

REVISTA

BOLETIM DO GERENCIAMENTO REVISTA ELETRÔNICA

ISSN: 2595-6531





SUMÁRIO

PANORAMA DOS ATERROS SANITÁRIOS DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS CLASSE II NO ESTADO DO RIO DE JANEIRO

Overview of class II urban solid waste landfills in the state of Rio de Janeiro

BARBOSA, Milena Oliveira; PERTEL, Monica 01

O LEAN CONSTRUCTION NO PLANEJAMENTO E EXECUÇÃO DE UMA OBRA DE ALTO PADRÃO

Lean Construction in the planning and execution of a high standard project

MELO, Leonardo do Nascimento; OLIVEIRA, Gabriel Luís Martins; NEVES, Elys Regina Rego Sampaio; LEITE, Luciana Rosa 10

RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO CIVIL NO BRASIL E NA ITÁLIA: ENFOQUE NAS NORMAS E NAS TECNOLOGIAS DE SUSTENTABILIDADE

Civil Construction Waste in Brazil and Italy: Focus on Sustainability Standards and Technologies

MARCHI, Cristina M. Dacach Fernandez; BOHANA, Mirela Carvalho; JESUS, Gilciana de 20

BUDGET STRUCTURING METHODOLOGY USING 4D AND 5D BIM IN THE CONSTRUCTION INDUSTRY: A SYSTEMATIC REVIEW

Metodologia de Estruturação Orçamentária Utilizando BIM 4D e 5D na Indústria da Construção: Uma Revisão Sistemática

MACHADO, Michelle; PEREIRA, Giordanna; MACIEL, Ana Carolina Fernandes; COSTA, Bruno Barzellay Ferreira da 34

CARACTERÍSTICAS DE UM DOCUMENTO ARQUIVÍSTICO E SUA IMPORTÂNCIA EM GERENCIAMENTO DE PROJETOS

Characteristics of the archival document and its importance in project management

CAMPAGNUCCI, David; COSTA FILHO, Lysio Séllos 48

PANORAMA DA EFICÁCIA DO USO DA METODOLOGIA BIM EM PROJETOS PÚBLICO-PRIVADO NO BRASIL

Effectiveness overview of BIM methodology use in public-private projects in Brazil

MEIRELLES, Juliane Andrea Trancoso; TORRES, Roberta de Roode 55

PROJETO DE IMPLEMENTAÇÃO DE SERVIÇO MÓVEL ODONTOLÓGICO PARA OS TRABALHADORES DA CONSTRUÇÃO CIVIL DO MUNICÍPIO DO RIO DE JANEIRO.

Project to implement a mobile dental service for construction workers in the city of Rio de Janeiro

SOUZA, Leonardo Vieira dos Santos¹; SILVA, Hilda Monetto Flores 68

GESTÃO DOS RISCOS OCUPACIONAIS NA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO CIVIL UTILIZANDO O BIM

Management of occupational risks in the construction industry using BIM

LIMA, Maria Cristina Alves de; SILVA JR, Marcos Antonio Barbosa da; SILVA, Ana Karla Batista da. 78

COMO MELHORAR O TEMPO MÉDIO DE REPARAÇÃO (MTTR) DA MANUTENÇÃO PREDIAL DE UM SHOPPING CENTER <i>How to improve the mean time to repair (MTTR) of building maintenance in a Shopping Center</i> BRITES, Carolina; FIGUEIREDO, Karoline	92
PLANO DE PROJETO PARA O ‘ROADMAP DA QUALIDADE’ DE UMA ORGANIZAÇÃO DE MANUTENÇÃO DE MOTORES AERONÁUTICOS <i>Project Plan for the ‘Quality Roadmap’ of an Aircraft Engine Maintenance Organization</i> OLIVEIRA, Pedro Henrique Kneitz de; ANTUNES, Reynaldo Galvão	108
APLICABILIDADE DE FAST TRACKING EM GESTÃO DE PROJETOS <i>Applicability of Fast Tracking in Project Management</i> DA CRUZ, Tawan; BRITO, Maurini	121
GESTÃO DE RISCOS EM UM PROJETO DE CONSTRUÇÃO CIVIL: ESTUDO DE CASO DE UMA REABILITAÇÃO DE TUBULAÇÃO POR MÉTODO NÃO DESTRUTIVO <i>Risk management in a civil construction project: Case study of pipeline rehabilitation using a non-destructive method</i> MARCONDES, Rodrigo Bressan; HERVÉ, Marcio	129
ESTUDO DA APLICAÇÃO DE EMBARCAÇÃO AUTÔNOMA PARA TRANSPORTE DE CARGAS NA AMAZÔNIA <i>Study of the Application of an Autonomous Vessel for Cargo Transport in the Amazon</i> VIEIRA, Priscila ¹ ; Duailibe, Paulo; TERROLA, Thales	142
PLANEJAMENTO ESTRATÉGICO NA CONSTRUÇÃO DE EDIFÍCIOS RESIDENCIAIS <i>Strategic planning in the construction of residential buildings</i> SILVA, Agnaldo Bento da; Hervé, Marcio	153
ABORDAGEM A DIFICULDADES ENCONTRADAS EM INTRODUIR MELHORIAS NOS PROCESSOS EM CONSTRUTORAS EM CRESCIMENTO NO SEGMENTO MINHA CASA MINHA VIDA <i>Addressing difficulties encountered in introducing process improvements in growing construction companies in the Minha Casa Minha Vida segment</i> MENDONÇA, Luiz Felipe; MELLO, Isabeth	164
ANÁLISE DOS BENEFÍCIOS DA UTILIZAÇÃO DE METODOLOGIA BIM EM PROCESSOS CONSTRUTIVOS DE SISTEMAS DE HVAC <i>Analysis of the benefits of using BIM methodology in the construction processes of HVAC systems</i> CORDEIRO, Igor Silva; CUNHA, Pedro Henrique Braz da	175
ANÁLISE DOS PROBLEMAS EM REVESTIMENTOS DE PISO CERÂMICO: ESTUDO DE CASO EM FACHADAS DE UMA INSTITUIÇÃO PRIVADA BRASILEIRA. <i>Analysis of problems in ceramic floor coverings: A case study on the facades of a private brazilian institution</i> COELHO, Ana Carolina Nunes; AMARIO, Mayara	182
ANÁLISE DAS PRINCIPAIS ALTERAÇÕES INSERIDAS NA NOVA LEI DE LICITAÇÕES, LEI 14.133/2021, COM FOCO NA EXECUÇÃO DE OBRAS E SERVIÇOS DE ENGENHARIA <i>Analysis of the main changes included in the new bidding law, law 14.133/2021, focusing on the execution of architectural and engineering works and services</i> GUEDES, Lucas Aleixo; ABREU, Victor Hugo Souza de	194



Panorama dos aterros sanitários de resíduos sólidos urbanos classe II no estado do Rio de Janeiro

Overview of class II urban solid waste landfills in the state of Rio de Janeiro

milena_cdr@hotmail.com¹; monicapertel@poli.ufrj.br²

¹ Mestranda em Engenharia ambiental, PEA, UFRJ, Rio de Janeiro, RJ, Brasil;

² D.Sc. Professora Adjunta, Escola Politécnica da UFRJ, Rio de Janeiro, RJ, Brasil

Informações do Artigo

Palavras-chave:
Aterros Sanitários;
Rio de Janeiro;
Resíduos Sólidos Urbanos;
Vazadouros;
Lei nº 14.026/2020.

Key word:
Landfills;
Rio de Janeiro;
Urban solid waste;
Leaks;
Law nº. 14,026/2020

Resumo:

No ano de 2010, foi instituída a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) através da Lei 12.305, com metas que visam a eliminação dos lixões e definindo como disposição final ambientalmente adequada a distribuição ordenada de rejeitos. Os aterros sanitários são a alternativa mais amplamente utilizada no Brasil para atendimento destas metas, contando com sistemas de engenharia que visam a mitigação dos danos ambientais. Este trabalho teve como objetivo identificar os aterros sanitários do Estado do Rio de Janeiro e comparar com o panorama do ano de 2010, além de identificar os municípios em situação irregular com relação ao encerramento de vazadouros e efetividade da Política Nacional de Resíduos Sólidos quanto ao incremento de aterros sanitários para disposição ambientalmente adequada. Para tanto, foram levantadas as licenças ambientais emitidas pelo INEA, busca por publicação que demonstrasse o panorama no ano de 2010 e levantamento da quantidade de habitantes por município no IBGE 2010 para cruzamento com as determinações da Lei nº 14.026/2020. Os resultados visam demonstrar se houveram avanços quanto à oferta de locais ambientalmente adequados para recebimento dos resíduos sólidos urbanos e se houve redução do percentual de municípios que encaminham seus resíduos inadequadamente, tendo como base o ICMS Ecológico do ano de 2023.

Abstract

In 2010, the National Solid Waste Policy (PNRS) was established through Law 12,305, with goals aimed at eliminating landfills and defining the orderly distribution of waste as an environmentally appropriate final disposal. Sanitary landfills are the most widely used alternative in Brazil to meet these goals, relying on engineering systems that aim to mitigate environmental damage. This work aimed to identify landfills in the State of Rio de Janeiro and compare them with the panorama of the year 2010, in addition to identifying municipalities in an irregular situation with regard to the closure of dumps and effectiveness of the National Solid Waste Policy regarding the increase in landfills for environmentally appropriate disposal. To this end, environmental licenses issued by INEA were collected, a search was made for a publication that demonstrated the panorama in 2010 and the number of inhabitants per municipality was surveyed in IBGE 2010 to cross-check with the determinations of Law No. 14,026/2020. The results aim to

demonstrate whether there has been progress in terms of offering environmentally suitable locations for

receiving urban solid waste and whether there has been a reduction in the percentage of municipalities that send their waste inappropriately, based on the ICMS Ecológico for the year 2023.

1 Introdução

Ao longo da história das civilizações, principalmente a partir da Revolução industrial, houve grande crescimento das cidades e conseqüentemente o aumento do volume de lixo produzido, forçando o estabelecimento de locais para seu descarte. Devido à quantidade pela incrementação do consumo de massa e a complexidade da produção industrial, as questões relacionadas às destinações foram iniciadas, sem maior preocupação, com o uso de vazadouros [1]. A partir da década de 70, países mais desenvolvidos iniciaram a substituição dos lixões a céu aberto pelos aterros sanitários. Na atualidade, nestes países, já estando garantida a destinação em aterros sanitários e incineradores, o desafio passa a ser o de ampliar as campanhas a favor da reciclagem e da recuperação de materiais. Já nos países em desenvolvimento, o desafio é a redução da disposição ou queimada a céu aberto [2].

No Brasil, um importante marco de gestão foi iniciado com o advento da Política Nacional de Resíduos Sólidos - PNRS (Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010) [3], que dentre seus instrumentos estão os planos de resíduos sólidos, os inventários e o sistema declaratório anual de resíduos sólidos, a coleta seletiva e sistemas de logística reversa, o Sistema Nacional de Informações sobre a Gestão dos Resíduos Sólidos (SINIR) e o Sistema Nacional de Informações em Saneamento Básico (SINISA). Este último, atualmente conhecido como SNIS [4], é um sistema que reúne informações e indicadores sobre a prestação dos serviços de água, esgotos, manejo de resíduos sólidos e manejo de águas pluviais, provenientes dos prestadores que operam no Brasil. Em seus dados divulgados para o ano de 2021 foi demonstrado que 14,6% do total de resíduos

sólidos dispostos no solo ainda são enviados para lixões no país.

A PNRS define como disposição final ambientalmente adequada a distribuição ordenada de rejeitos em aterros sanitários. Uma de suas metas é a eliminação dos lixões (vazadouros), a proposta inicial era que os municípios adequassem sua disposição de resíduos até o ano de 2014. Entretanto, o prazo foi estendido pela Lei nº 14.026/2020 [5], estabelecendo novo marco, com as seguintes mudanças sempre para o mês de agosto do ano de referência: capitais e regiões metropolitanas teriam até 2021 para eliminar os lixões, enquanto as cidades com até 100 mil habitantes teriam até 2022, as que possuem entre 50 e 100 mil habitantes têm até 2023 e as com menos de 50 mil habitantes têm até 2024.

Após 11 anos da PNRS, os dados do Sistema Nacional de Informações Sobre Saneamento (SNIS) para o ano de 2021, mostram que, no Brasil, 14,6% do total de resíduos sólidos dispostos no solo ainda são enviados para lixões. No Estado do Rio de Janeiro (ERJ), dados do ICMS Ecológico [6], que refletem a situação do ano anterior, revelaram que dos seus 92 (noventa e dois) municípios, 83 (oitenta e três) enviavam seus resíduos sólidos para aterros sanitários.

A diferença básica entre lixões e aterros sanitários, é que o primeiro se configura como opção inadequada, já que não conta com medidas de proteção ao meio ambiente, como impermeabilização do solo, coleta de chorume e gestão dos gases gerados pela decomposição do lixo. Já os aterros sanitários contam com sistemas de engenharia que visam a mitigação dos danos, com impermeabilização da área de disposição para evitar a contaminação do solo e conseqüentemente do lençol freático, a coleta

e tratamento do chorume gerado, recobrimento diário de resíduos, coleta com queima ou reaproveitamento do biogás, entre outras.

A elaboração do presente artigo foi motivada pela necessidade de visualizar o cenário atual do ERJ quanto aos aterros sanitários de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) licenciados.

2 Objetivo

O objetivo geral do presente artigo é retratar o panorama atual quanto aos aterros sanitários no território do ERJ [8] de acordo com os dados divulgados no ICMS Ecológico do ano de 2023. Para isso, este estudo tem como objetivos específicos: identificar os aterros em operação e comparar com o panorama apresentado pelo Governo do Estado do Rio de Janeiro no ano de 2010, e identificar os municípios que não atendem a Lei nº 14.026/2020 referente ao encerramento dos lixões.

3 Metodologia

Este artigo foi elaborado com caráter de pesquisa investigativa. Para tanto, foram efetuados levantamentos de dados de processos de licenciamento ambiental avaliados pelo órgão ambiental do ERJ, principalmente as licenças emitidas, os dados constantes em relatórios de vistorias, pesquisa documental da legislação vigente e dados do ICMS Ecológico do ERJ. Para este último, foram utilizados os dados preliminares referentes ao ano de 2023, sendo os mais recentes publicados na plataforma.

Foi realizado levantamento dos aterros sanitários do ERJ já implantados e em condições de operação, ou que necessitam de poucas intervenções para início das atividades. Para tanto, foi considerada a licença ambiental respectiva, bem como os relatórios de vistoria atestando atividade ou implantação das células de recebimento de resíduos.

Para cada um dos aterros listados foram levantadas as coordenadas geográficas, possibilitando a criação de um mapa com o objetivo de apresentar visualmente o panorama geral do estado. Através da publicação intitulada “Indicadores ambientais do Rio de Janeiro”, constante no livro publicado por instituições governamentais do ERJ, foi possível realizar estudo comparativo com o panorama apresentado no ano de 2010.

Ademais, foi realizado levantamento na base de dados do IBGE [7] referente ao ano de 2010, com a finalidade de identificar o tamanho da população e comparar com as determinações de encerramentos dos lixões constantes na Lei nº 14.026/2020. Para tanto, foi realizado cruzamento de dados quanto a quantidade de habitantes de cada um dos municípios que informaram encaminhar seus resíduos para vazadouros no ICMS Ecológico do ano de 2023, e os prazos estabelecidos em lei para o encerramento dos mesmos.

