piaget (2002, *apud* KISHIMOTO, 2017), justamente pelas implicações educacionais da mesma. O referido autor adotou como critério classificatório o grau de complexidade mental, verificando a existência de três tipos de estruturas que caracteriza os jogos: o exercício, o símbolo e a regra. Dessa forma, os jogos no pensamento de Piaget são organizados em três categorias, sendo que cada uma está de acordo com uma estrutura mental: jogo de exercício sensório motor, jogo simbólico de ficção, imaginação e de imitação e jogos de regras.

As respectivas categorias estão organizadas por ordem de complexidade de forma crescente e vão desde o jogo sensório-motor básico até o jogo social mais elaborado. Nesse contexto, Piaget organizou uma estrutura de classificação genética ao qual foi baseada na evolução, e assim classifica os jogos em três grandes categorias que estão interligados as fases do desenvolvimento infantil (KISHIMOTO, 2017).

Na fase sensório-motora que vai do nascimento até os dois anos de idade, nessa fase a criança brinca na maioria das vezes sozinha, e nas suas brincadeiras não usa as regras justamente por não ter noção de nenhuma delas (PIAGET, 2002, *apud* KISHIMOTO, 2017).

Na fase pré-operatória que vai dos dois aos 6 anos aproximadamente, adquirem a noção de que as regras existem e passam a jogar usando as mesmas e os jogos de faz de conta (PIAGET, 2002, *apud* KISHIMOTO, 2017).

Na fase das operações concretas que vai dos 7 aos 11 anos de idade aproximadamente, as crianças dominam as regras dos jogos e passam a jogar em grupos e por isso gostam de futebol por exemplo (PIAGET, 2002, *apud* KISHIMOTO, 2017). Nessa perspectiva, ele aponta a classificação dos jogos relacionando os mesmos como jogo de exercício sensório-motor, simbólico e de regras.

3.4. Importância da Ludicidade na Educação Infantil

As palavras ludicidade e lúdico são, em seu sentido geral, utilizadas como sinônimos de jogos, principalmente ligados ao universo infantil. No que se refere ao viés acadêmico, uma vez que se tenha acesso à literatura, estudos e discussões relacionadas ao assunto, é possível que surjam ressignificações e uma conceituação mais aprofundada (PIRANGI, 2018).

Observou-se que a ludicidade é vista como uma contribuição, como um caminho para o processo de ensino e aprendizagem, sem, no entanto, dizer em que consiste. Percebe-se que há reconhecimento de sua importância sem que se materialize em ações, porém a ludicidade ainda não é totalmente compreendida como elemento estrutural do processo educativo (HOLZAPFER, 2013).

Na rotina educacional, os procedimentos lúdicos têm se tornado uma importante estratégia para estimular os alunos junto ao processo de ensino-aprendizagem. A ação de brincar ocorre em determinados momentos do cotidiano da criança. Neste contexto, Oliveira (2010) ressalta o ato de brincar como um processo de humanização no qual a criança aprende a conciliar efetivamente o jogo, criando vínculos mais duradouros. Assim, as crianças desenvolvem sua capacidade de raciocinar, julgar, argumentar, como chegar a um consenso, de forma lúdica e prazerosa.

O brincar se torna importante no desenvolvimento da criança, para que os jogos que aparecem gradualmente em sua vida sejam mais funcionais às regras. São elementos elaborados que proporcionarão experiências, permitindo a conquista e a formação de sua identidade. No entanto, vemos que brinquedos e jogos são fontes inesgotáveis de interação lúdica e emocional. Para uma aprendizagem eficaz, o aluno deve construir conhecimento, assimilar conteúdo (PIRANGI, 2018).

Para Holzapfer (2013) torna-se evidente que os alunos estão se desenvolvendo cada vez mais com a interação dos jogos ou brincadeiras com os conteúdos educativos, sendo possível aos professores por meio das atividades observar ou analisar o desenvolvimento emocional e mental dos alunos, assim como compreender sua forma de interpretação das coisas que estão sendo apresentadas aos estudantes.

Como é evidente, brincar refere-se a uma série de significados. Pode-se atribuir essa confusão linguística à concessão do mesmo significado a modos distintos de comportamento. Pode-se observar também que brincar se refere a comportamentos que, dependendo do contexto em que se manifestam, podem ser identificados como distintos, inclusive, como “ludicidade”, e que podem ou não estar em conformidade com brincar como “jogar”. (PIRANGI, 2018).

Há uma infinidade de definições sobre o jogo, uma delas é baseada na aceitação de que é uma forma totalmente inata de expressão infantil e, claro, mais aceita pelas crianças a partir da qual a criança projeta seu mundo pessoal, suas experiências internas. sobre o mundo exterior. A criança, ao brincar, reproduz permanentemente suas sensações profundas de uma forma que libera a tensão de seu devir cotidiano (PIRANGI, 2018). É por meio da brincadeira que a criança se relaciona com o meio ambiente

e como a criança tem de se adaptar progressivamente a uma série de demandas que lhe permitem acelerar seu processo de socialização pessoal na comunidade.

Pode-se destacar como um dos procedimentos mais utilizados para uma efetivação cognitiva das crianças o desenho, o mesmo é uma das metodologias mais adotadas pelos ambientes lúdicos. Uma vez que incentiva a valorização da criatividade e motiva os alunos a descreverem as coisas a sua forma, além de ser um processo muito natural (HOLZAPFER, 2013).

A essência da ludicidade pode estar localizada nos processos relacionais e interativos empreendidos pelo indivíduo ao longo de sua vida, e nos quais ele investe suas ações com um significado lúdico. Holzapfer (2013) afirma ser a ludicidade como o lugar em que os indivíduos agem sobre suas intenções lúdicas, tanto no sentido de conceber, quanto de manifestar ações. Essa intenção resulta no indivíduo fazendo várias conexões, que ele ou ela manifesta, critica, altera e abandona. As conexões constituem o pacto inicial que define e estrutura a situação lúdica.

Além disso, a ludicidade se distingue da multiplicidade de consequências da condição (lúdica) humana, visto que são geradas nas manifestações e efeitos da ludicidade. A ludicidade situa-se, como tal, mais nos processos dinâmicos, inter-relacionais e interativos empreendidos pelos indivíduos, que atribuem um sentido lúdico aos seus comportamentos, do que nos efeitos finais desses processos (HOLZAPFER, 2013). A ludicidade pode ser entendida como uma ação que ocorre em decorrência de uma condição lúdica. Como tal, a ação é consequência da ludicidade na medida em que participa da condição que a gera, ou seja, a condição lúdica.