4 Aterros sanitários de RSU identificados e fluxos municipais

O levantamento acerca dos aterros sanitários do ERJ indicou a existência de 22 unidades [8]. Entretanto, são 20 os considerados como aterro sanitário, visto que o aterro de Saquarema foi considerado como célula sanitária, o de Bongaba passou a ser considerado como vazadouro. Quanto à operação, a unidade de Belford Roxo (Bob Ambiental) que estava paralisada retornou com as atividades, já a de Itaboraí foi paralisada, e a de Tanguá nunca chegou a operar e está em processo de licenciamento para adequações, visando adequar as condições para possibilitar a disposição de resíduos. A nomenclatura usual de cada um deles, bem como o município onde se localizam e os municípios dos quais recebiam os resíduos podem ser visualizados no Quadro 1. (ANEXO)

Cabe destacar que a escolha dos aterros não é fixa, podendo o Município negociar com os que oferecem maior comodidade locacional e financeira. Uma vez que não há

informação na tabela preliminar do ICMS Ecológico 2023 sobre a destinação dos resíduos de Trajano de Moraes, a confirmação de destinação ao MTR Madalena se deu por correio eletrônico.

Os municípios que ainda encaminhavam seus resíduos para vazadouros foram os de Bom Jesus de Itabapoana, Magé, Teresópolis e Porciúncula. Entretanto, após o incêndio ocorrido no vazadouro de Teresópolis no mês de junho, o município passou a encaminhar os resíduos para o aterro da Bob Ambiental, recentemente reaberto. Foi anunciada também a paralisação dos vazadouros de Bom Jesus de Itabapoana e Magé, tendo a Prefeitura Municipal do segundo já aberto edital para a remediação da área, restando em atividade conhecida apenas o de Porciúncula.

Há ainda os municípios que optam por encaminhar seus resíduos para aterros fora do estado, sendo a maior parte deles no município de Minas Gerais. Em 2023, os encaminharam para o aterro Compromisso Ambiental (MG) os de Carmo, Duas Barras, Cordeiro, São José do Vale do Rio Preto e Sumidouro. Varre-sai encaminhou para o CTR Leopoldina (MG) e Santo Antônio de Pádua para o União Recicláveis (MG) e a Central de Tratamento de Resíduos de Cachoeiro de Itapemirim (CTRCI) no Espírito Santo.

Portanto, a análise dos dados informa que 95,6% dos municípios do estado encaminharam os RSU para aterros sanitários no ano de 2023, sendo 88,0 % em aterros do próprio estado do Rio de Janeiro e 7,6% para aterros fora do Estado, em especial no estado de Minas Gerais, e 4,3% ainda encaminham seus resíduos para vazadouros municipais.

Para acompanhamento da evolução do quadro, é possível comparar a situação atual com aquela apresentada no ano de 2010 na publicação do governo estadual intitulada “Indicadores ambientais do Rio de Janeiro”, que dentre outros indicadores, demonstra a situação da destinação do lixo pelos municípios do ERJ para aquele ano. Quanto aos aterros sanitários, informa que haviam 6 licenciados e em operação, atendendo além

dos municípios sede outros 17. A Figura 1 apresenta uma tabela retirada da publicação e apresenta um resumo deste panorama.

A partir desses dados, foi possível localizar em mapa os municípios que já contavam com aterros sanitários na época, sinalizados com um triângulo vermelho na Figura 2 (ANEXO). Importante destacar que os aterros de Pirai e Rio das Ostras ao longo dos anos apresentaram mau desempenho, passando a funcionar como vazadouros, e por tanto não figuram na lista das unidades aptas à disposição de resíduos no ano de 2023.

Figura 1 - Municípios com destinação final em aterros sanitários

MUNICÍPIO-SEDE DO ATERRO	CARACTERÍSTICAS DO ATERRO	MUNICÍPIOS BENEFICIADOS
Macaé	Aterro sanitário com captação e queima de gases	
Nova Iguaçu	Aterro sanitário com tratamento avançado de percolado, captação e queima de gases, aproveitamento energético	Mesquita
Pirai	Aterro sanitário com captação e queima de gases	Pinheiral, Rio Claro
Rio das Ostras	Aterro sanitário com captação e queima de gases e tratamento avançado de percolado	
Santa Maria Madalena	Aterro sanitário com captação e queima de gases	Bom Jardim, Carapebus, Casimiro de Abreu, Comendador Levy Gasparian, Conceição de Macabu, Cordeiro, Duas Barras, Macuco, Quissamã, Trajano de Moraes
São Pedro da Aldeia	Aterro sanitário com captação e queima de gases	Armação dos Búzios, Cabo Frio, Iguaba Grande, Silva Jardim,

Fonte: Estado do Rio de Janeiro [8]

A Figura 3 (ANEXO), por sua vez, representa o panorama do ano de 2023 dos aterros sanitários no ERJ, com base nos dados georreferenciados levantados.

Para entender o incremento no número de aterros instalados no estado, foi realizado também levantamento quanto ao ano de início de operação de cada uma das unidades, cujos resultados são apresentados no Quadro 2. O resultado indica efetividade da PNRS, uma vez que a maior parte das unidades iniciaram a operação após o ano de sua publicação, em 2010.

Quadro 2 - Ano de início de operação

Ano de início da operação	Aterro
2003	CTR Nova Iguaçu
2007	Madalena
2008	Dois Arcos
2009	Zadar
2010	CTR Itaboraí Essencis
2011	CTR Campos EBMA Nova Friburgo Seropédica Costa Verde
2012	Bob Ambiental Barra Mansa CDTR Paracambi CTR Alcântara
2013	Sapucaia
2014	CDTR Vale do Café
2016	Macuco
2017	CDTR União Norte
2020	Quissamã

Fonte: Elaboração própria (2023)

5 Atendimento aos prazos para encerramento dos lixões

Foi realizado estudo adicional para verificação do cumprimento da Lei nº 14.026/2020 que, conforme informado na introdução, determina os prazos para encerramento dos lixões de acordo com a região e número de habitantes dos municípios. O Quadro 3 apresenta os resultados quanto ao atendimento dos prazos estabelecidos na referida lei, tendo como base o levantamento do ICMS Ecológico 2023 e os dados divulgados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) em 2010.

Quadro 3 - Atendimento à Lei nº 14.026/2020 quanto ao encerramento de lixões. (ANEXO)

Ainda no ano de 2023, foi anunciado o encerramento do Vazadouro de Teresópolis, principalmente devido ao incêndio ocorrido na unidade em junho daquele ano, e também dos de Bom Jesus do Itabapoana e Magé. Portanto, para o ano de 2024 é esperado que o percentual de municípios que ainda utilizam vazadouro municipal caia de 4,3% para 1,08%, restando apenas o de Porciúncula.

6 Considerações Finais

O levantamento considerou a existência de 22 unidades para disposição final de resíduos sólidos urbanos, sendo que apenas 20 estão aptas à operação, já que a de Bongaba passou a ser considerada como vazadouro e a de Tanguá carece de reestruturação para iniciar as operações. Foi destacado que a unidade de Saquarema opera como célula sanitária. O resultado indica evolução do estado com incremento de unidades instaladas que eram 6 no ano de 2010, o que demonstra também bom resultado quanto a efetividade da PNRS, uma vez que a maior parte das unidades iniciaram a operação após o ano de sua publicação.

A análise dos dados informa que 95,6% dos municípios do estado encaminharam os RSU para aterros sanitários no ano de 2023, sendo 88,0 % em aterros do próprio estado do Rio de Janeiro e 7,6% para aterros fora do Estado, em especial no estado de Minas Gerais, e 4,3% ainda encaminhavam seus resíduos para vazadouros municipais. Os vazadouros municipais identificados encontram-se: um na Região Metropolitana, um na Região Serrana e 2 na Região Noroeste Fluminense. Quanto aos que encaminhavam para aterros no Estado de Minas Gerais, 5 são da região serrana e 2 da Região Noroeste Fluminense. Demonstrando que as Regiões Serrana e Noroeste Fluminense são as que mais carecem de investimentos quanto à disposição final de resíduos, com destaque

para ausência de aterros sanitários na Região Noroeste Fluminense.

Quanto ao atendimento da Lei nº 14.026/2020, os municípios de Porciúncula e Bom Jesus de Itabapoana estão dentro do prazo para encerramento dos lixões, com limite até o ano de 2024. Tendo o último anunciado o encerramento do lixão para o dia 7 de novembro de 2023. O município de Teresópolis não atendeu ao prazo, mas devido a um incêndio no dia 27 de junho de 2023, encerrou as atividades no lixão e passou a encaminhar os resíduos para o aterro de Belford Roxo, antigo Bob Ambiental. O município de Magé também não atendeu ao prazo, entretanto em maio de 2023 abriu edital de licitação de concorrência para contratação de empresa para remediação/recuperação do vazadouro de Bongaba [9].

Sendo assim, principalmente comparado ao panorama apresentado para o ano de 2010, é possível concluir avanços na política pública no Estado do Rio Janeiro quanto à destinação adequada dos RSU, tendo a maior parte dos municípios optado pela utilização de aterros sanitários.

Referências

- [1] SALGADO, M F M A; CANTARINO, Anderson Américo Alves. *A riqueza do lixo*. XIII Simpósio de Engenharia de, 2006.
- [2] DEMAJOROVIC J. *A evolução dos modelos de gestão de resíduos sólidos e seus instrumentos*. Cadernos FUNDAP; 1996; 20:47-58
- [3] ICMS ECOLÓGICO. *Memória de cálculo*. Disponível em <http://www.inea.rj.gov.br/icms-ecologico-secretaria-do-ambiente-e-inea-divulgam-resultado/> Acesso em 30 de nov. de 2022.
- [4] BRASIL. *Lei nº 12.305*, de 02 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Brasília, DF, 02 ago. 2010.
- [5] BRASIL. *Lei nº 14.026*, de 15 de julho de 2020. Atualiza o marco legal do saneamento básico e altera a Lei nº 9.984, de 17 de julho de 2000, para atribuir à Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) competência para editar normas de referência sobre o serviço de saneamento, a Lei nº 10.768, de 19 de novembro de 2003, para alterar o nome e as atribuições do cargo de Especialista em Recursos Hídricos, a Lei nº 11.107, de 6 de abril de 2005, para vedar a prestação por contrato de programa dos serviços públicos de que trata o art. 175 da Constituição Federal, a Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007, para aprimorar as condições estruturais do saneamento básico no País, a Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, para tratar dos prazos para a disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos, a Lei nº 13.089, de 12 de janeiro de 2015 (Estatuto da Metrópole), para estender seu âmbito de aplicação às microrregiões, e a Lei nº 13.529, de 4 de dezembro de 2017, para autorizar a União a participar de fundo com a finalidade exclusiva de financiar serviços técnicos especializados. Brasília, DF, 15 jul. 2020.
- [6] IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Documentação do Censo 2022*. Rio de Janeiro: 2023.
- [7] ALERTA LICITAÇÃO. *Edital: Aviso de licitação concorrência nº 3/2023* objeto: contratação de empresa para remediação/recuperação ambiental do vazadouro de Bongaba, localizado no 6º distrito de Magé/RJ. Disponível em: <https://alertalicitacao.com.br/licitacao/DOU-59adfb3969a5c8fcfc87>. Acesso em 15 nov. 2023.
- [8] SNIS. Sistema Nacional de Informações Sobre Saneamento. *Diagnóstico temático manejo de resíduos sólidos urbanos para o ano de 2021*. Disponível em <https://www.gov.br/cidades/pt-br/acesso-a-informacao/acoes-e->

[programas/saneamento/snis/produtos-do-snis/diagnosticos_snis](#). Acesso em 11 abr. 2023. gabrielpmsousa@gmail.com gabrielpmsousa@gmail.com [9] RIO DE JANEIRO (Estado). Secretaria Estadual do Ambiente. O estado do ambiente:

indicadores ambientais do Rio de Janeiro / Organizadoras: Júlia Bastos e Patrícia Napoleão. – Rio de Janeiro: SEA; INEA, 2011

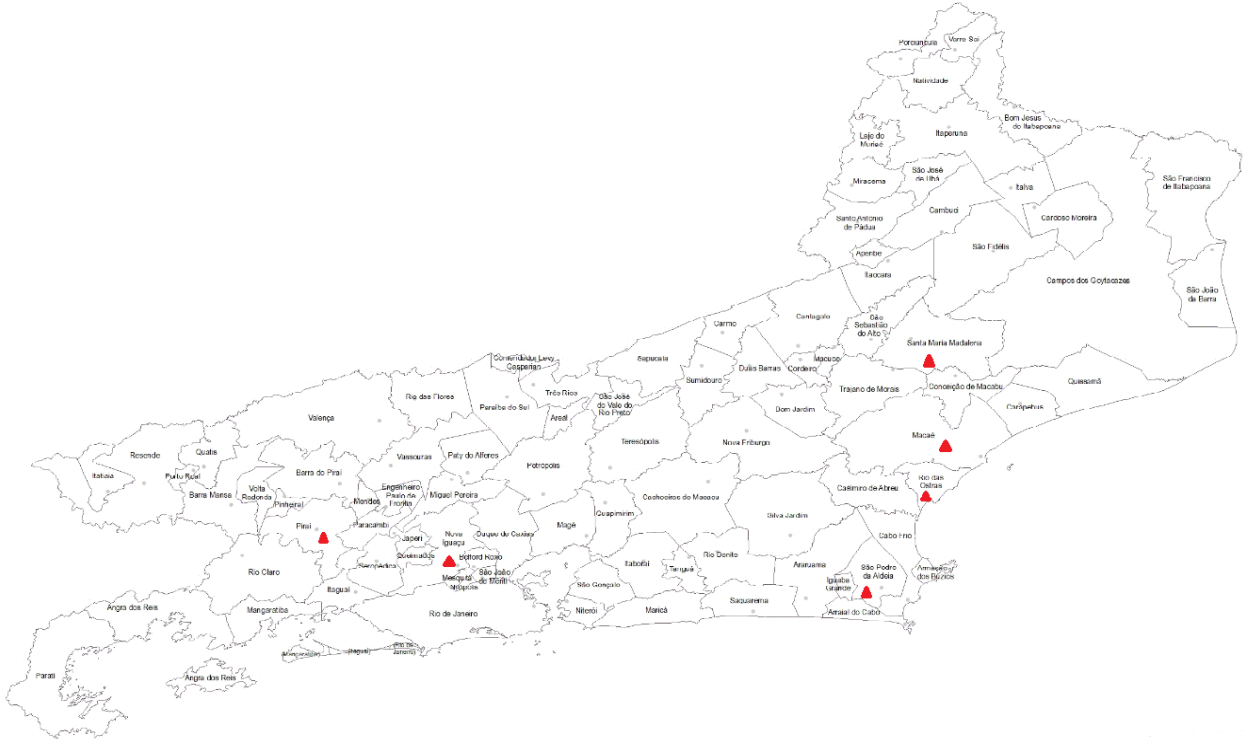
1. Anexos

Quadro 1 - Aterros de RSU, sua localização e municípios destinadores

Nome	Localização	Municípios destinadores
CDTR Vale do Café	Vassouras	Vassouras, Valença, Rio das Flores, Paty do alferes e Barra do Piraí
Dois Arcos	São Pedro da Aldeia	São Pedro da Aldeia, Cabo Frio, Armação dos Búzios, Casimiro de Abreu, Iguaba Grande, Silva Jardim, Araruama e Arraial do Cabo
Tecnosol	Quissamã	Quissamã e Carapebus
Macuco	Macuco	Macuco
MTR Madalena	Santa Maria Madalena	Aperibé, Bom Jardim, Conceição de Macabu, Itaocara, Laje de Muriaé, Santa Maria Madalena, Miracema, Trajano de Moraes, Cambuci, São Sebastião do Alto e Cantagalo
Sapucaia	Sapucaia	Sapucaia
CTR Nova Iguaçu	Nova Iguaçu	Nova Iguaçu, Mesquita, São João de Meriti, Duque de Caxias e Belford Roxo
CTR Campos	Campos dos Goytacazes	Campo dos Goytacazes, São Fidélis, Cardoso Moreira, São Francisco do Itabapoana, Italva, Natividade, Itaperuna, São José de Ubá e São João da Barra
Zadar	Macaé	Macaé
CTR Alcântara	São Gonçalo	São Gonçalo, Niterói, Maricá, Cachoeiras de Macacu e Guapimirim
Essencis	Macaé	Rio das Ostras
CDTR União Norte	Três Rios	Três Rios, Areal, Petrópolis, Comendador Levy Gasparian e Paraíba do Sul
EBMA Nova Friburgo	Nova Friburgo	Nova Friburgo
Ciclus	Seropédica	Seropédica, Rio de Janeiro, Piraí, Itaguaí, Mangaratiba, e Miguel Pereira
CTR Costa Verde	Angra dos Reis	Angra dos Reis e Paraty
CDTR Paracambi	Paracambi	Paracambi, Mendes, Nilópolis, Japeri, Queimados e Eng. Paulo de Frontin
CTR Barra Mansa	Barra Mansa	Barra Mansa, Resende, Porto Real, Itatiaia, Pinheiral, Quatis, Rio Claro, Volta Redonda
Saquarema	Saquarema	Saquarema
CTR Itaboraí	Itaboraí	Itaboraí, Rio Bonito e Tanguá
Bob Ambiental	Belford Roxo	Não estava operando

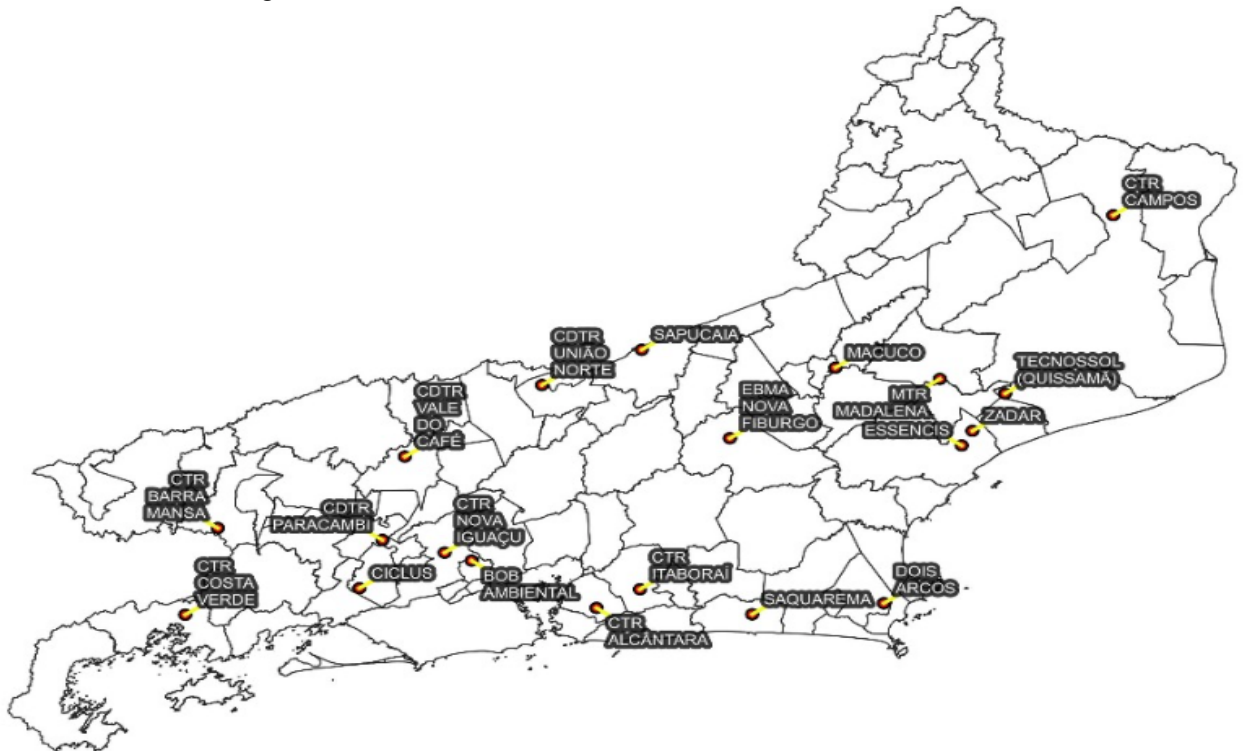
Fonte: Elaboração própria, com base no ICMS Ecológico do ano de 2023 (2024)

Figura 2 - Aterros sanitário no Estado do Rio de Janeiro no ano de 2010



Fonte: Elaboração própria (2023).

Figura 3 - Aterros sanitário no Estado do Rio de Janeiro no ano de 2023



Fonte: Elaboração própria (2023).

Quadro 3 - Atendimento à Lei nº 14.026/2020 quanto ao encerramento de lixões

Município	Região	Habitantes (IBGE, 2010)	Prazo para encerramento de lixões (Lei nº 14.026/2020)	Situação quanto ao prazo da Lei nº 14.026/2020
Magé	Metropolitana	227.322	2021	Não atendido
Teresópolis	Serrana	163.746	2022	Não atendido
Porciúncula	Noroeste Fluminense	17.760	2024	Dentro do prazo
Bom Jesus do Itabapoana	Noroeste Fluminense	35.411	2024	Dentro do prazo

Fonte: Elaboração própria (2023)



O Lean Construction no planejamento e execução de uma obra de alto padrão

Lean Construction in the planning and execution of a high standard project

MELO, Leonardo do Nascimento¹; OLIVEIRA, Gabriel Luís Martins²; NEVES, Elys Regina Rego Sampaio³; LEITE, Luciana Rosa⁴.

leonardonasc.melo@gmail.com¹; gabrielmartins.eng@hotmail.com². elysregina@ifma.edu.br³. luciana.leite@udesc.br⁴.

¹Mestrando em Engenharia Civil, PPGE/UDESC, Joinville.

²Engenheiro Civil, IFMA, São Luís.

³Especialista, DCC/IFMA, São Luís.

⁴Doutora, PPGE/UDESC, Joinville

Informações do Artigo

Palavras-chave:

Canteiro de obras;

Gestão de obras;

Custos;

Prazos.

Key words:

Construction site;

Construction management;

Costs;

Deadlines

Resumo:

O setor da construção civil, mesmo após o impacto causado pela pandemia do COVID-19, mantém uma posição relevante na economia brasileira, porém o setor ainda apresenta números negativos em relação à produtividade, custos e qualidade nos produtos entregues. Para contornar essa situação, algumas empresas buscam adotar novas abordagens executivas e uma das emergentes no mercado é o Lean Construction. Desse modo, o presente artigo tem como objetivo analisar a aplicação da metodologia em uma obra residencial de alto padrão. O procedimento metodológico escolhido consiste em um estudo de caso em uma obra na cidade de Raposa -MA e a coleta de dados se deu por meio de análise holística e comparação entre orçamentos e planejamentos com os custos e prazos finais. A aplicação dos conceitos da construção enxuta apresentou redução no tempo de ciclo entre as atividades e, conseqüentemente, resultando em redução no custo e nos prazos finais da obra.

Abstract

The construction sector, even after the impact caused by the COVID-19 pandemic, maintains a relevant position in the Brazilian economy, however the sector still presents negative numbers in relation to productivity, costs and quality of the products delivered. To overcome this situation, some companies seek to adopt new executive approaches and one of the emerging ones on the market is Lean Construction. Therefore, this article aims to analyze the application of the methodology in a high-end residential project. The chosen methodological procedure consists of a case study on a construction site in the city of Raposa -MA and data collection took place through holistic analysis and comparison between budgets and plans with final costs and deadlines. The application of lean construction concepts resulted in a reduction in cycle time between activities and, consequently, resulting in a reduction in the cost and final deadlines of the work.

1. Introdução

O setor da construção civil tem passado por mudanças significativas nas últimas décadas e, mesmo com o impacto causado pela pandemia do COVID-19, o setor vem mantendo um posicionamento de destaque dentro da economia brasileira [1]. Esse aspecto decorre do fato de que a construção civil é um setor que apresenta elevados custos nos insumos que compõem seu produto final [2]. Entretanto, o setor apresenta baixa produtividade, além de problemas projetuais que vão desde a concepção, compatibilização e/ou execução do empreendimento [3].

No atual *status* do mercado da construção civil, as construtoras almejam uma posição de competitividade, buscando entregar propostas de qualidade, aperfeiçoamento dos processos e melhorando o desempenho de questões socioambientais [4]. Ainda segundo estes autores, para que a empresa se consolide no cenário da construção civil, ela deve focar na redução de desperdícios no canteiro de obras, melhora na gestão dos recursos disponíveis e na entrega de processos mais eficientes.

Uma das alternativas viabilizadas por algumas construtoras para aumentar a competitividade e presença de mercado foi a adoção da filosofia *Lean Construction* (LC) em seus processos, tanto na área de planejamento quanto na área de execução de obras [5]. O LC pode ser definido como uma abordagem que visa a otimização dos processos e atividades na construção civil por meio da compreensão e entrega de valor a fim de melhorar a entrega final de um produto, no caso da indústria construtora, uma obra [6].

Os princípios da filosofia *Lean Construction* no planejamento de obras estão relacionados com o ato de fazer mais com menos, isto é, proporcionar aos clientes uma qualidade e rapidez no serviço, utilizando-se de recursos de material e mão de obra reduzidos [7]. Entretanto, ainda segundo os autores, é importante ressaltar que para o emprego da filosofia enxuta ser exitoso, as construtoras devem investir em treinamento de sua mão-de-obra.

Portanto, o objetivo deste trabalho foi analisar a aplicação da filosofia *Lean construction* em uma obra residencial de alto padrão no município de Raposa - MA como ferramenta na busca por redução de prazos, custos e entrega de um serviço de qualidade.

Este artigo é estruturado da seguinte forma: na primeira seção é apresentado o problema de pesquisa e o objetivo do trabalho. Na seção 2, apresenta-se o referencial teórico abordando alguns conceitos necessários na pesquisa. Na seção de procedimento metodológicos, justifica-se a escolha do método e apresenta-se as técnicas de coletas de dados. Na quarta seção são apresentados os resultados e discussões e as considerações finais são feitas na última seção.

2. Referencial teórico

2.1 Residências de alto padrão

As residências de alto padrão apresentam características distintas que as diferenciam de construções convencionais. Essas características são fundamentais na valorização da edificação e são amplamente reconhecidas no mercado imobiliário. Dentre elas, podemos citar a sua localização, edificações de alto padrão são localizadas em bairros tidos como “nobres”, em regiões bem estruturadas e centrais. Outro aspecto trata-se dos materiais e acabamentos da edificação, em projetos de alto padrão são utilizados materiais nobres, tais como granitos, mármore e metais refinados. Residências de alto padrão possuem áreas de lazer completas, são reconhecidas por sua segurança e privacidade e possuem sistemas tecnológicos e com automação [8].

Residências de alto padrão são orientadas pela busca contínua da satisfação do cliente. Nesse contexto, as personalizações solicitadas pelo proprietário, não apenas na fase de projeto, mas também durante a construção, podem incorrer em desafios significativos. Alguns desses desafios incluem retrabalho, redução na produtividade da mão-de-obra, incompatibilidade de projeto, atrasos no

cronograma físico-financeiro. Em suma, percebe-se que a busca pelo equilíbrio entre personalização e eficiência construtiva é essencial para o sucesso de projetos de alto padrão. [9].

2.2 Lean Construction

A filosofia enxuta foi incluída na indústria da construção civil focando na compressão de valor para o cliente final e na redução de desperdícios [6]. O *Lean Construction* trata-se de um conceito de gestão adaptado da produção que tem seu início marcado pela publicação do relatório “*Application of the new production philosophy to construction*” em 1992 que enumerou onze princípios do Sistema Toyota de produção (STP) adaptados para o setor da construção civil, sendo eles:

- Reduzir de atividades que não agregam valor;
- Aumentar o valor agregado a partir das considerações do cliente;
- Reduzir a variabilidade;
- Reduzir o tempo de ciclo de cada atividade;
- Simplificar processos reduzindo o número de etapas;
- Aumentar flexibilidade no processo construtivo;
- Aumentar transparência dos processos;
- Focar no controle do processo como um todo;
- Implantar a melhoria contínua nos processos;
- Equilibrar a melhoria do fluxo com a melhoria da conversão;
- Benchmark.

O LC é comumente implementado na construção por meio de ferramentas voltadas para organização dos canteiros de obras, redução do consumo de matéria prima, planejamento e controle de obras, dentre outras atividades. Dentre as ferramentas do

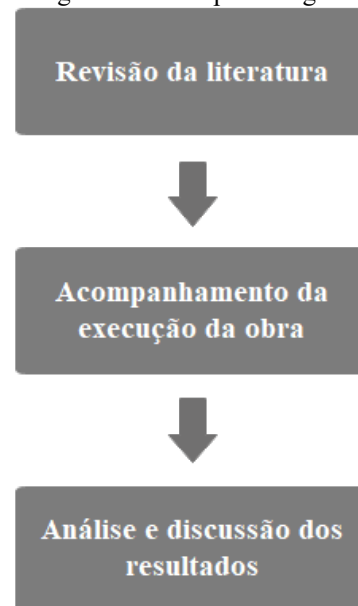
LC, pode-se destacar o *Last Planner System* (LPS), o Mapeamento do Fluxo de valor (MFV), os 5 sentidos (5S), *Poka Yoke*, *Just-in-time* (JIT) e gestão visual [10].

A implementação da filosofia enxuta resulta em inúmeros benefícios para o mercado, dentre eles a melhora no desempenho corporativo, a redução de desperdícios dentro do canteiro de obras, redução de custos, padronização do trabalho e o aumento de produtividade [11].

3. Procedimentos metodológicos

A fim de atingir o objetivo estabelecido, a pesquisa de natureza qualitativa do presente artigo tem sua metodologia dividida em três etapas: a primeira etapa constituiu-se por uma revisão da literatura acerca do Lean Construction para compreensão do tema; a segunda etapa parte de um estudo de caso para análise das atividades e dos processos de aplicação das ferramentas da construção enxuta e a relação entre métodos de gestão construtivas adotados pela construtora; e por fim, realizou-se uma análise dos dados obtidos, conforme Figura 1.

Figura 1 – Exemplo de figura



Fonte: Os autores

Segundo Meirinhos e Osório [12], estudos de caso são necessários em pesquisas

que buscam responder problemas que são iniciados em “como” ou “por que”, uma vez que metodologia permite uma investigação de fatos que necessitem de uma abordagem qualitativa e/ou quantitativa para compor parte do estado da arte de determinados temas. Por esse motivo, o estudo de caso foi selecionado, uma vez que a pesquisa busca compreender como o *Lean Construction* pode impactar nos prazos e custos de obras de alto padrão.

A coleta dos dados foi constituída por medições em campo, acompanhamento das atividades investigadas, levantamento de quantitativos de projetos e comparação com índices de produtividade já existentes fornecidos pelo banco de dados da própria construtora.

Após a coleta dos dados, foram apresentados os benefícios do uso das ferramentas da construção enxuta no canteiro de obras, as diferenças físico-financeiras entre as abordagens de gestão adotadas, visando a redução dos custos e prazos, assegurando a qualidade e empregando os índices de produtividade como parâmetro de comparação.

Os dados apresentados neste trabalho são resultado da comparação do orçamento e planejamento inicial da obra feito pela construtora por meio do método tradicional de construção com o tempo de execução e custos a partir da adoção dos métodos e princípios do *Lean Construction* com o objetivo de impactar positivamente o valor da obra.

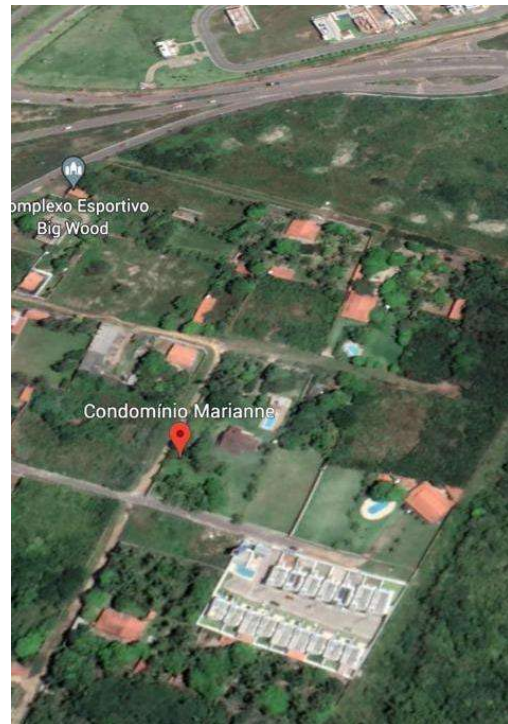
4. Resultados e discussão

4.1 Estudo de caso

A obra analisada trata-se de construção de casas alta padrão no condomínio Marianne, localizado no Alto do Farol, número 001, Raposa - MA, conforme Figura 2. O condomínio Marianne é constituído por casas duplex de alto padrão com área construída de 143 m² e terreno de 163 m².