3.5. Planejamento de Ensino para a Educação Infantil

A Base Nacional Comum Curricular – BNCC esclarece que, para a Educação Infantil, “parte do trabalho do educador é refletir, selecionar, organizar, planejar, mediar e monitorar o conjunto das práticas e interações, garantindo a pluralidade de situações que promovam o desenvolvimento pleno das crianças.” (BRASIL, 2018b, p. 39).

Segundo Moreno (2012), para ser educador infantil é preciso gostar de aprender, pois o conhecimento muda a cada dia e novos saberes são construídos e, também, a atualização do profissional da educação infantil deve ser pautada na reflexão de sua prática. Cabe a ele examinar e também refletir sobre sua prática com crianças, em busca de um novo perfil profissional buscando a pedagogia da infância de hoje.

Nesse contexto, a formação de professores de Educação Infantil deve ser uma reconstrução contínua da identidade profissional e pessoal. Esses profissionais devem conhecer as características da infância e sempre valorizar o conhecimento que as crianças possuem. Mesmo que ainda existam

educadores insuficientemente capacitados, é necessário oferecer a esses profissionais, condições adequadas para que possam desempenhar seu trabalho com melhor qualidade. (MORENO, 2012).

Segundo Kramer (2015), a ideia de formação específica para professores era um passo necessário para garantir o direito de todas as crianças à educação de qualidade e para fornecer recomendações para a política de Educação Infantil e formação profissional. Portanto, a formação de professores para crianças na Educação Infantil tem sido amplamente discutida em diferentes segmentos por teóricos e pesquisadores ao longo do tempo.

O Planejamento é o meio pelo qual se constrói as relações entre teoria e prática desenvolvidas em sala de aula. Ele é um desafio contínuo, devido à necessidade de refletir sobre a prática pedagógica a ser desenvolvida, com o objetivo de que as atividades correspondam às perspectivas com relação à construção do conhecimento dos alunos (VASCONCELOS, 2010). Imprevistos acontecem durante a prática. Muitas vezes, o que foi planejado e o modo como foi planejado pode ser falho, sendo indispensável uma avaliação constante do que foi planejado, adequando-se aos interesses dos educandos.

O trabalho docente implica em um ato técnico formativo, mas sobretudo, político, humano e social. No entanto, para tal, impõe a escolha de que o ofício do professor seja organizado pelo ato de efetivar o planejamento da gestão da sala de aula, como atividade intencional, que promova o desenvolvimento integral de seus alunos em uma perspectiva humana, histórico-crítica.

O planejamento escolar é uma ação garantida pela Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB), que foi estipulada no ano de 1996. Por meio dessa lei é assegurado que todos os profissionais que atuam na área de educação possam contar com um tempo destinado para pensar, apontar e efetuar o planejamento pedagógico, obtendo assim um melhor controle das atividades educacionais que ocorrerão durante o ano letivo. (BRASIL, 2018a).

De acordo com Vasconcelos (2010) alguns estudiosos consideram que por meio do planejamento podem ser identificadas e verificadas algumas das fragilidades no ambiente escolar, assim como unificados, algo que conceder aos profissionais docentes uma oportunidade de promover as suas atividades de uma forma eficiente ou mesmo minimizar algumas questões presente dentro do ambiente escolar. Por meio dos pontos trabalhados no planejamento os gestores passam a ter uma compreensão mais prática do que precisa ser realizado dentro das rotinas escolares para que os alunos tenham um desempenho positivo, assim como as condições necessárias para o seu desenvolvimento junto ao meio escolar.

Para Padilha (2011), o planejamento escolar desenvolvido adequadamente atende às demandas às quais se reportam, algumas regras básicas são observadas, dentre as quais se destacam a elaboração,

a execução e a avaliação de cada etapa construída. Também é indispensável definir metas claras para cada uma das atividades, relacionando-as ao objetivo central de todo o processo, ou seja, tendo claro que educação e quais conhecimentos querem que eles construam. Sendo assim, o planejamento torna-se realmente um instrumento de trabalho, colocando-se em prática todo acordo imaginado, para que aconteça à avaliação no processo de ensino.

No ambiente de ensino infantil, uma das principais características metodológicas está na adoção da ludicidade, utilizando jogos e brincadeiras como forma de apresentar aos alunos um conteúdo ou mesmo verificar a resposta dos mesmos quanto aos ensinamentos promovidos junto a rotina escolar. (KISHIMOTO, 2017).

Nas situações lúdicas, a interação entre os colegas e com o professor cria uma matriz colaborativa, “uma zona de desenvolvimento potencial” em que as representações do conhecimento e dos recursos linguísticos que fundamentam o brincar desenvolver e se tornar cada vez mais complexo (POUCO; GLICK, 2013).

Pode-se concluir que cada criança apresenta uma necessidade ou questão a ser trabalhada junto a educação, algo que expressa a importância dos professores e de suas avaliações. São por meio dessas observações comportamentais que os alunos deixam transparecer onde possuem mais facilidade de ensino e quais suas principais dificuldades, podendo os mesmos receber todos os cuidados necessários por parte dos professores ou educadores.

Para a Educação Infantil, de acordo com a BNCC (Brasil, 2018b), o planejamento deve atender aos objetivos de aprendizagem e desenvolvimento estabelecidos em cada um dos campos de experiência citados anteriormente, não desvinculando o cuidar e o educar, organizando rotinas que priorizem atividades lúdicas para que a construção do conhecimento ocorra de forma prazerosa, que estimule a criatividade, as relações interpessoais, o diálogo, o respeito e as demais contribuições para a formação integral da criança.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

As situações de aprendizagem destinadas à educação infantil deixam claro o quão diverso e desafiador é trabalhar a infância. É importante que os profissionais frequentem regularmente cursos de formação continuada, para possibilitar a troca de experiências e uma preparação mais adequada para o desenvolvimento de sua prática pedagógica.

Além de ser uma prática lúdica e pedagógica, a educação infantil oferece aos alunos a oportunidade de expor seus valores e cultura e, no processo ensino-aprendizagem, auxiliando na

ampliação do universo de conhecimentos e novas aprendizagens dos alunos que servirá de base para suas experiências educacionais de forma objetiva.

Deste modo, é possível perceber o quanto o brincar e jogar são importantes e necessários para o processo de ensino-aprendizagem da criança, sendo a ludicidade um instrumento imprescindível a ser adotado pelo professor, já que induz o estudante a refletir e, por meio dessa reflexão, aprender regras, além oferecer a oportunidade de desenvolvimento de múltiplas habilidades.