O condomínio possui 25 unidades residenciais, entretanto a aplicação do *Lean Construction* se concentrou em apenas uma residência para analisar o efeito da abordagem na execução desse empreendimento.

Figura 2 – Localização do Condomínio Marianne.



Fonte: Google Maps [13]

4.2 *Lean Construction* no Layout da obra

O layout do canteiro de obra foi definido de acordo com o projeto arquitetônico, com base no cronograma físico-financeiro e pelo plano de ataque do setor de planejamentos conforme princípios da metodologia *Lean Construction*. Segundo Alencar *et al* [14], o planejamento do layout em um canteiro de obras possui direto impacto na produtividade dos trabalhadores, uma vez que o planejamento comporta a organização, limpeza do canteiro, bem-estar dos funcionários e a sua respectiva segurança.

Os agregados graúdos e miúdos eram disponibilizados em quantidades consideráveis, aproveitando o amplo espaço disponível. Essa prática pode ser observada na Figura 3. O procedimento consistia em descarregar o material fornecido pelo

fornecedor diretamente no canteiro. Em seguida, um funcionário de apoio da empresa transportava esses agregados até suas respectivas baias, utilizando um carro de mão, conforme a demanda de utilização. Essa abordagem visava evitar a formação de estoques desnecessários nas proximidades das áreas de movimentação dos trabalhadores, uma vez que, segundo Marins e Alves [15], os estoques excessivos causam danos físicos ao material, como deterioração, e ocupação de espaços que são considerados preciosos no canteiro de obras.

Figura 3 – Armazenamento dos agregados graúdos e miúdos.



Fonte: Os autores.

Os tijolos eram fornecidos em quantidade acima de mil tijolos por vez e estavam sendo descarregados próximos a cada um dos lotes, para facilitar o transporte para o interior de cada unidade residencial, conforme Figura 4.

Figura 4 – Armazenamento dos tijolos.



Fonte: Os autores.

No contexto das instalações hidrossanitárias e materiais estruturais, acomodava-se as tubulações de PVC (policloreto de vinil) e as ferragens das sapatas a uma distância maior do ponto de utilização. Essa prática era necessária devido à demanda por espaço adicional. As tubulações e ferragens eram fornecidas em comprimentos de seis metros e não podiam ser armazenadas nas proximidades da edificação em construção.

Entretanto, com a implementação de técnicas de gestão visual, esses materiais foram organizados de acordo com a bitola (diâmetro) para facilitar a seleção durante o processo de corte e dobra, como ilustrado na Figura 5. Essa abordagem otimizou a logística e permitiu um fluxo mais eficiente no canteiro de obras. O sistema de gestão visual está entre uma das técnicas do LC mais utilizadas pelas empresas da construção civil brasileira [11].

Figura 5 – Armazenamento das ferragens.



Fonte: Os autores.



Fonte: Os autores.

Para o armazenamento do cimento, foi implementada uma adaptação da ferramenta *Kanban*, permitindo que todos os funcionários visualizassem a quantidade de sacos de cimento disponíveis no estoque. Essa abordagem possibilitou a comunicação eficiente com o gestor, indicando quando era preciso solicitar reposição, conforme ilustrado na Figura 6. A utilização da ferramenta Kanban no canteiro de obras permite autonomia aos trabalhadores, uma vez que ela facilita a compreensão de como se dá a distribuição dos insumos pelas atividades executadas [16].

Figura 6 – Adaptação da ferramenta *Kaizen* no armazenamento de pacotes de cimento.

No sistema de controle visual adotado, a marcação verde sinalizava que o estoque de cimento era suficiente, permitindo seu uso sem a necessidade imediata de reposição. A marcação branca, por sua vez, indicava uma quantidade razoável de cimento em estoque, mas demandava atenção para avaliar as atividades em andamento e validar a necessidade de reabastecimento. Já a marcação vermelha apontava urgência na reposição do material, visando evitar a paralisação das atividades em execução.

4.3 *Lean Construction* nas etapas construtivas da obra

O projeto estrutural foi especificado que as sapatas deveriam ter dimensões de 135 cm x 190 cm. Entretanto, durante a escavação, optou-se por utilizar dimensões ligeiramente maiores, ou seja, 145 cm x 205 cm. Posteriormente, para ajuste de medidas, foram empregadas fôrmas laterais confeccionadas com madeira serrada de 2ª categoria. Além disso, para nivelamento do fundo, lançou-se um lastro de cimento, areia e brita 1, com espessura média de 5 cm.

No entanto, ao analisar o processo sob a perspectiva do pensamento enxuto, identificou-se que parte da escavação e do lastro de concreto poderiam ser consideradas como superprodução. De acordo com os

princípios do pensamento enxuto, tais excessos são classificados como desperdícios. Portanto, a escavação das sapatas foi realizada utilizando dimensões iguais às projetadas, visando minimizar desperdícios e otimizar o processo. Segundo Mandujano [17], a superprodução é abordada em cerca de 30% dos artigos relacionados aos desperdícios em canteiros de obra, sendo assim considerado necessário a sua eliminação para que seja agregado valor ao produto final.

Para impermeabilizar as sapatas, as suas laterais e fundo foram revestidos com lona plástica preta, admitindo uma borda de 10 cm de largura para permitir o fechamento da face superior, colando as bordas com emulsão asfáltica, conforme figura 7.

Figura 7 – Execução das sapatas após eliminação das etapas com desperdícios.



Fonte: Os autores.

A eliminação destas etapas resultou em uma economia de 34,27% no custo da atividade, conforme apresentado na Tabela 1 (Apêndice A).

Com o intuito de otimizar o processo de concretagem da infraestrutura, optou-se por terceirizar a execução das fôrmas. Essa decisão foi respaldada pelo setor de planejamento da construtora, visando

aprimorar a produtividade no canteiro de obras. Originalmente, a construtora estimava que a execução das fôrmas, realizada internamente, demandaria 21 dias, considerando todos os processos necessários. No entanto, com a terceirização dessa atividade, o prazo foi reduzido para 17 dias, resultando em uma economia de custos de aproximadamente 5% (ver Apêndice A).

O processo de execução de alvenaria era, inicialmente, com a busca de tijolos necessários em baía de armazenagem específica, no entanto, essa abordagem resultava em ineficiência produtiva. Para otimizar o processo, adotou-se uma nova estratégia onde os tijolos eram dispostos em frente a cada unidade de casa, e os trabalhadores buscavam a quantidade necessária para a construção.

Essa atividade foi realizada nas etapas de alvenaria para o térreo, pavimento superior e caixa d'água, podendo então serem executadas em 15 dias para cada pavimento. Além disso, reconhecendo que outras fases do projeto dependiam da alvenaria concluída, decidiu-se posicionar a quantidade exata de tijolos necessários em cada pavimento, levando em consideração as dimensões das paredes e painéis, conforme ilustrado na Figura 8.

Adicionalmente, para melhorar a eficiência nas atividades de construção, as vergas e contra vergas foram pré-moldadas no próprio canteiro de obras. Desse modo, o processo de execução das alvenarias foi reduzido para 5 dias por pavimento e com uma redução nos custos de 3,6%.

Pelo método convencional as alvenarias receberiam o chapisco misturado manualmente, traço 1:3, aplicado sobre alvenaria com colher de pedreiro, onde posteriormente seria aplicada uma camada de emboço com traço 1:6, com aditivo colante e espessura de 25 mm, e por fim, o reboco também misturado manualmente, com traço 1:6 de cimento e areia com espessura média de 25 mm.

Figura 8 – Separação e organização de alvenaria para paredes e painéis.



Fonte: Os autores.

O método otimizado empregado no canteiro de obras foi a aplicação da massa única com aditivo colante no lugar do emboço e reboco, esse revestimento de massa única com aditivo colante foi utilizado tanto para alvenarias das áreas molhadas, como cozinhas e banheiros, quanto para áreas secas, conforme Figura 9.

Figura 9 – Execução de reboco com aditivo colante.



Fonte: Os autores.

Os custos para a aplicação da massa única convencional sobre as alvenarias englobaram além do valor da própria atividade, o custo do chapisco, necessário para garantir a aderência. A aglutinação dessa atividade resultou em um aumento de R\$

2.291,20 no custo, isso ocorre porque o processo da massa única é mais caro que o processo convencional, entretanto essa diferença de custo será compensada na produtividade do serviço, pois a utilização da massa única diminui de forma considerável o tempo de execução do revestimento, indo de 28 para 18 dias.

5. Considerações finais

O objetivo deste estudo foi analisar os resultados da aplicação da filosofia *Lean Construction* em uma obra residencial de alto padrão localizada no município de Raposa, Maranhão. O estudo de caso utilizado para essa pesquisa evidenciou que a análise do contexto geral da obra e dos processos construtivos é essencial para assegurar a eficiência na aplicação dos conceitos da construção enxuta.

No contexto desta pesquisa, observou-se que o canteiro de obras existia desperdícios relacionados a movimentações desnecessárias e dificuldades de armazenamento, como o posicionamento dos tijolos e a separação das ferragens. Esses desperdícios impactaram negativamente no fluxo contínuo das atividades e não contribuíram para o valor final da obra. No entanto, ao realizar um estudo de melhoria no layout do canteiro de obras, alinhando-se aos princípios da construção enxuta, foi possível reduzir essas atividades.

A aplicação dos princípios da construção enxuta em uma obra residencial de alto padrão em Raposa, Maranhão, demonstrou que a redução das atividades que não agregam valor, bem como a diminuição do tempo de ciclo e a adoção de métodos de execução diferenciados, podem resultar na redução dos custos e no cumprimento do prazo da obra, otimizando, assim, os processos construtivos.

Este trabalho possui relevância tanto para o âmbito acadêmico quanto profissional. Ele contribui para a avaliação positiva dos impactos físico-financeiros resultantes da aplicação do *Lean Construction* em obras de alto padrão no estado do Maranhão. Além

disso, pode servir como um incentivo para que outras empresas maranhenses adotem essas práticas em seus canteiros de obra.

Por fim, este estudo apresenta algumas limitações. A análise concentrou-se na execução de atividades específicas em uma residência de um complexo de obras e adotou algumas ferramentas do Lean Construction de maneira adaptada. Portanto, recomenda-se que estudos futuros incluam a análise de uma obra completa, a fim de avaliar o impacto do Lean Construction em projetos de alto padrão na região maranhense, utilizando os princípios e ferramentas da filosofia sem adaptações.

6. Referências

- [1] COLARES, A. C. V.; GOUVÊA, D. A. P.; COSTA, J. S. *Impactos da pandemia do covid-19 no setor de construção civil*. Percurso Acadêmico, v. 11, n. 21, p. 188-208, 2021.
- [2] ALBUQUERQUE, D. L. S, et al. *Análise comparativa entre os preços na construção civil pré e pós-pandemia*. Caderno de Graduação-Ciências Exatas e Tecnológicas-UNIT-Alagoas, v. 7, n. 1, p. 23-23, 2021.
- [3] GOMES, L. N.; ALMEIDA, D. H. *Impacto da ausência de compatibilização de projetos na execução de uma obra residencial*. The Journal of Engineering and Exact Sciences, v. 7, n. 1, p. 11922-01-09e, 2021.
- [4] COSTA, G. S. et al. *Alinhamento Estratégico em Empresas que Implantaram a Construção Enxuta em Fortaleza/CE*. In: Simpósio Brasileiro De Gestão E Economia Da Construção, v. 6, 2009.
- [5] RIBEIRO, A. A. et al. *Lean construction na indústria da construção civil brasileira: uma revisão sistemática da literatura*. Revista de engenharia e tecnologia, v. 12, n. 4, 2020.
- [6] KOSKELA, L. *Application of the new production philosophy to construction*. Stanford, 1992. Technical Report n.72. Center for Integrated Facility Engineering (CIFE), Stanford University.
- [7] BASTOS, R. S. A. et al. *Aplicação do Lean Construction no apoio à tomada de decisão de etapa crítica do planejamento: estudo de caso em reforma residencial*. Revista de Gestão e Secretariado (Management and Administrative Professional Review), v. 13, n. 3, p. 1439-1460, 2022.
- [8] DUBEUX, M. *O que define os imóveis de alto padrão? Confira 6 características*. MOURA DUBEUX. 02 de agosto de 2023. Disponível em: <https://mouradubeux.com.br/blog/o-que-define-os-imoveis-de-alto-padrao/#:~:text=Se%20voc%C3%AA%20leu%20at%C3%A9%20aqui,tecnologia%20avan%C3%A7ada%20e%20design%20diferenciado>. Acesso em: 12 de março de 2023.
- [9] ULHÔA, C. G.; BRANDSTETTER, M. C. *O impacto das personalizações de apartamentos no avanço físico de um empreendimento de alto padrão*. In: Encontro Nacional De Tecnologia Do Ambiente Construído, v. 18, n. 1, p. 1-8, 2020.
- [10] FERREIRA, K. A.; FIUZA, G. C. P.; OLIVEIRA, P. C. L. *Uma revisão sistemática sobre ferramentas e técnicas adotadas na construção enxuta*. In: XL Encontro Nacional de Engenharia de Produção, ENEGEP Web Brasil, v. 40, 2020.
- [11] RIBEIRO, A. A. et al. *Lean Construction na indústria da construção civil brasileira: uma revisão sistemática da literatura*. Revista Mundi Engenharia, Tecnologia e Gestão v. 6, n. 2, 2021.
- [12] MEIRINHOS, M.; OSÓRIO, A. *O estudo de caso como estratégia de investigação em educação*. EduSer, v. 2, n. 2, 2010.

- [13] GOOGLE MAPS. *Localização do Condomínio Marianne*. Disponível em: <https://www.google.com.br/maps/place/Condom.+Marianne+-+CAP+engenharia/data=!4m7!3m6!1s0x7f6959e6a10d3f7:0x33586be1ed47285a!8m2!3d-2.474273!4d-44.1715811!16s%2Fg%2F11snt17vk2!19sChIJ99MQap6V9gcRWihH7eFrWDM?authuser=0&hl=pt-BR&rclk=1> Acesso em: 05 de fevereiro de 2024.
- [14] ALENCAR, A. R. *et al. A importância do layout do canteiro de obras na produtividade da mão de obra em União da Vitória (PR)*. In: Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia, Belém, 2017.
- [15] MARINS, L. R.; ALVES, L. A. *Logística Aplicada ao Canteiro de Obras*. Boletim do Gerenciamento, v. 7, n. 7, p. 41-19, 2019.
- [17] MANDUJANO, M. G. *et al. Identifying waste in virtual design and construction practice from a Lean Thinking perspective: A meta-analysis of the literature*. Revista de la Construcción, v. 15, n. 3, p. 107-118, 2016.

7. Apêndices

APÊNDICE A

Tabela 1 – Pesquisa qualitativa versus pesquisa quantitativa

Serviço	Custo inicial (R\$)	Custo após aplicação do LC (R\$)	Variação (R\$)	Variação (%)
Sapatas	2.205,27	1.449,45	755,82	34,27
Fôrmas para pilares, vigas, lajes e escadas	9.717,35	9.250,67	466,68	4,8
Paredes e painéis	13.150,92	12.681,90	469,02	3,6
Revestimento argamassado	9709,46	12.000,66	-2.291,20	-23,6

Fonte: Os autores



Resíduos de Construção Civil no Brasil e na Itália: Enfoque nas Normas e nas Tecnologias de Sustentabilidade

Civil Construction Waste in Brazil and Italy: Focus on Sustainability Standards and Technologies

MARCHI, Cristina M. Dacach Fernandez¹; BOHANA, Mirela Carvalho²; JESUS, Gilciana de³
cristina.marchi@pro.ucsal.br¹; mirela.bohana@ucsal.edu.br²; gilciana.dejesus@unibo.it³

¹ Administradora, Doutora em Geologia, Lider GP Gamdes, Professora do PPGTAS da UCSAL, Salvador Bahia.

² Engenheira, Mestre em Planejamento Ambiental, Membro GP GamDes, UCSAL, Salvador, Bahia.

³ Arquiteta, Mestre em *Rigenerazione Sostenibile – Progetto multidisciplinare per ricostruire la città resiliente* – Universidade de Bolonha, Atua no Setor *Sustentabilidade de Ateneo* (ITA) da Universidade de Bolonha. Itália

Informações do Artigo

Palavras-chave:

*Resíduos da construção
Tecnologias sustentáveis
Estudo comparativo.*

Key word:

*Construction waste
Sustainable technologies
Comparative study*

Resumo:

O desenvolvimento sustentável traz princípios fundamentais para a mudança no modo de produção linear presente na maioria das obras de engenharia civil. Esse estudo tem como objetivo discutir o desenvolvimento sustentável com foco na construção civil e apresentar normas brasileiras e italianas e tecnologias vinculadas à sustentabilidade no manejo dos resíduos de construção e demolição desses dois países. Trata-se de um estudo empírico, de caráter qualitativo. Os resultados exibem alguns desafios e possíveis soluções provenientes das possíveis relações entre os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável e o setor da construção civil e apresentam inter-relações entre as normas brasileiras e italianas que se vinculam à Sustentabilidade da Construção Civil. Conclui que a análise das legislações apresentou como resultado prioridade na defesa do meio ambiente.

Abstract

Sustainable development brings fundamental principles to change the linear production mode present in most civil engineering works. This study aims to discuss sustainable development with a focus on civil construction and present Brazilian and Italian standards and technologies linked to sustainability in the management of construction and demolition waste. This is an empirical, qualitative study. The results show some challenges and possible solutions arising from the relationships between the Sustainable Development Goals and the civil construction sector and reveal interrelationships between Brazilian and Italian standards that are linked to the Civil Construction's Sustainability. It concludes that the analysis of the legislation presented priority in the defense of the environment.

1. Introdução

A capacidade de regeneração do planeta e o futuro dos seres vivos avançam no caminho da incerteza. Diante deste cenário, fica evidente que o modo de vida dos seres humanos não se sustenta mais. O passivo de séculos de exploração desenfreada do meio ambiente é poluição, desmatamento, degradação do solo, extinção de espécies e superpopulação.

Passadas mais de três décadas da Conferência Rio 92, o avanço ainda é insuficiente no que diz respeito ao desenvolvimento sustentável no mundo. Como muitas metas da Agenda 21 não foram alcançadas, e os problemas socioambientais progredem a passos largos, a Organização das Nações Unidas (ONU), em 2015, definiu 17 objetivos e 169 metas para o Desenvolvimento Sustentável a serem atingidas até 2030. A Agenda 2030 [1] prevê, entre outros, três objetivos relacionados à construção civil, uma vez que esse setor é de grande importância para o desenvolvimento econômico e social de uma nação. São eles: água e saneamento para todos; construção de estruturas resilientes; e, garantia de consumo e produção sustentáveis.

O desenvolvimento sustentável traz princípios fundamentais para a mudança no modo de produção linear presente na maioria das obras de engenharia civil. Esse modo de produção gera muitas perdas, retrabalho e consequentemente grande volume de resíduos sólidos, fazendo com que a construção civil seja considerada a maior geradora de volume de RCD do planeta. Para Augusto Euphrosino *et al.* [2] a indústria da construção civil é uma das que mais contribuem com o prejuízo ambiental devido seus altos índices de perdas e desperdícios.

O estudo de Paulino *et al.* [3] aponta duas estimativas de geração de resíduos de construção e demolição (RCD) no Brasil, uma superestimada, que considera um indicador mediano de geração per capita de 500 kg/hab.ano, perfazendo aproximadamente 100 milhões de toneladas de RCD/ano. A outra

estimativa, publicada em 2018 pela Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais [4], é declarada como subestimada, já que calcula cerca de 44 milhões de toneladas de RCD produzidas ao ano. Os autores cogitam que a geração de RCD no Brasil pode estar mais próxima da primeira estimativa, ou seja, 100 milhões de resíduos gerados pela indústria da construção civil anualmente no território brasileiro. Além de grande geração de RCD, que impacta o meio ambiente, outro problema ambiental se encontra relacionado ao consumo excessivo dos recursos naturais. “A indústria de materiais consome aproximadamente 50% dos recursos naturais extraídos”. (p. 78) [5]

Outro país aqui tratado, a Itália, que ocupa o sexto lugar na Europa como produtor de RCD, as obras de restauração são fundamentais, porque o patrimônio erigido é muito antigo ou reconstruído, grande parte de micro intervenções para conservação das edificações se vincula ao período após 1945, ano da Segunda Grande Guerra Mundial. Consequentemente, essa prática vem trazendo impactos irreversíveis ao meio ambiente [6]. Considerando as atuais práticas de construção, demolição e reformas, a Diretiva Europeia nº DIR2008/98/EU colocou como objetivo para os estados-membros a reciclagem de 70% do material de construção originado nos canteiros de obras [7]. Esse índice é para alguns países europeus mais fácil de ser alcançado. Porém, esse não é o caso da Itália.

Em toda a península itálica a necessidade de adequar essa Diretiva aos prédios antigos tombados pela “Soprintendenza Archeologia Belle Arti e Paesaggio” traz preocupações. Esses prédios devem ser restaurados com materiais originais, pois a Itália é um dos poucos países europeus que defendem a conservação dos monumentos, não admitindo a modificação dos mesmos com o uso de novos materiais, aumentando o consumo de insumos que são provenientes de fontes não renováveis.

Augusto Euphrosino *et al.* [2] consideram os benefícios gerados pela reciclagem do RCD citando a redução no consumo de recursos naturais não renováveis (brita e areia), a redução das áreas necessárias para aterros, a redução da poluição, a geração de novos postos de trabalho e a produção de insumos de construção a baixo custo.

Diante das razões expostas, esse estudo tem como objetivo discutir o desenvolvimento sustentável com foco na construção civil e apresentar normas brasileiras e italianas e tecnologias vinculadas à sustentabilidade no manejo dos resíduos de construção e demolição desses dois países.

2. Metodologia

Trata-se de um estudo empírico, de caráter qualitativo, cujo objeto de pesquisa é investigar normas de dois países relacionadas ao manejo dos resíduos sólidos da construção e demolição sob a ótica da sustentabilidade ambiental. A busca pelos dados foi conduzida de forma não sistemática e o acervo utilizado incluiu a biblioteca virtual Scientific Electronic Library Online (SCIELO), por meio dos descritores Resíduos da Construção e Demolição; Normas; Tecnologias Sustentáveis, Itália e Brasil. Outras fontes de informação consultadas foram os portais eletrônicos do PNUD e da Biblioteca virtual da Universidade de Bolonha, a fim de nortear as buscas por documentos oficiais e científicos relacionados às políticas públicas de resíduos sólidos da construção; de promoção de sustentabilidade por meio de tecnologias inovadoras do setor no Brasil e na Itália e de enfrentamento à degradação ambiental.

A pesquisa foi realizada pelas autoras entre os anos de 2020 a 2023, sem limitação quanto aos âmbitos linguístico e geográfico, área de conhecimento ou ano de publicação. Foram selecionadas para análise publicações originais, de revisão e de literatura cinzenta que abordassem o tema de interesse, identificado a partir da leitura do título, seguida da leitura do resumo e, por fim, do

texto completo. Após verificada a compatibilidade do material com a questão de pesquisa, foi conduzida a análise das informações por meio de leitura exploratória.

Os dados analisados foram categorizados por área temática. Primeiramente, foram agrupadas todas as informações referentes aos resíduos sólidos da construção, tendo como eixos norteadores as normas ligadas aos dois países pesquisados. Em seguida, foram agrupados os dados referentes à sustentabilidade, sendo priorizadas as informações relacionadas à poluição ambiental causada pelo descarte inadequado deste tipo de resíduo. Os dados referentes às tecnologias inovadoras foram analisados e tratados de forma transversal nos dois grupos. As informações de interesse foram reunidas em uma planilha de síntese de referências, a fim de facilitar o processo de tabulação dos dados e elaboração do texto final.

3. Revisão Literatura

3.1 Desenvolvimento Sustentável e a Construção Civil

A construção civil tem papel de destaque na economia de um país devido ao seu poder de encadeamento e seu impacto direto na economia.

Brasileiro *et al.* [8] expressam que devido à grandiosidade da cadeia produtiva da indústria da construção civil “(...) fica claro que não é possível alcançar o desenvolvimento sustentável sem que a indústria da construção também se torne sustentável”. (p.180) [8]

A contribuição para o fortalecimento econômico provocado pela indústria da construção dos países em desenvolvimento é apresentada pelos dados de Meyers [9], que registra o setor colaborando entre 15% a 20% para o crescimento do PIB, pois representa uma quantidade significativa de investimento durante o desenvolvimento de uma nação.

O passivo ambiental, fruto do consumo de recursos naturais, da mudança da paisagem e da geração de resíduos, é um problema

mundial. Dessa forma, o conceito de sustentabilidade passa a ser inserido como paradigma da construção civil, tendo como grande desafio equilibrar as necessidades dos seres humanos com a capacidade de suporte do planeta, sem comprometer as necessidades das futuras gerações [10].

Du Plessis [10] coordenou a publicação intitulada Agenda 21 for Sustainable Construction in Developing Countries em parceria com o CIB (International Council for Research and Innovation in Building and Construction) e a UNEP- IETC (United Nations Environment Programme, International Environmental Technology Centre). Esse documento visou fornecer uma agenda e estratégias para pesquisas em desenvolvimento de ações sustentáveis para construção civil nos países em desenvolvimento. O documento datado do início século XXI, dentre outras matérias, procurou oferecer um significado diferente para a prosperidade do setor da construção civil.

A ideia de desenvolvimento sustentável voltado para a construção civil utilizada por esse trabalho é

A "sustainable construction industry" no longer means simply that the industry is able to continue its business and grow, but also that it supports the principles of sustainable development – which may mean that in some cases it needs to stop growing, or grow in different ways. (p. 4) [10]

Alinhado ao conceito de sustentabilidade, surge em 2015, os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável – ODS, baseado no legado dos Objetivos de Desenvolvimento do Milênio, com o propósito de concluir o que esses não conseguiram alcançar [1]. Desses, três objetivos se comunicam diretamente com o setor da construção civil, Água e Saneamento para todos (Objetivo 6); Indústria, inovação e infraestrutura (Objetivo 9) e Cidades e comunidades sustentáveis (Objetivo 11).

Tal desenvolvimento está alinhado com os ODS, uma vez que permite moradia digna à população em risco, mobilidade urbana,

acesso à energia elétrica, geração de emprego e renda, construção de redes de água e de saneamento básico e redução dos impactos ambientais gerados pela indústria. A ONU [11] revela problemas mundiais em que a indústria da construção civil se insere e sugere em diversos relatórios e em pontos de vista e opiniões dos dirigentes, soluções possíveis para minimizar os problemas. No Quadro 1 do Anexo A, apresenta-se alguns problemas relacionados ao setor e possíveis sugestões elencadas em diversos relatórios publicados pela ONU, para a superação dos desafios existentes.

Vaham et. al, [12] entendem que água tratada e saneamento básico são bens fundamentais para garantir a dignidade dos seres humanos e ponto de partida para a manutenção de meios de subsistência sustentáveis. Para esses autores a responsabilidade pela sustentabilidade do planeta é de todos, independentemente do grau de desenvolvimento econômico do país.

Partindo desse pressuposto, ações em parceria entre os governos, setor privado, comunidades locais, voltadas para o desenvolvimento de atividades e programas que priorizem a gestão dos recursos hídricos e dos resíduos sólidos, o uso consciente da água, o tratamento de efluentes, a reciclagem e o fomento às tecnologias de reuso, são de extrema importância para o avanço dos atuais problemas mundiais.

Segundo a Agenda 2030 [1], o crescimento populacional acelerado traz consigo a carência por um ambiente construído de qualidade, e como consequência um aumento dos impactos negativos ao meio ambiente. O crescimento da demanda habitacional é positivo, pois é necessário para a equidade social, presente nos ODS. Além disso, é meta também da ONU oferecer infraestruturas resilientes à população. Ambos objetivos estão alinhados com a necessidade de investimento em materiais e tecnologias sustentáveis que visem reduzir significativamente os problemas ambientais causados pela construção civil [12].

Importante destacar o trabalho que vem sendo desenvolvido pelo Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade do Habitat do Governo Federal para certificar construtoras e fabricantes de materiais [2].

O emprego da ecoeficiência na construção atende ao déficit habitacional fornecendo residências unifamiliares que oferecem benefícios significativos e mensuráveis em termos de saúde, economia e meio ambiente de forma sustentável e rentável [13]. Construções que incorporam elementos sustentáveis melhoram os índices de qualidade do ar e demandam a gestão dos resíduos sólidos, através da elaboração de planos de gerenciamentos do RCD, com o objetivo de reduzir a geração destes resíduos e dar a destinação ambientalmente correta aos rejeitos.

Dessa forma, o manejo dos resíduos sólidos da construção e demolição é fundamental na busca por práticas sustentáveis, pois é uma preocupação mundial devido às taxas alarmantes capazes de produzir impactos ambientais negativos. Essa apreensão se encontra baseada no consumo rápido de recursos naturais, já que o setor ainda se pauta no processo extração-produção-consumo-descarte [14].

Ao citar a ampliação da cooperação internacional na busca ao alcance dos ODS, pedindo especial atenção à gestão dos resíduos urbanos, entre outros, uma série de metas foram validadas por meio do documento intitulado “Apelo global à ação” [15], voltadas para a indústria da construção sob a iniciativa internacional do Conselho de Iniciativas de Recursos de Construção (CRI Council), conhecida como Missão 2030. Essa iniciativa busca desafiar todas as partes interessadas a eliminar os resíduos de construção, reformas e demolição até 2030, estimulando-os a repensar suas práticas e políticas para reduzir, reutilizar, reciclar e recuperar os resíduos com o objetivo de gerar energia, pautado no conceito da hierarquia dos resíduos e no estabelecimento de metas quantificáveis (Figura 1).

Figura 1 – Metas da Missão 2030

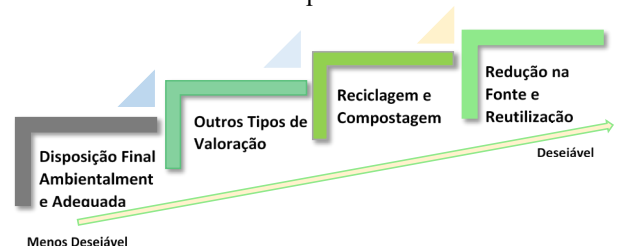


Fonte: [1, 15]

No Brasil, a Política Nacional de Resíduos Sólidos – Lei 12.305/2010, que tem como princípio a gestão dos resíduos sólidos, dentre outros, considera como objetivo a não geração, redução, reutilização, reciclagem e tratamento dos resíduos sólidos, bem como disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos, como caminho para o desenvolvimento sustentável. Desses objetivos, a Lei destaca como prioridade a não geração e a redução como forma de minimizar a quantidade de resíduos e rejeitos encaminhados para disposição final ambientalmente adequada. Além da Brasil, a Diretiva 2008/98/CE da União Europeia incentivam a redução na fonte, como ação prioritária na gestão dos resíduos.

Em 2018, A UE por meio da Diretiva 2018/851 aprimorou a hierarquia de gestão de resíduos, conforme destacada na Figura 2, onde classifica as várias estratégias de gerenciamento demonstrando da maior para a menor as ações ambientalmente prioritárias.