Frente às considerações tecidas ao logo deste estudo em relação ao planejamento e a ludicidade no processo de desenvolvimento humano na Educação Infantil, é importante destacar que cabe ao professor, como mediador de aprendizagens, oportunizar situações em que o brincar seja privilegiado e valorizado como estratégia de ampliação e construção de conhecimentos.

5. REFERÊNCIAS

- BASTOS, Maria Helena Camara. Jardim de Crianças: o pioneirismo do Dr. Menezes Vieira (1875-1887). In: MONARCHA, Carlos (Org.). **Educação da infância brasileira (1875-1983)**. São Paulo: Autores Associados, 2010.
- BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília: Ministério da Educação, 2018a. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/abase/>. Acesso em: 03 abr. 2023.
- BRASIL. **Lei Nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996**. 2. ed. (Atualizada até junho de 2018). Brasília: Senado Federal, 2018b. Disponível em: https://www2.senado.leg.br/bdsf/bitstream/handle/id/544283/lei_de_diretrizes_e_bases_2ed.pdf. Acesso em: 16 maio 2023.
- BUENO, Jocian Machado. **Psicomotricidade: teoria e prática - da escola a aquática**. 1. ed. São Paulo: Cortez, 2016.
- BUJES, Maria. **Infância e maquinarias**. Rio de Janeiro: DP & A, 2011.
- HOLZAPFER, Cristóbal. **Crítica da razão lúdica**. Madrid: Trotta, 2013.
- KISHIMOTO, T. M. O jogo e a educação infantil. In: KISHIMOTO, T. M. (Org.). KISHIMOTO, Tizuko M. **Jogo, brinquedo, brincadeira e educação**. 14. ed. São Paulo: Cortez, 2017. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/reader/books/9788524925702/pageid/0>. Acesso em: 21 maio 2023.
- KISHIMOTO, T. M. Brinquedos e brincadeiras na educação infantil. **Anais do I Seminário Nacional: Currículo em Movimento – Perspectivas Atuais**. Belo Horizonte, novembro de 2010. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/docman/dezembro-2010-pdf/7155-2-3-brinquedos-brincadeiras-tizuko-morchida/file>. Acesso em: 06 maio 2023.
- KRAMER, Sonia. **Profissionais de educação infantil: gestão e formação**. São Paulo: Ática, 2015.

LEITE, Maria Isabel Ferraz Pereira. **Infância e produção cultural**: Desenho infantil. Campinas, São Paulo: Papirus, 2018.

LEITE, R. F.; RITTER, O. M. S. Algumas representações de ciência na BNCC – Base Nacional Comum Curricular: área de Ciências da Natureza. **Temas & Matizes**. Cascavel, v. 11, nº. 20, p. 1-7, jan./jun., 2017.

MELLO, Tágides; RUBIO, Juliana de Alcântara Silveira. A Importância da Afetividade na Relação Professor/Aluno no Processo de Ensino/Aprendizagem na Educação Infantil. **Revista Eletrônica Saberes da Educação**. vol. 4, n °1, 2013.

MORENO, Gilmar Lupion. Trabalho pedagógico na educação infantil. **Organização do trabalho pedagógico na instituição de educação infantil**. Org. Jaqueline Delgado Paschoal. Londrina: [S.l], 2012.

OLIVEIRA, Vera Barros. **O brincar e a construção da socialidade e da felicidade**. Petrópolis: Vozes, 2010.

PACHECO, Josemary. **A afetividade na instituição escolar**. Monografia (Especialização em Administração escolar). Recife: Universidade Cândido Mendes de Recife, 2014.

PADILHA, Paulo Roberto. **Planejamento dialógico**: como construir o projeto político pedagógico da escola. São Paulo: Cortez; Instituto Paulo Freire, 2011.

PIRANGI, Matheus Castro *et al.* **Jogos e Brincadeiras na Educação Física Infantil**. Imperatriz: Faculdade Pitágoras, 2018.

POUCO, Rebecca; GLICK, Michelle. Observando a brincadeira: um processo adequado de aprendizagem e avaliação. Bebês e crianças pequenas. **Filadélfia**. v. 5, n. 4, pág. 35-43, 2013.

VASCONCELLOS, C. S. **Planejamento**: projeto de ensino-aprendizagem e projeto político pedagógico. 9. ed. São Paulo: Libertad, 2010.

TIPOS DE RECALQUES NA CONSTRUÇÃO CIVIL: UMA REVISÃO DE LITERATURA BASEADA NO PROCESSO DE IMPACTOS EM ESTRUTURAS

TYPES OF SETTLEMENTS IN CIVIL CONSTRUCTION: A LITERATURE REVIEW BASED ON THE PROCESS OF IMPACTS ON STRUCTURES

Castro, E.; Gomes, R. M.

RESUMO

Este artigo apresenta uma revisão de literatura sobre os diferentes tipos de recalques em fundações, com ênfase em seus impactos estruturais. O objetivo é analisar as causas, os mecanismos de ocorrência e as técnicas de monitoramento utilizadas na engenharia civil. A pesquisa, de caráter qualitativo e exploratório, baseou-se em fontes científicas recentes, abrangendo aspectos geotécnicos e estruturais. Os resultados evidenciam que o recalque diferencial constitui o fenômeno mais crítico, por comprometer diretamente a estabilidade das edificações. Constatou-se também que o uso de simulações computacionais e sistemas de monitoramento contínuo contribui para reduzir os riscos, embora ainda existam limitações em solos urbanos heterogêneos. Recomenda-se o avanço em tecnologias de instrumentação geotécnica e análise em tempo real como forma de ampliar a segurança e a durabilidade das construções.

Palavras-chave: Recalques; Fundações; Impactos estruturais; Monitoramento; Construção civil.

ABSTRACT

This article presents a literature review on the different types of foundation settlement, with an emphasis on their structural impacts. The objective is to analyze the causes, occurrence mechanisms, and monitoring techniques used in civil engineering. The research, qualitative and exploratory in nature, was based on recent scientific sources, covering geotechnical and structural aspects. The results show that differential settlement is the most critical phenomenon, as it directly compromises the stability of buildings. It was also found that the use of computer simulations and continuous monitoring systems helps reduce risks, although limitations still exist in heterogeneous urban soils. Advances in geotechnical instrumentation technologies and real-time analysis are recommended as a way to increase the safety and durability of buildings.

Keywords: Settlements; Foundations; Structural impacts; Monitoring; Civil construction.