Figura 2 – Hierarquia dos Resíduos Sólidos da União Europeia



Fonte: [16] Adaptado pelas autoras.

Dessa forma, a União Europeia exige que os Estados-Membros atinjam pelo menos 70% (em peso) de reutilização, reciclagem e outra valorização de materiais. Por essa razão, existe um interesse crescente, por parte das autoridades públicas europeias, em assegurar um sistema de gestão sustentável dos RCD à escala regional/local, não só para reduzir os encargos ambientais associados à geração e deposição de resíduos em aterros, mas

também para mitigar a grande utilização dos recursos minerais induzida pelas atividades da construção civil [17]. A Diretiva citada aponta para a importância do adequado gerenciamento de RCD, que foi adotado como de tratamento prioritário pela União Europeia [18].

Deve-se ser dada atenção especial à utilização de diferentes estratégias de ação para a gestão de RCD. Como exemplos de medidas de redução na fonte desse tipo de resíduo podem ser citados: os esforços de redução de origem dos RCD; a preservação de edifícios existentes ao invés de novas construções; a otimização do tamanho dos novos edifícios; o planejamento de novos edifícios adaptáveis para o prolongamento da vida útil; o uso de métodos de construção que permitam desmontar e facilitar a reutilização de materiais; o emprego de técnicas alternativas de enquadramento, reduzindo acabamentos interiores, além de outros recursos.

3.2 Resíduos da Construção e Demolição no Brasil

Em 2016, no Brasil, a indústria da construção civil contribuiu com 7,3% do PIB, gerando R\$ 13,9 bilhões de arrecadação em tributos [19].

O relatório da ABRELPE [4] informa que em 2017 foram coletados nos municípios brasileiros o total de 45 milhões de toneladas de resíduos oriundos da construção civil. Apesar de ser considerado inerte, o RCD causa impactos significativos no meio físico e biótico. Segundo Fernandez “(...) o volume gerado associado ao descarte inadequado provoca impactos significativos ao meio ambiente, comprometendo a qualidade ambiental nos locais de disposição final”. (p. 51) [20]

A triagem do RCD ainda é frágil em canteiros de obra, por conta de alguns motivos, um desses motivos é a ausência de plano de gerenciamento de RCD, obrigatório pela Lei 12.305/2010. Entretanto, a depender da fiscalização municipal pode ser rigoroso ou não [3].

O estudo de Paulino et. al. [3] considera que no Brasil a reciclagem de RCD vem se intensificando. Para Oliveira et. al. [21] a indústria da construção tem explorado e desenvolvido ferramentas, ainda que incipientes, que objetivam reduzir RCD ao longo das etapas do ciclo de vida do projeto. Marchi; Bohana & Fernandez [22] afirmam que planejamento, processos e materiais afinados com a sustentabilidade deveriam ser inseridos no dia a dia das construções brasileiras e que vêm surgindo práticas ligadas à ecoeficiência (técnicas preventivas que evitam ou diminuem impactos ambientais negativos). A Lei nº 12.305, estabelecida em 2010 [23], também vem se apresentando no Brasil com a prerrogativa de impulsionar alternativas construtivas que satisfaçam as necessidades humanas e tragam qualidade de vida e a redução do impacto ambiental e do consumo de recursos naturais.

Bohnenberger et. al. [24] enumeram a evolução dos números de usinas para a reciclagem de RCD. Até 2002, o Brasil contava com 16 usinas. Depois de publicada a Resolução nº 307 do Conama no ano de 2002 [25], ampliou-se para 47 (24 públicas e 23 de gestão privada). Em 2015, esse número multiplicou-se e chegou aproximadamente a 310 usinas de reciclagem de RCD, disperso por todo o país, sendo 83% privadas, 7% parcerias público-privadas e 10% públicas.

Paulino et al [3] consideram que o cenário de desigualdade das instalações de Usinas de RCD é tema a ser discutido e estimulado pelos governantes brasileiros. Indicam a concentração de 69% desses equipamentos na região Sudeste.

A minimização de RCD é uma necessidade urgente, traz consequências à saúde pública, possibilitando o acúmulo de água e a proliferação de vetores; e problemas sociais, “pois a remoção implica elevados custos para os municípios”. (p. 74) [12]

Esses impactos podem ser minimizados através de técnicas como reciclagem e reuso. Essas alternativas também são apontadas por Paulino et. al. [3], quando citam o percentual gerado por construtoras (25%) e por pequenas

obras civis (75%), e chamando a atenção para a promoção das atividades de redução e de reutilização pelos pequenos construtores, que geralmente produzem resíduos misturados e sem nenhuma técnica para a correta segregação.

Para garantir a possibilidade de reciclagem e reuso dos materiais, é fundamental atentar para as etapas de gerenciamento. São elas: caracterização, triagem, acondicionamento, transporte e destinação final. Dessa forma, a segregação é realizada por classe de resíduos, evitando a contaminação dos mesmos, sendo enviados para usinas de reciclagem ou para aterros de resíduos classe A, onde serão reservados para usos futuros. A partir daí os rejeitos deverão ser encaminhados para destinação ambientalmente correta, conforme estabelecido pelas normas brasileiras.

Pinto [26] afirma que 64% dos RCD das cidades brasileiras é composto por argamassa, material que contém, basicamente, na sua mistura cimento, areia e cal hidratada, tendo grande potencial de ser reciclado e utilizado como agregado. Sob outra perspectiva, Ângulo et. al [27] consideram os resíduos de concreto de estruturas demolidas como materiais raros no Brasil, o que compromete a rentabilidade no mercado de agregados reciclados.

A norma ABNT 15116:2004 [28], estabelece que para o uso de agregado reciclado na composição de concretos com função não-estrutural, esse agregado precisa ser do tipo ARC (agregado de resíduo de concreto), composto na sua fração gráuda de 90% em massa de fragmentos de cimento Portland e rochas, o que acaba dificultando o uso.

No Brasil, o maior mercado para uso dos RCD para é o de obras geotécnicas, principalmente para a base de pavimentação [12].

Bohnenberger et. al. [24] explicam que é complicada a escolha de locais adequados para a implantação de usinas de reciclagem de RCD. Isso porque é preciso avaliar uma

grande área de terreno a fim de encontrar locais apropriados seguindo normas técnicas e fatores econômicos e socioambientais. Os autores citam a Alemanha, que em 2007 possuía cerca de 4.600 usinas de reciclagem de RCD, 3.000 como usinas móveis e 1.600 fixas. Entretanto destacam que apesar das usinas de RCD servirem como elemento para incentivo do desenvolvimento sustentável na construção civil, mesmo com o esforço para produzir alto índice de reciclagem, menos de 20% do agregado natural acaba sendo substituído pelo agregado reciclado.

3.3 Resíduos da Construção e Demolição na Itália

Os impactos ambientais causados pela construção civil são proporcionais à sua importância. A cada ano, o setor das construções na Europa é responsável por 40% do consumo de energia, 35% da emissão de CO₂ e de quase metade do volume total de resíduos sólidos produzidos pelos estados membros. Esse setor é o maior consumidor de matérias primas com mais de 2 milhões de toneladas/ano [6], também é o que consome o maior número de matérias primas naturais, 50% delas são extraídas da crosta terrestre a cada ano.

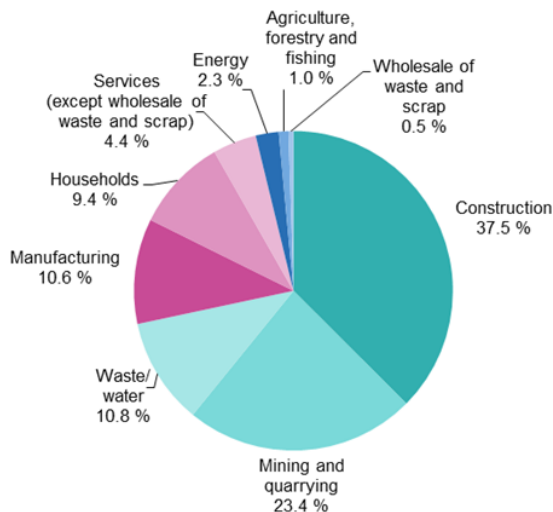
Aliado ao alto consumo de matéria prima proveniente das atividades de construção, a Europa necessita realizar obras de reforma e demolição em antigos edifícios, o que representa a cada ano a taxa de 1,2% e de 0,1% respectivamente. Os maiores produtores europeus de RCD são a França, a Alemanha, o Reino Unido, a Holanda e a Itália [6].

Em maio de 2018, o Parlamento Europeu deliberou a Diretiva (UE) 2018/851 [16], ampliando as metas estabelecidas na Diretiva 2008/98/CE [7]. Marchi [29] afirma que os objetivos pretendidos por esta regulação são desafiadores para o gerenciamento dos RSU. Para a autora, a Diretiva 2018/851 [16] pretendeu preparar os países-membros para ampliar as "... atividades de reutilização e reciclagem na busca da "gestão sustentável dos materiais, a fim de proteger, preservar e melhorar a qualidade do ambiente, proteger a saúde humana, assegurar uma utilização

prudente, eficiente e racional dos recursos naturais” (p. 1) [16], objetivando alcançar a economia circular, onde os resíduos são progressivamente utilizados como recursos e criadas novas oportunidades econômicas.

Em 2020, a quantidade de resíduos produzidos na UE foi de 2.235 milhões de toneladas ou 4.815 kg per capita. O resíduo com maior geração percentual, em 2020, foi o RCD (Figura 3), ou seja, 37,5% da produção total das atividades econômicas e também os gerados nas residências [18].

Figura 3 – Geração de Resíduos por atividades econômicas e residencial, 2020.



Fonte: [18] Adaptado pelas autoras.

Diante da Figura 3 acima, pode-se perceber o tamanho da produção de RCD sobre a geração dos outros tipos de resíduos. Essa geração foi seguida pela da mineração (23,4%). O alto percentual de geração de RCD vem levando os países da UE a buscarem alternativas sustentáveis.

A questão mais delicada é a falta de dados para uma análise precisa de quanto essa atividade pode impactar o meio ambiente. Segundo dados da Comissão Europeia [18], somente 5 dos 27 países-membros são capazes de fornecer dados precisos: Holanda, Dinamarca, Estônia, Alemanha e Irlanda, que apresentam taxas de reciclagem de 70%. A Holanda é o país que mais se destaca nesse âmbito, por conta do pouco espaço para

aterros e porque possui limitada reserva mineral.

A Itália não faz parte do grupo, junto com Bulgária, Malta, România, República Tcheca e Suécia, porque estão no grupo dos países que apresentam dados imprecisos [30]. Para os dirigentes italianos é muito difícil quantificar a geração de RCD. No país é muito comum o abandono ilegal dos mesmos e é inexistente um sistema de controle dos canteiros de obras, com exceção de materiais considerados perigosos [6].

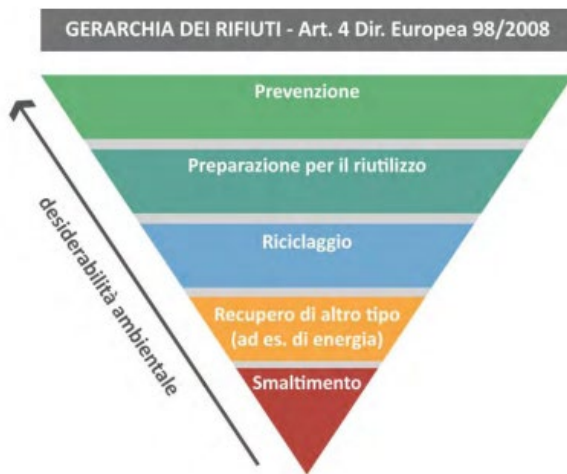
Para o Instituto Superior de Proteção e Pesquisa Ambiental [31] em 2010, com a aplicação da Diretiva Europeia, 75% do RCD italiano teria sido reciclado, colocando a Itália perto do limite estabelecido pela União Europeia. Porém, segundo os dados de organizações ambientalistas italianas, esses são dados estimados e não verificados. Em muitas regiões da Itália não existe nenhum tipo de controle que possa aferir quantas empresas reciclam ou a quantidade total de resíduos que é descartada ilegalmente [30, 32]. Além do mais as empresas italianas de construção não são obrigadas a reciclar os resíduos gerados, a despeito da obrigatoriedade inserida na Lei italiana 221/2015, que determina utilização de 30% de material reciclável em obras públicas.

No entanto, a inexistência de um cadastro nacional dos aterros autorizados para recuperação de RCD e de dados sobre a capacidade de tratamento e reciclagem no país são aspectos vulneráveis, que não permitem ter a certeza da quantidade de material reciclável [31], e que possa permitir a utilização prescrita por Lei nas obras públicas.

Apesar do esforço de dirigentes governamentais italianos não é tarefa fácil controlar o setor. Principalmente pela ausência de normas específicas, que imponha a reciclagem para todo tipo de obra, especialmente as de reformas residenciais. O trabalho de Altamura [6] estima que as pequenas reformas, que somam mais da metade das obras do setor da construção, produzem 92% de RCD, aproximadamente, 53% proveniente de edifícios residenciais.

Mesmo sem a imposição legal, a Itália pode adotar no seu território a hierarquia para a gestão de RCD da UE. O trabalho apresentado por Altamura [33] apresenta essa hierarquia, estabelecida pela Dir. 98/2008/EU [7], que consiste em classificar as prioridades na gestão de RCD, identificando estratégias preferenciais que contribuam para minimizar os impactos ambientais (Figura 4).

Figura 4 – Hierarquia de RCD da União Europeia



Fonte: [33]

Conforme a Figura 4, apresentada acima, a prevenção está na ordem máxima de prioridade para a gestão de RCD, seguida pela reutilização, reciclagem, prosseguindo pela recuperação do material de outros modos e, finalizando pela disposição ambientalmente correta. Essa hierarquia exige muito esforço pelos gestores italianos para obter o desempenho esperado para a minimização de perdas de recursos naturais.

Isso porque na Itália, a extração de matérias primas, principalmente rochas, aliada ao consumo elevado de outras reservas naturais, perfaz um percentual de 50% de extração destinada à construção civil. A energia empregada pelo setor é de 10-15% do consumo total nacional [32, 6].

Como destacado anteriormente, para iniciar uma trajetória ambientalmente virtuosa, desde 2015, a Itália foi o primeiro país a adotar a obrigatoriedade de Contratos

Públicos Verdes (GPP) em projetos de edifícios governamentais. O GPP impõe o uso mínimo de 30% de reciclados nesse tipo de obra, obriga a recuperação dos resíduos gerados e implementação de projeto de desmontagem. Esses requisitos estão inseridos no CAM (Critérios Ambientais Mínimos do Plano de Ação Nacional para GPP) (DM 24/12/2015). Em 2017, foi publicada uma nova versão, a DM 11/10/2017, tornada obrigatória pela Lei italiana 221/2015 e posteriormente pelo Novo Código de Aprovisionamento (Decreto Legislativo 50/2016) [34].

Essa ação governamental merece louvor, mesmo porque a Itália ocupa o sexto lugar europeu nas atividades de construção e demolição. A Itália ao lado da Dinamarca, da Inglaterra, da República Checa e da França impõem cobrança de preços elevados para a deposição de RCD em aterros, incentivando a reciclagem dos resíduos [8]. Mas, por outro lado, pode estar inibindo uma cultura emergente para a reciclagem de material em obras civis pela cobrança de alta taxa para descarte adequado.

Do total de aterros presentes em todo o território italiano os destinados a inertes representam quase 50%, de 404 aterros existentes, 186 têm a finalidade de receber RCD [31].

3.4 Inter-Relação das Normas Brasileiras e Italianas vinculadas à Sustentabilidade da Construção Civil

Uma maneira que leva os empresários, os governantes e os cidadãos a adotarem princípios de sustentabilidade no setor da construção civil é a observância das políticas públicas existentes nos territórios nacionais. Mesmo iniciativas incipientes promovem um gradual e progressivo suporte para novas ações.