1. INTRODUÇÃO

Na engenharia civil, o estudo do recalque de fundações é essencial para garantir a segurança e a durabilidade das estruturas, sendo um aspecto de grande relevância. O fenômeno de recalque, caracterizado pelo afundamento ou rebaixamento de uma estrutura devido à compressão e consolidação do solo subjacente à fundação, pode impactar significativamente as edificações, resultando em danos estruturais graves, como fissuras e até colapsos, caso não seja devidamente compreendido e mitigado. Dessa forma, o conhecimento sobre os diferentes tipos de recalques e suas causas é crucial para conceber e gerenciar obras de forma segura e eficiente.

Segundo Machado, Fernandes e Brito (2023), a fixação das estruturas pode ter implicações

profundas para a segurança e o desempenho do ambiente construído, tornando indispensável que engenheiros e pesquisadores compreendam esse fenômeno. Ortega e Pedreiro (2023) destacam que o estudo do recalque envolve a análise das propriedades do solo, das cargas estruturais e de como esses elementos interagem para garantir a eficácia das fundações. As fundações adequadas, portanto, são essenciais para transferir as cargas da edificação ao terreno de forma segura, de modo a evitar deformações excessivas que possam comprometer a estabilidade da construção.

O recalque de fundações é um fenômeno caracterizado pelo deslocamento vertical descendente da estrutura, causado pela compressão ou consolidação do solo de apoio. Esse comportamento pode gerar desde danos estéticos até colapsos estruturais, configurando-se como uma das principais patologias na construção civil. A compreensão de suas causas e mecanismos é essencial para o dimensionamento seguro de fundações e para a prevenção de falhas estruturais. Exemplos emblemáticos, como a Torre de Pisa na Itália e os edifícios inclinados em Santos/SP, ilustram a relevância do tema e reforçam a necessidade de monitoramento e prevenção em solos de baixa resistência (Reis; Garcia, 2020).

Com o crescimento urbano e a expansão das cidades, a demanda por estruturas fortes e sustentáveis que resistam a condições climáticas extremas e a pressões geológicas tem aumentado. Diante desse cenário, o presente estudo visa investigar os diferentes tipos de recalques que ocorrem na construção civil, com foco nos impactos que causam às estruturas. O objetivo é aprofundar o conhecimento sobre esses fenômenos geotécnicos e oferecer recomendações práticas para melhorar a concepção, execução e manutenção de obras civis.

O problema de pesquisa que orienta este estudo pode ser sintetizado na seguinte questão: Quais são os principais tipos de recalques que afetam as fundações das edificações e como as técnicas atuais podem ser aprimoradas para prevenir seus impactos negativos? A relevância desse estudo reside na necessidade de garantir que as edificações modernas resistam aos impactos causados pelos recalques, assegurando a integridade das estruturas e evitando prejuízos econômicos e de segurança. A urbanização acelerada exige que construções sejam realizadas em terrenos com características geotécnicas desafiadoras, intensificando a importância de se investigar soluções adequadas para os recalques.

A justificativa para este estudo está na carência de soluções eficazes para mitigar os efeitos dos recalques, especialmente em regiões geológicas adversas. Embora a literatura sobre o tema seja vasta, as técnicas atuais ainda apresentam limitações significativas, conforme observado por Reis e Garcia (2020). O recalque diferencial, por exemplo, é uma das principais causas de patologias em edificações, gerando tensões estruturais que comprometem a segurança e a durabilidade das construções. Nesse

sentido, é imperativo que novos métodos de monitoramento e mitigação sejam desenvolvidos, especialmente para áreas urbanas em crescimento.

A inovação deste trabalho está na proposta de uma abordagem mais abrangente e interdisciplinar para o estudo dos recalques, integrando diferentes áreas do conhecimento, como geotecnia, monitoramento tecnológico e análise de risco.

Diante deste contexto, este artigo, ao abordar os diferentes tipos de recalques e seus impactos nas fundações, busca contribuir para o aprimoramento das técnicas de engenharia civil, oferecendo subsídios ao planejamento e à execução de obras em solos com distintas características geotécnicas. Além de propor soluções inovadoras para o monitoramento e a mitigação desses fenômenos, o estudo tem como objetivo promover a segurança estrutural e a durabilidade das edificações, colaborando para o desenvolvimento urbano sustentável. Dessa forma, a investigação sobre os recalques na construção civil, a partir da análise de seus impactos nas estruturas, visa aprofundar o conhecimento técnico e apoiar a adoção de práticas mais eficientes e seguras na concepção, execução e manutenção de obras civis.

2. REVISÃO DA LITERATURA

2.1 Conceito de fundação

Brito (2017) destaca que, nos últimos anos, a indústria da construção civil no Brasil passou por um desenvolvimento significativo, registrando um crescimento progressivo ao longo da década de 1990, o que resultou no aumento do número de obras realizadas. As condições socioeconômicas da época contribuíram para que as construções fossem executadas de maneira mais rápida, porém com menor rigor no controle de qualidade dos materiais utilizados e dos serviços prestados, o que levou a uma diminuição na qualidade das edificações.

É fundamental destacar que a fundação representa uma das etapas mais cruciais a serem monitoradas e executadas no processo de construção, uma vez que ela é essencial para a sustentação do edifício. Segundo Brito (2017), a fundação permite a transferência das cargas da estrutura para o solo, garantindo a estabilidade da edificação, assim, é de extrema importância estudar detalhadamente a técnica de fundação mais adequada para cada projeto, levando em consideração aspectos como a carga que o edifício exercerá e as características do solo, com o intuito de evitar erros de projeto que possam causar graves problemas à obra.

Para Deus (2020), as fundações podem ser classificadas em dois grandes grupos: fundações superficiais (também chamadas de rasas ou diretas) e fundações profundas (ou indiretas). De modo geral, as fundações superficiais são utilizadas quando as camadas do subsolo logo abaixo da estrutura

conseguem suportar as cargas do edifício. Já as fundações profundas são empregadas quando é necessário atingir camadas mais profundas e resistentes do solo para garantir a segurança da construção.

A NBR 6122 (ABNT, 2010) estabelece que a fundação profunda é caracterizada como um elemento que permite a transmissão de carga ao solo, seja pela base (resistência de ponta), pela superfície lateral (resistência de fuste) ou por uma combinação de ambas. Essa fundação tem sua ponta ou base situada a uma profundidade superior a oito vezes a menor dimensão da fundação em planta, com no mínimo 3m de profundidade, quando o limite de oito vezes não for atingido. Entre os tipos de fundações profundas estão as estacas e os tubulões.

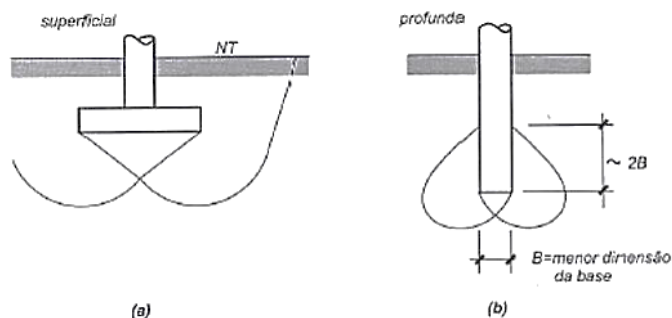
No que diz respeito às fundações rasas, a mesma norma especifica que esses elementos transmitem a carga ao solo por meio de pressões distribuídas sob a base da fundação, com a profundidade de assentamento em relação ao solo adjacente sendo inferior a duas vezes a menor dimensão da fundação. Nesse grupo, incluem-se elementos como sapatas, blocos, radier, sapatas associadas, vigas de fundação e sapatas corridas (ABNT NBR 6122, 2010).

2.1.1 Tipos de fundações

De acordo com Deus (2020), as fundações podem ser classificadas em duas categorias principais: fundações diretas e fundações indiretas. As fundações diretas, também conhecidas como superfícies rasas, são aquelas em que a carga da estrutura é transmitida diretamente ao solo logo abaixo da fundação, sem a necessidade de alcançar camadas de solo mais profundas. Já as fundações indiretas, ou profundas, são utilizadas quando as camadas mais próximas da superfície não possuem resistência suficiente, exigindo que as cargas sejam transferidas para camadas mais profundas do solo, garantindo a estabilidade da estrutura, conforme ilustrado na Figura 1.

É relevante destacar que o tipo de fundação é selecionado conforme as demandas específicas de cada país, nesse sentido, a NBR 6122:2010 é uma norma que estabelece os critérios fundamentais com base em um projeto de construção para determinar a escolha entre fundação profunda ou superficial.

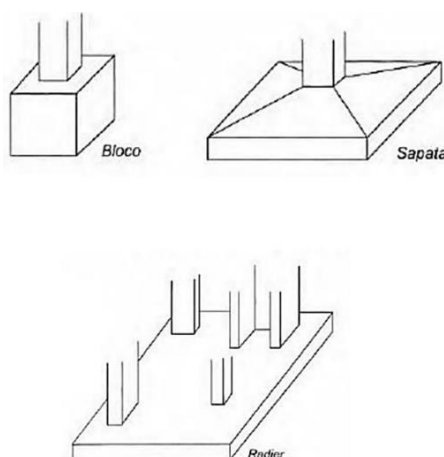
Figura 1. Fundações diretas (a) e indiretas (b).



Fonte: Deus (2020, p. 17).

Conforme destacado por Deus (2020), a fundação direta, também conhecida como fundação rasa, é instalada nas camadas superficiais do solo, geralmente a uma profundidade de até 3m, e isso ocorre porque as cargas transferidas para o solo são influenciadas pela distribuição de pressão exercida sob a fundação. A fundação direta é comumente a primeira opção em projetos de construção. No entanto, ela é raramente utilizada em grandes obras, especialmente naquelas com solo de baixa resistência. A Figura 2 apresenta os principais tipos de fundação direta.

Figura 2. Fundações diretas (bloco, sapata e radier).



Fonte: Deus (2020, p. 18).

Conforme descrito pela NBR 6118 (ABNT, 2014), os blocos são estruturas volumétricas que têm a função de transferir cargas da fundação para as vigas, podendo ser considerados rígidos ou seguir critérios de fundação semelhantes. Já a sapata é definida como um elemento superficial de fundação, em concreto armado, projetado de modo que as tensões de tração resultantes sejam suportadas por armaduras dispostas especificamente para essa finalidade, conforme estabelecido pela (NBR 6122, ABNT, 2010).

Por último, o radier é um tipo de fundação rasa que suporta todas as cargas da edificação por meio de colunas, distribuindo-as de forma uniforme no solo. O radier é uma laje apoiada continuamente sobre o solo, e quando a carga total é distribuída uniformemente, a capacidade de suporte do solo é menor ou igual a 50% (Deus, 2020).

2.2 Recalques em fundações

A NBR 6122 (ABNT, 2010) caracteriza o recalque como o deslocamento vertical descendente de uma parte estrutural, logo, o movimento de um componente da fundação pode resultar em danos, os quais são divididos em três tipos:

- Arquitetônicos: referem-se aos danos estéticos da construção, como, por exemplo, rachaduras;
- Funcionais: relacionam-se a prejuízos no uso da estrutura, como irregularidades nos pisos ou problemas no sistema hidráulico;
- Estruturais: envolvem danos que afetam a estrutura, como fissuras em pilares ou vigas, podendo causar o colapso parcial ou total da edificação.

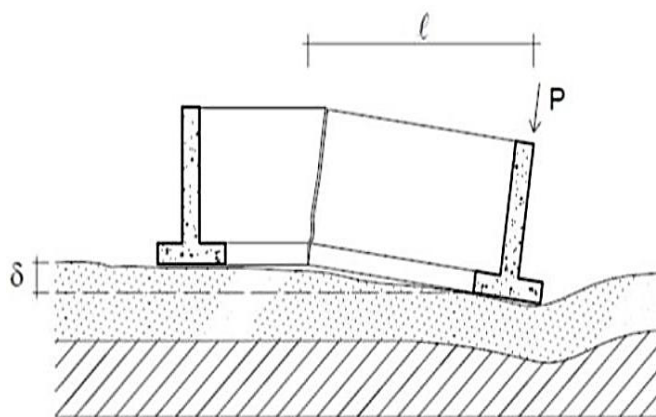
De acordo com Rauecker (2018), toda fundação experimenta recalque a partir do momento em que é submetida a cargas. Ele também aponta que esse recalque ocorre em duas fases: a primeira, logo após o carregamento; e a segunda, com o passar do tempo. No campo acadêmico, o recalque é classificado em três tipos:

- Recalque imediato (π_i): em solos arenosos e não saturados, este tipo de recalque está ligado à redução do índice de vazios do solo (Rauecker, 2018). Já em solos argilosos saturados, ocorre deformação vertical sem mudança de volume, uma vez que o carregamento da fundação não se refere a um aterro de dimensões infinitas. Normalmente, manifesta-se em algumas horas.
- Recalque por adensamento primário (π_a): em solos finos e saturados, essa deformação ocorre devido à expulsão da água presente nos vazios do solo, o que leva a uma alteração no volume. Esse processo é lento, podendo levar meses ou até anos para se completar, por conta da interação entre as partículas de solo e as moléculas de água (Rauecker, 2018).
- Recalque por compressão secundária (π_c): ocorre em solos específicos, como argilas extremamente moles, marinhas ou de origem calcária. Esse tipo de recalque, muitas vezes ignorado nos cálculos, só é considerado em casos específicos e pode levar décadas para se manifestar (Rauecker, 2018).