Por meio de legislação específica, muitos governos “... vêm buscando punir, com multas e proibições, atividades que causem significativos impactos ambientais...” (p.187) [35] incitando, dessa forma, praticas que auxiliam a transformação desejada.

No Quadro 2, Anexo A, estão relacionadas as mais relevantes Leis e Normas prescritas pelo Brasil e pela Itália para a promoção da sustentabilidade do setor da construção civil.

Ao analisar os conteúdos elencados no Quadro 2 pelas legislações brasileira e italiana, percebe-se a importância da cooperação internacional inserida nos paradigmas dos ODS. Dessa forma, as metas expressas pelo Conselho de Iniciativas de Recursos de Construção (CRI Council) podem ser validadas e, progressivamente, implementadas por todos os países, como sugere a ONU.

4. Considerações Finais

O presente estudo demonstrou que os princípios do desenvolvimento sustentável, com foco na construção civil, estão presentes nas legislações brasileiras e italianas. A investigação dessas legislações constituiu-se em oportunidade para abertura de ideias, de concepções que possam incentivar o aperfeiçoamento das alternativas existentes.

A análise das legislações apresentou como resultado a defesa do meio ambiente como prioridade. Grande importância conservar e usar de forma sustentável os recursos naturais nas atividades da construção civil. Esse setor além de gerar emprego e renda, o que incentiva o desenvolvimento econômico, a habitação é de fundamental importância na vida dos cidadãos, seja pela mobilidade, seja pelo acesso a oportunidades de desenvolvimento ou pelo alcance de serviços básicos, como educação e saúde.

Novas tecnologias para o setor vêm surgindo. Para concluir esse estudo, será destacada uma tecnologia que contém elementos simples e de fácil aplicação e que pode servir como exemplo de modelo a ser adaptado ou adotado para a sustentabilidade do setor.

A Escola Politécnica da USP, em parceria com o Centro de Tecnologia Mineral (Cetem-RJ), a Prefeitura de Macaé, a

Universidade Federal de Alagoas (Ufal) e o IPT (Instituto de Pesquisas Tecnológicas) desenvolveram um sistema simplificado de processamento de RCD (Figura 5), que dispensa o uso de britador, sendo composta apenas por um alimentador com peneira e duas esteiras transportadoras. Sua estrutura retrátil, permite um sistema de operação simplificado, além de baixo investimento, fácil mobilidade e baixo custo, trazendo uma economia acima de 50% para uma unidade de reciclagem. A unidade separa os resíduos, classificando-os conforme as suas dimensões, em dois tipos de produtos: materiais de grandes dimensões, usados principalmente na geotecnia e resíduos de menores dimensões, usados em obras de pavimentação [36]. Ainda segundo o IPT [36], este sistema permite a recuperação de 100% dos RCD, sendo 60% para uso na pavimentação e 40% em obras de geotecnia.

Figura 5 – Sistema simplificado de processamento de RCD



Fonte: [36]

5. Referências

- [1] ONU. Organização das Nações Unidas. *Objetivos de desenvolvimento sustentável, Transformando Nosso Mundo: A Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável*. 2015. Disponível em: <https://nacoesunidas.org/pos2015/agenda2030/>. Acesso em: 05 abr. 2020.
- [2] EUPHROSINO, C. Augusto *et al.* *Tijolos de solo-cimento usados para Habitação de Interesse social (HIS) em mutirão:*

- estudo de caso em olaria comunitária*. Matéria (Rio de Janeiro), v. 27, n. 1, p. e202147087, 2022.
- [3] PAULINO, R. S. *et al.* *Atualização do cenário da reciclagem de resíduos de construção e demolição no Brasil: 2008-2020*. Ambiente Construído, v. 23, n. 3, p. 83–97, jul. 2023
- [4] ABRELPE. Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. *Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2015*. São Paulo, 2017. 74p. Disponível em: <http://www.abrelpe.org.br/Panorama/panorama2017.pdf>. Acesso em: 25 abr. 2020.
- [5] CBCS. Conselho Brasileiro de Construção Sustentável. *Aspectos da Construção Sustentável no Brasil e Promoção de Políticas Públicas*. Subsídios para a promoção da Construção Civil Sustentável. Versão 1, nov. 2014.
- [6] ALTAMURA PAOLA. *Costruire a zero rifiuti – Strategie e strumenti per la prevenzione e l’upcycling dei materiali di scarto in edilizia*”. Milão – Itália – Ed. Francoangeli. 367 p. 2015.
- [7] UNIÃO EUROPEIA. *Diretiva 2008/98/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, relativa aos resíduos e que revoga outras diretivas*, 19 nov. 2008. Disponível em: <https://poseur.portugal2020.pt/Content/docs/Poseur/CELEX-32008L0098-pt-TXT.pdf>. Acesso em: 18 abr. 2020.
- [8] BRASILEIRO, L. L.; MATOS, J. M. E. *Revisão Bibliográfica: Reutilização de Resíduos da Construção e Demolição na Indústria da Construção Civil*. Cerâmica, v. 61, n. 358, p. 178–189, abr. 2015.
- [9] MEYERS, Danny. *Construction Economics a New Approach*. Third Editin, Routledge, 2013.
- [10] DU PLESSIS, C. (ed.) *Agenda 21 for Sustainable Construction in Developing Countries - First Discussion Document*. CIB & UNEP-IETC, South Africa. 2002. Disponível em: https://researchspace.csir.co.za/dspace/bitstream/handle/10204/3511/Du%20Plessis_d2_2002.pdf?sequence=1&isAllowed=y. Acesso em: 29 abr. 2023.
- [11] ONU. Organização das Nações Unidas. *As buildings and construction sector grows, time running out to cut energy use and meet Paris climate goals*. Dez 2017. Disponível em: <https://www.unenvironment.org/news-and-stories/press-release/buildings-and-construction-sector-grows-time-running-out-cut-energy>. Acesso em: 02 mai. 2019.
- [12] VAHAN, Agopyan; JOHN, Vanderley M; Goldemberg, J. (coord). *O Desafio da Sustentabilidade na Construção Civil*: volume 5, São Paulo: Blucherr, 2011.
- [13] KATS, G. *Tornando o nosso ambiente construído mais sustentável: custos, benefício e estratégias*, SECOVI-SP, São Paulo, 2014.
- [14] WENTZEL, Marina. *Transição para economia verde custará 180 mil empregos no Brasil, mas criará outros 620 mil, afirma OIT*. BBC Brasil, Suíça, 2018. Disponível em: <https://www.bbc.com/portuguese/brasil-44114414>. Acesso em 31 mar.2019.
- [15] UNEP. United Nations Environment Programme. *Global Waste Management Outlook*, 2015. 346 f. Disponível em: <https://www.unclearn.org/sites/default/files/inventory/unep23092015.pdf>. Acesso em: 29 abr. 2019.
- [16] UNIÃO EUROPEIA. *Diretiva 2008/98/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, relativa aos resíduos e que revoga outras diretivas*. 19 nov. 2008. Disponível em: <https://poseur.portugal2020.pt/Content/docs/Poseur/CELEX-32008L0098-pt-TXT.pdf>. Acesso em: 18 abr. 2020.
- [17] BORGHI, Giulia; PANTINI, Sara; RIGAMONTI, Lucia. *Life Cycle Assessment of Non-Hazardous*

- Construction and Demolition Waste (Cdw) Management In Lombardy Region (Italy)*. Journal Of Cleaner Production. Vol. 184, 20 May 2018, Pages 815-825. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.02.287>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0959652618306255>. Acesso em: 06 jul. 2023.
- [18] EUROSTAT. União Europeia, Statistics Explained. *Waste statistics*. 2020. Disponível em: https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Waste_statistics#/Total_waste_generation. Acesso em: 12 jul. 2023.
- [19] ABRAMAT. Associação Brasileira da Indústria Materiais de Construção. *Perfil da Indústria de Materiais de Construção*. FGV Projetos, 2017. Disponível em: <http://www.abramat.org.br/datafiles/perfil-da-cadeia-2017-versao-site.pdf>. Acesso em: 31 mar. 2020.
- [20] FERNANDEZ, J. L. B. Resíduos Sólidos da Construção Civil: *Análise do gerenciamento em obras de reforma, de micro e de pequeno porte*. 156 f. Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em Planejamento Ambiental. Universidade Católica do Salvador. Salvador, 2018.
- [21] OLIVEIRA, F. DE A. et al. *Previsão da geração de resíduos na construção civil por meio da modelagem BIM*. Ambiente Construído, v. 20, n. 4, p. 157–176, out. 2020.
- [22] MARCHI, C. M. D. F., BOHANA, M. C. R., FERNANDEZ, J. L. B. *Gestão ambiental em resíduos sólidos: construções sustentáveis e ecoeficiência*. Sistemas & Gestão, Vol. 13, No. 1, pp. 118-129, 2018. Disponível em: <http://www.revistasg.uff.br/index.php/sg/article/view/1319>. Acesso em: 27 abr. 2020.
- [23] BRASIL. *Política Nacional de Resíduos Sólidos. Lei no 12.305*. 147 Diário Oficial da União § (2010).
- [24] BOHNENBERGER, J. C. et al.. *Identificação de Áreas para Implantação de Usina de Reciclagem de Resíduos da Construção e Demolição com Uso de Análise Multicritério*. Ambiente Construído, v. 18, n. 1, p. 299–311, jan. 2018.
- [25] BRASIL. *Resolução 307*, de 05 de julho de 2002. Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil (2002).
- [26] PINTO, T. de Paula. *Metodologia para a gestão diferenciada de resíduos sólidos da construção urbana*. São Paulo, 1999. 189 p. Tese de Doutorado – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Construção Civil. São Paulo, 1999.
- [27] ÂNGULO, S. C.; CARRIJO, P. M.; FIGUEIREDO, A. D.; CHAVES, A. P.; JOHN, V. M. *On the classification of mixed construction and demolition waste aggregate by porosity and its impact on the mechanical performance of concrete*. Springer Netherlands, Vol. 43, Issue 4, p. 519-528. 2010.
- [28] ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 15116: *Agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil - Utilização em pavimentação e preparo de concreto sem função estrutural - Requisitos*. Rio de Janeiro, 2004.
- [29] MARCHI, C. M. D. F. *Minimização de resíduos sólidos na Suécia: proposições para gestão em municípios brasileiros*. Cadernos Metrópole, v. 25, n. 57, p. 733–758, maio 2023.
- [30] ANPAR. Associazione Nazionale Produttori Agregati Riciclati - *Italia del Riciclo Capitolo 16*. Materiali inerti. 2015.
- [31] ISPRA. Istituto Superiore Protezione e Ricerca Ambientale. *Rapporto Rifiuti Speciali*. 2015.
- [32] LEGAMBIENTE. *Rapporto dell'Osservatorio Recycle*. 2017.

- Disponível em: https://www.legambiente.it/sites/default/files/docs/rapporto_cave_2017.pdf. Acesso em: 14 mai. 2020.
- [33] ALTAMURA PAOLA. *Struttura e modalità di applicazione dei CAM in edilizia: un caso studio dal progetto al cantiere*. Seminario #SmallTalk #LivingLab Innovazione Urbana Spazio Attivo Lazio Innova Colleferro, 2019. Disponível em: <https://www.conselab.it/files/Struttura-e-modalita-di-applicazione-dei-CAM-in-edilizia.pdf>. Acesso em: 15 jul. 2023.
- [34] ALTAMURA P.; BAIANI S. IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci. 225 012014. 2019. Disponível em: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/225/1/012014/pdf>. Acesso em: 12 jul. 2023.
- [35] MARQUES, S. B.; BISSOLI-DALVI, M.; ALVAREZ, C. E. de. *Políticas públicas em prol da sustentabilidade na construção civil em municípios brasileiros*. Urbe. Revista Brasileira de Gestão Urbana, v. 10, p. 186–196, nov. 2020.
- [36] IPT. Instituto de Pesquisas Tecnológicas. *Notícia. Apoio na gestão de resíduos*. Disponível em: <http://www.ipt.br/noticia/367.htm>. Acesso em: 13 mai. 2020.

6. Anexos

ANEXO A

Quadro 1 – Relação ODS e Construção Civil: Desafios e Possíveis Soluções

ODS & Construção civil	Desafios encontrados em relatórios da ONU	Soluções sugeridas em relatórios da ONU
6. Água e Saneamento para todos	<p>Até 2050, pelo menos uma em cada quatro pessoas viverá em um país onde a falta de água potável será crônica ou recorrente¹. 35 milhões de cidadãos brasileiros não têm acesso a água potável e 100 milhões não possuem saneamento adequado². Em alguns países em desenvolvimento, como a Índia e a Jordânia, o descarte irregular dos RCD está se aproximando de proporções “epidêmicas”³.</p>	<p>Conscientização sobre o consumo responsável e engajamento do setor privado na busca por soluções que contribuam para o uso sustentável dos serviços de água e saneamento⁴. Ampliar a cooperação internacional e o apoio à capacitação em atividades e programas relacionados à reciclagem e às tecnologias de reuso⁵. Adotar a meta da UE de que no mínimo 70% dos RCD sejam reutilizados, reciclados ou submetidos à recuperação de outros materiais até 2020⁶.</p>
9. Construir infraestruturas resilientes, promover a industrialização inclusiva e sustentável e fomentar a inovação	<p>A população urbana do mundo cresceu rapidamente de 751 milhões em 1950 para 4,2 bilhões em 2018. População vivendo em áreas urbanas (2018): América do Norte (82%), América Latina e Caribe (81%), Europa (74%), Oceania (68%); Ásia (50%) e a África (43%). 55% da população mundial mora em áreas urbanas e esta porcentagem deve aumentar para 68% até 2050⁷.</p>	<p>Para assegurar que os benefícios da urbanização sejam efetivos, é necessário garantir o acesso à infraestrutura e serviços para todos⁸. O design inteligente é a única maneira de atender às necessidades de moradia e permanecer dentro dos limites do planeta⁹.</p>
11. Tornar as cidades e os assentamentos humanos inclusivos, seguros, resilientes e sustentáveis	<p>A África está se urbanizando rapidamente. Projeções indicam que centenas de milhões de africanos viverão nas cidades nas próximas três décadas. Muitos, provavelmente terminarão em assentamentos informais. O setor de habitação global já emite quase um terço das emissões globais de gases de efeito estufa e usa até 40% dos recursos totais do planeta¹⁰.</p>	<p>Estrutura modular impressa em 3D, feita a partir de bambu biodegradável, tem como objetivo despertar ideias e debater como futuros processos de biomateriais podem ajudar a melhorar as moradias Projeto moradia sustentável em exibição na sede da ONU Ambiental em Nairobi, no Quênia¹¹.</p>

Fonte: [11] adaptado pelas autoras.