Falconi (2019) afirma que as patologias funcionais estão diretamente associadas à magnitude dos recalques totais da construção, no entanto, os danos arquitetônicos decorrem de recalques diferenciais. Quando a estrutura se desloca de maneira uniforme, não há redistribuição de tensões, evitando, assim, danos. Por outro lado, quando ocorrem recalques diferenciais, a edificação se movimenta de modo desigual, resultando nas patologias mencionadas. Dessa forma, alguns conceitos fundamentais relacionados a esse tema são definidos para melhor compreensão do fenômeno: O

recalque diferencial ($\Delta\rho$) ocorre quando há variação no recalque entre dois pontos distintos da fundação (Figura 3). Já o recalque diferencial específico ($\Delta\rho/l$) é a razão entre o recalque diferencial e a distância horizontal " l " que separa dois pontos da fundação e o recalque total (δ), refere-se ao recalque final observado na estrutura em análise.

Figura 3. Recalque diferencial nas estruturas



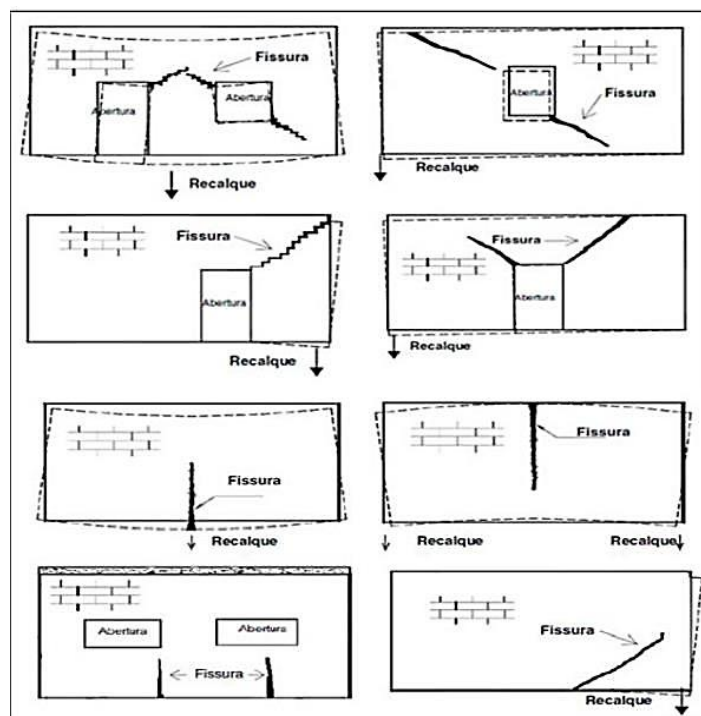
Fonte: Rauecker (2018).

Segundo Rauecker (2018), apesar dos avanços nos métodos de cálculo, alguns fatores ainda afetam a precisão das previsões:

- Heterogeneidade do solo: em geral, as previsões são baseadas nos perfis de solo obtidos por ensaios de campo. Contudo, certas características peculiares do solo podem não ser detectadas nesses ensaios.
- Variação nas cargas previstas: ocasionalmente, surgem cargas acidentais que não foram consideradas no projeto, levando à redistribuição dos esforços na estrutura.
- Imprecisão nos métodos de cálculo: embora haja progressos matemáticos e computacionais, ainda não existem métodos de cálculo que garantam precisão absoluta.

Segundo Reis e Garcia (2020), o recalque se caracteriza principalmente pela diferença de nível, ocorrendo quando uma parte da estrutura se encontra mais rebaixada do que outra, com ou sem a presença de distorção angular. Esse fenômeno gera esforços estruturais não antecipados, podendo, em casos mais graves, levar à inutilização da estrutura, conforme Figura 4.

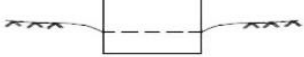


Figura 4. Tipos de recalques.



Fonte: Reis e Garcia (2020).

O recalque diferencial pode ser subdividido em dois grupos distintos, conforme mostrado na Figura 5, permitindo uma análise mais detalhada e específica das variações que ocorrem entre diferentes pontos da fundação.

Figura 5. Danos ligados aos recalques.

Tipo de recalque	Danos associados
Uniforme 	Danos arquitetônicos (estéticos e funcionais), dependendo da grandeza dos recalques. Danos às ligações com o exterior (instalações, rampa, escada).
Não uniforme; sem distorção 	Danos arquitetônicos: desaprumo em prédios altos, etc.
Não uniforme; com distorção 	Danos arquitetônicos: fissuração, distorção de vãos, etc. Danos estruturais: fissuras em vigas, etc.

Fonte: Reis e Garcia (2020).

Segundo Reis e Garcia (2020), o recalque de corpo rígido ocorre quando todos os pontos da estrutura apresentam um valor constante de distorção angular. Dependendo da intensidade dos recalques, a estrutura pode não sofrer danos estruturais, mas isso pode comprometer a estética e, dependendo do ângulo de inclinação, afetar tubulações, elevadores, alinhamento de paredes, entre outros aspectos funcionais.

Por outro lado, o recalque por distorção angular acontece quando o assentamento da estrutura ocorre de maneira desigual, resultando na deformação da mesma (Reis; Garcia, 2020).

Para Reis e Garcia (2020), a interação solo-estrutura envolve a análise da resposta conjunta de três sistemas profundamente interligados: a estrutura, a fundação e o solo. No entanto, a aplicação prática desse conceito enfrenta dificuldades devido à compreensão limitada dos seus princípios fundamentais, à complexidade da literatura existente sobre o tema e ao tratamento restrito dado pelos códigos e normas de projeto estrutural.

Para um entendimento mais claro do assunto, de acordo com Reis e Garcia (2020), é necessário considerar os fatores que influenciam essa análise:

- Número de pavimentos: à medida que o número de andares aumenta, o efeito da interação solo-estrutura diminui, tornando-se quase irrelevante. Os momentos fletores nos elementos dos primeiros pavimentos são maiores e tendem a diminuir conforme o número de andares aumenta, devido à maior rigidez dos pavimentos inferiores .
- Processo construtivo: influencia diretamente a rigidez da estrutura, que tende a aumentar conforme o número de pavimentos cresce.
- Edificações vizinhas: a interação solo-estrutura diminui conforme a distância entre elas aumentam, reduzindo os efeitos mútuos sobre os recalques.
- Rigidez relativa entre a estrutura e o solo: é um fator essencial no comportamento da construção em relação aos recalques totais e diferenciais, sendo que uma maior rigidez relativa tende a mitigar esses recalques.
- A forma em planta do edifício: exerce influência, podendo uniformizar ou não os recalques, especialmente em estruturas mais flexíveis.
- Tipo de análise: estática ou dinâmica, especialmente em cenários de carga sísmica, também afeta a interação solo-estrutura, sendo que análises dinâmicas podem apresentar diferenças substanciais em relação às estáticas.

Conforme Medeiros e Savino (2019), a patologia na engenharia trata do estudo dos sintomas, mecanismos, causas e origens das anomalias em construções. Uma das principais dificuldades na identificação de patologias em fundações, conforme os autores, reside no fato de que os elementos estruturais estão localizados abaixo do solo, fora da visão direta. Assim, quando as manifestações patológicas, como trincas, rachaduras e fissuras, tornam-se visíveis, o grau de comprometimento da estrutura já pode estar em um estágio avançado.

2.3 Métodos de previsão e monitoramento

De acordo com Santos e Melo (2019), a previsão de recalques é fundamentalmente baseada em modelagens computacionais que tentam simular o comportamento do solo e da estrutura ao longo do

tempo, utilizando dados coletados em campo, como sondagens e ensaios geotécnicos. No entanto, mesmo com a precisão das modelagens, a variação das características do solo e a heterogeneidade dos materiais frequentemente resultam em diferenças entre os valores previstos e os observados durante a execução da obra.

Além da previsão, o monitoramento em tempo real dos recalques desempenham um papel crucial no acompanhamento da evolução dos deslocamentos verticais ao longo do tempo (Santos; Melo, 2019). Conforme destacado por Savaris (2008), o monitoramento é realizado com equipamentos simples, como níveis óticos e pinos de recalque, permitindo a observação contínua do comportamento da fundação. Essas medições possibilitam que ajustes sejam feitos durante a fase de construção, caso os deslocamentos excedam os valores previstos, evitando falhas estruturais graves e permitindo a correção precoce de problemas potenciais.

Outro aspecto importante abordado por Santos e Melo (2019) é a utilização de ferramentas computacionais avançadas, como o GARP (*Geotechnical Analysis of Raft with Piles*), que permitem realizar simulações mais complexas envolvendo a interação solo-estrutura. Essas ferramentas possibilitam a consideração de múltiplas variáveis, como a elasticidade do solo e as condições de carga não previstas inicialmente, garantindo um ajuste mais preciso entre os recalques previstos e os monitorados. No entanto, as peculiaridades locais do solo e a dificuldade em obter dados exatos podem impactar a eficácia dessas simulações.

Por fim, os autores afirmam que, além da modelagem computacional e do monitoramento em campo, é imprescindível o uso de técnicas de reforço das fundações durante a execução, caso os recalques observados se afastem dos valores esperados. Isso se torna particularmente relevante em áreas urbanas, onde as vibrações e a proximidade de outras construções podem afetar significativamente a estabilidade das fundações (SANTOS; MELO, 2019). Dessa forma, a integração entre previsões baseadas em simulações e o monitoramento em tempo real é essencial para mitigar os riscos associados aos recalques diferenciais e garantir a segurança das edificações.

2.4 Recomendações e adaptação dos recalques

Para minimizar os efeitos dos recalques em estruturas civis, é essencial a aplicação de métodos que envolvam tanto o projeto quanto a construção. No estágio de projeto, deve-se priorizar o uso de fundações adequadas ao tipo de solo, considerando sua capacidade de carga e deformabilidade. Conforme apontado por Santos e Melo (2019), o uso de sapatas associadas e radier para fundações superficiais tem mostrado bons resultados em obras de grande porte, uma vez que promovem uma distribuição mais uniforme das cargas. O cuidado na escolha do método de fundação é uma das

primeiras formas de mitigar recalques diferenciais e garantir a integridade da estrutura.

Savaris (2008) destaca a importância do uso de estacas e tubulões como técnicas de reforço em solos de baixa capacidade de suporte, essas técnicas são eficazes principalmente em áreas urbanas, onde o solo pode estar sujeito a vibrações causadas por obras adjacentes. A adoção de reforços estruturais durante a execução da obra reduz o risco de falhas catastróficas, mitigando o impacto de recalques diferenciais, que podem afetar a estabilidade da estrutura.

No campo das ações preventivas, a avaliação adequada do solo é uma medida fundamental, na realização de sondagens geotécnicas detalhadas, incluindo ensaios de penetração padrão (SPT) e ensaios de adensamento, permite uma análise mais precisa da capacidade de suporte do solo e sua suscetibilidade a recalques (Rauecher, 2018). Com base nesses dados, o projetista pode implementar ajustes no dimensionamento da fundação, garantindo que a estrutura seja adequada para o tipo de solo encontrado, reduzindo, assim, a probabilidade de problemas futuros.

Nesse contexto, recomenda-se a implementação de sistemas de monitoramento em tempo real, como níveis óticos e pinos de recalque, que permitem acompanhar de forma contínua o comportamento da estrutura durante e após a construção. Santos e Melo (2019) sugerem, que essa prática pode auxiliar na identificação precoce de recalques indesejados, possibilitando a adoção de medidas corretivas ainda durante a fase construtiva. O monitoramento contínuo proporciona dados valiosos, que podem ser utilizados em futuras construções, aprimorando as práticas de engenharia de fundações.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

A pesquisa realizada pode ser classificada por sua natureza como pesquisa aplicada, pois segundo Almeida (2014), a pesquisa científica aplicada visa gerar conhecimento para a solução de problemas práticos, ou seja, utilizar o conhecimento para resolver problemas de organização ou pessoa.

Quanto ao método, classifica-se como qualitativo, pois sustenta que existe uma ligação inseparável entre o mundo objetivo e a subjetividade que não pode ser explicada numericamente (Prodanov; Freitas, 2013, p. 70). Além disso, na pesquisa qualitativa, o ambiente natural é a fonte direta de coleta de dados, descrição de fenômenos e interpretação de significado. Os dados recolhidos neste tipo de estudo são descritivos, havendo uma maior preocupação com o processo do que com o resultado final do estudo.

A pesquisa realizada neste trabalho é propósito de exploração. De acordo com Prodanov e Freitas (2013), a pesquisa exploratória visa proporcionar uma compreensão inicial de um determinado problema. Para intensificar o trabalho, foi realizado um estudo bibliográfico sobre o assunto, por meio da análise dos títulos da literatura profissional e dos artigos científicos.

Quanto aos procedimentos como pesquisa bibliográfica, pois de acordo com Almeida (2014), é desenvolvida com base em material já elaborado, constituído principalmente de livros, artigos científicos, dissertações, teses, entre outros.

Para este trabalho foi realizada uma revisão de literatura com o objetivo de embasar teoricamente o estudo sobre os recalques em estruturas civis. A revisão da literatura foi efetuada por meio de consulta a bases de dados científicas como *Scopus*, *Web of Science* e *Google Scholar*, utilizando palavras-chave específicas sobre o tema. Foram selecionados livros, artigos científicos, dissertações e teses que abordaram as causas e consequências dos recalques, bem como os métodos de minimização e prevenção adotados na engenharia civil. Essa etapa permitiu a construção de um referencial teórico sólido, que serviu de base para a análise dos dados coletados e para a formulação das recomendações ao final do estudo.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos ao longo da execução da metodologia proposta revelam a importância de um estudo detalhado sobre os recalques nas fundações, dessa forma a pesquisa bibliográfica destaca a relevância das análises geotécnicas como parte fundamental para a prevenção de danos estruturais. Os estudos realizados demonstraram que os recalques diferenciais são os principais responsáveis por patologias nas edificações, como rachaduras e deformações. A ausência de um monitoramento eficaz e de técnicas adequadas de mitigação foi identificada como um dos fatores cruciais para o surgimento dessas falhas, especialmente em solos de baixa capacidade de suporte.

O monitoramento contínuo das fundações, com o uso de pinos de recalque e níveis óticos, revelou-se eficaz na identificação precoce de deslocamentos estruturais, permitindo a correção antecipada de problemas potenciais. Nos casos em que esse monitoramento foi negligenciado, observou-se um aumento substancial nos custos de reparação e, em alguns casos, a inutilização da estrutura. Dessa forma, o investimento em tecnologias de monitoramento não apenas promove a segurança, mas também resulta em economia a longo prazo.

Além disso, os métodos de simulação computacional utilizados para prever os recalques, embora promissores, ainda apresentam limitações significativas. A heterogeneidade do solo e a variação nas cargas estruturais nem sempre são totalmente contempladas pelos modelos, o que leva a discrepâncias entre os valores previstos e os observados. Contudo, a utilização de ferramentas como o GARP, que integra dados geotécnicos e modelagem computacional avançada, tem apresentado resultados mais precisos, especialmente em áreas urbanas densamente edificadas.

Em termos de discussões, os resultados apontam para a necessidade de aprimorar as técnicas

de fundação, especialmente em solos com baixa resistência e as soluções propostas pela pesquisa, como a utilização de fundações profundas e técnicas de reforço, mostraram-se eficazes na prevenção de recalques diferenciais. Recomenda-se ainda a adoção de sistemas de monitoramento em tempo real em todas as fases do projeto, desde a construção até a operação, garantindo que qualquer desvio dos valores previstos seja imediatamente corrigido, promovendo maior segurança e durabilidade das edificações.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo identificou os principais tipos de recalques e suas implicações para a estabilidade estrutural. Evidenciou-se que o recalque diferencial é o mais crítico, gerando patologias que afetam tanto a funcionalidade quanto a durabilidade das construções. Embora existam avanços no uso de modelagem computacional e monitoramento em tempo real, ainda há limitações decorrentes da heterogeneidade dos solos urbanos e da ausência de dados empíricos mais robustos. Recomenda-se, portanto, a ampliação de pesquisas aplicadas, especialmente com o uso de sensores inteligentes, drones e ensaios de campo de longo prazo, visando validar previsões e garantir soluções mais eficazes na prática da engenharia de fundações.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, M. S. **Elaboração de projeto, TCC, dissertação e tese: uma abordagem simples, prática e objetiva**. São Paulo: ATLAS, 2014.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. NBR 6118:2014. **Projeto de estruturas de concreto - Procedimento**. NBR 6118. São Paulo, 2014.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. NBR 6122:2010. **Projeto e execução de fundações**. NBR 6122. Rio de Janeiro, 2010.

BRITO T. F. **Análise de manifestações patológicas na construção civil pelo método Gut: Estudo de caso em uma instituição pública de ensino superior**. 2017. 77 f. Monografia (Especialização) - Curso de Engenharia Civil, Centro de Tecnologia, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2017. Disponível em: <<http://ct.ufpb.br/ccec/contents/documentos/tccs/2016.2/analise-de-manifestacoes-patologicasna-construcao-civil-pelo-metodo-gut-estudo-de-caso-em-uma-instituicao-publica-de-ensinosuperior.pdf>>. Acesso em: 23/09/2024.

DEUS, L. K. V. **Tipos de fundações**. Trabalho apresentado para obtenção do grau de Bacharel pelo curso de Engenharia Civil, do Departamento de Engenharia Civil da Universidade de Taubaté. 2020.

FALCONI, F. *et al.* **Fundações: teoria e prática**. São Paulo: Editora Pini, 2019.

MACHADO, A. K. R.; FERNANDES, H. A.; BRITO, P. H. D. **Estudo de caso de medição de recalque em uma construção na cidade de Anápolis-Go**. 2023.

MEDEIROS, G. J.; SAVINO, M. R. **Análise De Patologias De Recalque Em Fundações Superficiais E**

Profundas. Monografia. Engenharia civil. Faculdade Doctum de Juiz de Fora, 2019.

PRODANOV, C. C.; FREITAS, E. C. **Metodologia do trabalho científico: Métodos e Técnicas da Pesquisa e do Trabalho Acadêmico.** 2. ed. Novo Hamburgo: Feevale, 2013. 276 p.

RAUECKER, J. C. N.. **Previsão do recalque de um edifício alto com fundação em sapata na cidade de Goiânia.** Trabalho de conclusão de curso. Engenharia civil. Universidade Federal de Goiás, 2018.

REIS, V. S.; GARCIA, W. L. **Patologias Causadas Por Recalque Diferencial.** Anais do 3º Simpósio de TCC, das faculdades FINOM e Tecsoma. 2020; 879-891.

SANTOS, L. G. B.; MELO, P. V. M. **Comparação entre a previsão e o monitoramento de recalque em um edifício.** Monografia. Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2019.

SAVARIS, G. **Monitoração de Recalques de um Edifício e Avaliação da Interação Solo Estrutura.** Campos dos Goytacazes: Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil)-Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. Centro de Ciência e Tecnologia. Laboratório de Engenharia Civil, 2008.