¹ <https://nacoesunidas.org/mundo-nao-pode-ver-agua-como-garantida-afirma-chefe-da-onu-ao-lancar-decada-global-de-acao/>

² <https://nacoesunidas.org/artigo-dia-mundial-da-agua-2019-nao-deixar-ninguem-para-tras/>

³ www.uncelearn.org

⁴ <https://nacoesunidas.org/artigo-dia-mundial-da-agua-2019-nao-deixar-ninguem-para-tras/>

⁵ <https://nacoesunidas.org/pos2015/ods6/>

⁶ <https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2008/98/oj>

⁷ <https://www.un.org/development/desa/publications/2018-revision-of-world-urbanization-prospects.html>

⁸ <https://www.un.org/development/desa/publications/2018-revision-of-world-urbanization-prospects.html>

⁹ <https://www.unenvironment.org/news-and-stories/story/smart-housing-prototype-shows-promise-rapidly-urbanizing-africa>

¹⁰ <https://www.unenvironment.org/news-and-stories/story/smart-housing-prototype-shows-promise-rapidly-urbanizing-africa>

¹¹ <https://www.unenvironment.org/news-and-stories/story/smart-housing-prototype-shows-promise-rapidly-urbanizing-africa>

Quadro 2 – Quadro das Principais Legislações que apoiam a sustentabilidade no manejo de RCD no Brasil e na Itália

Normas	
Brasil	Itália
<p>PNRS - Política Nacional de Resíduos Sólidos Dispõe sobre os princípios, os objetivos e os instrumentos, bem como sobre as diretrizes relativas à gestão integrada e ao gerenciamento de resíduos sólidos, incluídos os perigosos, às responsabilidades dos geradores e do poder público e aos instrumentos econômicos aplicáveis. Um dos Instrumentos colocados é o da Logística Reversa.</p> <p>Política Nacional do Meio Ambiente - Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981 Tem por objetivo a preservação, melhoria e recuperação da qualidade ambiental propícia à vida, visando assegurar, no País, condições ao desenvolvimento socioeconômico, aos interesses da segurança nacional e à proteção da dignidade da vida humana.</p> <p>Decretos de logística reversa (11.413/2023 e 1.414/2023) Normas que autorizam a constituição de fundos de investimentos cujos recursos serão destinados a projetos de reciclagem. Cria Certificados e estabelece o Programa Diogo Sant'ana Pró-catadoras e catadores para a Reciclagem Popular, bem como a recriação do antigo Programa Pró-Catador. Além disso, cria o Comitê Interministerial para Inclusão Socioeconômica de Catadoras e Catadores de Materiais Reutilizáveis e Recicláveis.</p> <p>Normas ABNT NBR 17100-1 de 2023 Estabelece definições claras e abrangentes, bem como requisitos aplicáveis ao gerador e aos demais operadores envolvidos na cadeia de gerenciamento de resíduos, de maneira a contribuir para uma padronização da terminologia e tratativas empregadas para o correto gerenciamento dos resíduos, alinhada aos princípios da proteção ao meio ambiente e da saúde pública, bem como de sustentabilidade</p>	<p style="text-align: center;">Dir.98/2008/UE</p> <p>Norma europeia que disciplina os resíduos sólidos, colocou como objetivo para os estados-membros a reciclagem de 70% dos materiais de construção originados dos canteiros de obras.</p> <p style="text-align: center;">A new Circular Economy Action Plan For a cleaner and more competitive Europe- UE</p> <p>Diretrizes que individualizam a importância de instrumentos transversais, como licitações ecológicas para superar as barreiras de setores críticos como o da construção civil.</p> <p style="text-align: center;">Codice dell'Ambiente - Decreto Legislativo 3 aprile 2006, n. 152.</p> <p>Consiste em regras para a tutela e defesa do meio ambiente como bem comum</p> <p style="text-align: center;">CAM Edilizia - D.M. 24.12.2015 - D.M.11.10.2017</p> <p>Decreto que estabelece requisitos para o projeto, a licitação a aplicação de materiais reciclados nas obras públicas e aquisição de produtos e serviços ecológicos. A Itália foi o primeiro país UE a impor o CAM-critérios ambientais mínimos - obrigatório para obras públicas.</p> <p style="text-align: center;">Decreto Legislativo n. 205/2010</p> <p>Aponta a aplicação no território italiano da norma europeia que disciplina resíduos sólidos. Apresenta uma hierarquia dos resíduos como princípio base, prevenção como prioridade e reuso como estratégia.</p>

Fonte: Elaborado pelas autoras.



Budget Structuring Methodology Using 4D and 5D BIM in the Construction Industry: A Systematic Review

Metodologia de Estruturação Orçamentária Utilizando BIM 4D e 5D na Indústria da Construção: Uma Revisão Sistemática

MACHADO, Michelle¹; PEREIRA, Giordanna²; MACIEL, Ana Carolina Fernandes³; COSTA, Bruno Barzellay Ferreira da⁴

michelle.machado@ufu.br¹; giordanna.pereira@ufu.br²; anamaciel@ufu.br³; bruno.barzellay@macae.ufrj.br⁴.

¹ Mestranda em Engenharia Civil, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Uberlândia - UFU

² Graduanda em Arquitetura, Faculdade de Arquitetura, Universidade Federal de Uberlândia – UFU

³ D.Sc. em Engenharia Civil, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Uberlândia - UFU

⁴ D.Sc. em Engenharia Civil, Instituto Politécnico, Universidade Federal do Rio de Janeiro - UFRJ

Informações do Artigo

Keywords:

4D BIM

5D BIM

Budget

Planning

Construction industry

Palavras-chave:

BIM 4D

BIM 5D

Orçamento

Planejamento

Indústria da construção

Abstract:

Budgeting and planning are fundamental steps in engineering projects. In this context, Building Information Modeling (BIM) presents itself as an efficient methodology that can be used in these stages of construction engineering. The existence of a budget structuring methodology using BIM to optimize supplier payments is necessary, but there is little research directed at this specific area. Therefore, this research aims to develop a systematic literature review on studies published over the last 10 years (2013 to 2023), ratifying the existence of this knowledge gap. The results indicated that there is little research on the topic. Furthermore, there are differences between BIM modeling for budgeting purposes and for quantity extraction, which constitutes another knowledge gap. No articles were found that explain what is necessary in a BIM model aimed at budgeting with commonly used in the public sphere databases.

Resumo

As etapas de orçamento e planejamento são fundamentais em projetos de engenharia. Nesse contexto, o Building Information Modeling (BIM) se destaca como uma metodologia eficiente que pode ser utilizada nessas etapas da engenharia de construção. A existência de uma metodologia de estruturação orçamentária utilizando BIM para otimizar pagamentos a fornecedores é necessária, mas há pouca pesquisa focada nessa área específica. Portanto, esta pesquisa tem como objetivo desenvolver uma revisão sistemática da literatura sobre estudos publicados nos últimos 10 anos (2013 a 2023), confirmando a existência dessa lacuna de conhecimento. Os resultados indicaram que há pouca pesquisa sobre o tema. Além disso, há diferenças entre a modelagem BIM para fins de orçamento e para extração de quantidades, o que constitui outra lacuna de conhecimento. Não foram encontrados artigos que exploram o que é necessário em um modelo BIM voltado para orçamento com bancos de dados comumente utilizados no setor público.

1. Introdução

Budget development and planning for engineering works is a complex and time-consuming process. Usually, quantitative surveys, which are essential for the proper development of both, are conducted manually, which sometimes generates discrepancies that directly impact them. BIM 4D and 5D are tools that can optimize the development process and minimize differences between the real quantity and the surveyed quantity.

According to Araszkievicz e Bochner [1], the effective implementation of a construction project directly depends on planning, controlling and monitoring its progress. Budgets and schedules are instruments widely used in this process, generally being created in the initial phase of the project and useful for monitoring cost and deadline deviations. In turn, Isac *et al.* [2] highlight that the type of project representation impacts the planner's response time and that visual tools help in decision-making.

There are challenges in monitoring the construction schedule, which directly impacts the measurements to be carried out, leading to significant differences between the budgeted value and the actual value. To achieve this, there are indicators that can be used, such as Earned Value Management (EVM), Added Value Analysis (AVA) or the "S" curve indicator. These references, according to Araszkievicz e Bochner [1], allow a quick assessment of the real status of the project, as well as the early detection of errors. The authors emphasize, however, that the reliability of the results directly depends on the people involved in the planning and monitoring process. And also that there is greater adequacy of indicators in projects lasting more than one year, a fact that can be mitigated by increasing the number of audits in the process.

The use of technologies such as BIM can facilitate obtaining assertive budgets and planning. According to Aragó *et al.* [3], although the number of publications on 5D

BIM has increased since 2010, this represents only about 1.4% of publications on BIM, demonstrating that it is a relatively recent topic and that studies in this area have grown. However, research in the area of 5D BIM typically emphasizes obtaining the initial project budget, and no research is found related to the use of 5D BIM in the operational budget step Fenato *et al.* [4]. In this context, there are still limitations to the use of 5D BIM, as some model updates and adaptations need to be adjusted manually. Furthermore, there is a lack of knowledge regarding how essential budget information can be used in BIM models.

Aragó *et al.* [3] concluded that there is a strong correlation between the success of BIM implementation and the quality of data and human resources in companies. Additionally, a reliable database and a three-dimensional model with the accurate information needed to obtain quantities and subsequently costs, lead to better results and greater user satisfaction. The company typology can also favor or hinder data management and the correct implementation of 5D BIM. Zima [5] explains that the level of detail and the modeling method also have a great impact on the accuracy of the quantities and consequently on their cost. For Hartmann *et al.* [6], the implementation of BIM requires professionals who configure BIM-based tools, well-structured work processes and aligned business models between the companies participating in the project.

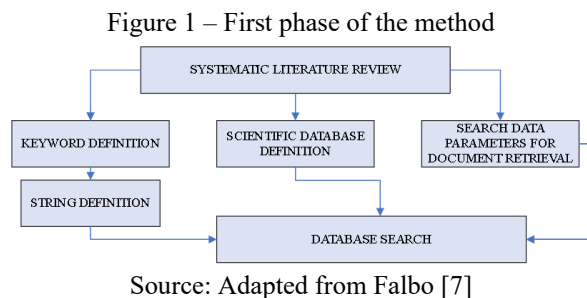
Given all the challenges observed and understanding the importance of a detailed budget linked to the construction planning aimed at monitoring and paying for civil construction services, it becomes essential to use a budgeting methodology that incorporates BIM. However, it is first necessary to understand the context in which research in this area takes place, particularly observing the main challenges.

Therefore, the objective of this article is to identify the challenges present in structuring budgets using BIM, according to

the main difficulties encountered in aligning the budget and construction planning.

2. Materials and Methods

This research used Falbo's [7] methodology to conduct a Systematic Literature Mapping (SLM), presented in figure 1, with the aim of identifying the state of the art based on combinations of keywords related to the proposed topic. Falbo explains in detail what an SLM is, the difference between it and a Systematic Review and how to develop a good SLM, in addition to explaining the problems faced during the process and the threats to its validity. This research is conducted through the following steps: Keyword definition; Search string formulation; Definition of the scientific databases where the research will be performed, and; Defining the article selection criteria.



In the second phase, the PRISMA methodology was used to eliminate duplicate articles and those irrelevant to the research. Appendix A shows a summary of this phase. The first step involves eliminating duplicate articles from the search carried out in the databases. Then, the titles are read and those that do not contain any keywords are eliminated. So, the abstracts are read, eliminating those considered unrelated to the topic. Next, the complete articles are read, eliminating all those that are not related to budgeting and/or BIM, those that are inaccessible, and those that have insufficient methodology (articles with undefined methodologies, which are not clear or do not exist). Finally, articles that adhere to the research focus are defined.

3. Results and Discussion

For the first phase of research, the following keywords were defined: 4D BIM or planning; 5D BIM or budget; Measurement on construction; EVM; AVA; S curve; Case study; Field application.

In addition to the keywords applied to obtain the documents to be used in this review, the following parameters were applied (Table 1).

Table 1 – Search data parameters for document retrieval

Parameter	Settings
Type of document	Article
Type of source	Journal
Time span	2013-2023
Citation index	WoS, Science Direct, Scopus, and Springer
Language	English
Knowledge área	Civil Engineering

Source: Authors' elaboration

Applying the above parameters returned 5616 documents. After removing duplicates, this number was reduced to 2,320. Reading the titles, 172 articles were selected, reducing to 90 after reading the abstracts. Of the 90 articles, 31 remained after reading the complete articles. Furthermore, after reading these, 10 articles were found in their references that initially seemed interesting for this research and, after reading, 3 of them were eliminated.

Considering the significant reduction in articles between the Prisma protocol identification and inclusion phase, it was necessary to analyze the reason for this significant reduction. Appendix B shows the main reasons for elimination in the second phase of research.

From Appendix B it is possible to identify that approximately 97% of the articles were eliminated in Phase 1 (Elimination of duplicate articles in the databases) and Phase 2 (Elimination of articles whose title did not present any of the keywords).

Considering that one of the criteria used in this research was the elimination of articles whose title did not present any keywords, and that the initial search in the databases was carried out by selecting “Title, Abstract, and Keywords” as the search field, almost 40% of the articles eliminated in Phase 2 were removed from the study because the keywords were contained in the Abstract or in the list of keywords determined by the author, and not in the title.

In Phase 3 (Elimination of articles unrelated to the topic based on reading the abstracts), 1.46% of the articles were eliminated, leaving 90. At this stage, articles were selected that addressed the BIM theme, but in other contexts, such as: BIM and augmented reality; BIM related to construction site safety; BIM in prefabrication, and; BIM related to sustainability. Furthermore, articles whose text lacked clarity and/or scientific development was considered unsatisfactory were also excluded.

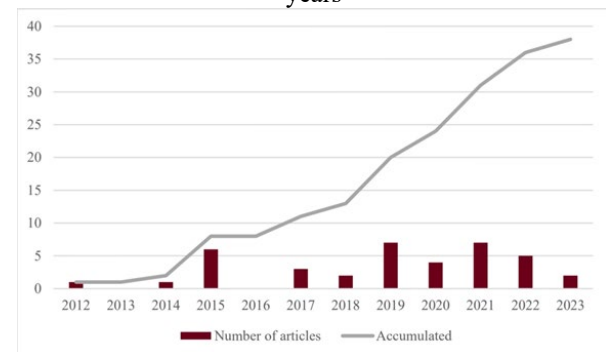
In Phase 4, all 90 articles were read in full and of these, only 31 remained, which added to the 7 articles found in the references, totaled 38 that were used for the remaining analyses. Of the 59 articles eliminated, 34 deviated from the budget theme, 17 were inaccessible to the authors, 4 presented insufficient methodologies, and 4 did not use BIM in their methodology or were not related to the researched theme.

The complete reading of the remaining 38 articles allowed the compilation and analysis of the data. Appendix C presents the country of origin of the authors of the analyzed articles. From the map it is possible to see that the majority are Brazilians, representing around 17.4% of the total number of authors, followed by Iranians, representing around 12% and in third place, with around 10%, are the Chinese. Cameroon, France, the United Arab Emirates and Indonesia were the countries with the fewest authors, with all four having 1 author each.

In Figure 2, articles are presented by year of publication (bars) and accumulated over

the years (line). The years 2019 and 2021 were those with the highest number of publications, together representing almost 37% of publications for the entire period. It can be seen that there was a decrease in publications in 2020. A plausible explanation for this could be the Covid-19 pandemic, which has directly impacted researchers around the world. The years 2021 and 2022 presented a similar number of publications, with 7 in the first year and 5 in the second year. This research was conducted at the beginning of the second half of 2023, which explains why the number of articles this year is not equal to or greater than in previous years.

Figure 2 – Evolution of publications over the past 10 years



Source: Authors' elaboration

Articles addressing 4D BIM and quantity extraction for budgeting have been identified since 2014. However, it was only in 2015, with the study of Cha e Lee [8], that a trend towards using BIM to generate budgets was noted. However, it was only in 2018 that the term 5D BIM was effectively mentioned by Fenato *et al.* [4], which shows that research related to the topic is recent.

Appendix D, created in the VOSviewer software, presents a co-occurrence map of keywords, where it is possible to see that “project management”, “budget control”, and “construction information modeling” are the ones that appeared most in the analyzed articles, reinforcing the idea of using BIM for project budget, management, and control. It is interesting to note that the term 5D BIM, despite having been mentioned since 2018, began to appear in the keywords between

2020 and 2022, which suggests that it was at that time that authors really began to focus on this topic. It is still possible to observe that cost-benefit analysis has been the subject of recent researches, which can be reinforced by the optimization capacity that occurs in processes due to the use of BIM.

Appendix E presents the 10 journals with the most publications among the articles analyzed, where it is possible to observe that almost 16% of the 38 articles were published in *Automation in Construction*. This journal publishes articles on the use of Information Technologies in Design, Engineering, Construction and Maintenance Technologies and Management of Constructed Facilities and has an Impact Factor of 10.3. In the *Ambiente Construído*, the focus is on articles related to Built Environment Technology, whether in design, production, operation, maintenance, demolition and/or recycling or reuse of buildings and their immediate surroundings. The periodical *Buildings* focuses on publishing articles related to building science, construction engineering, and architectural design. The *KSCE Journal of Civil Engineering* is a more generalist journal that publishes articles in the broad field of Civil Engineering.

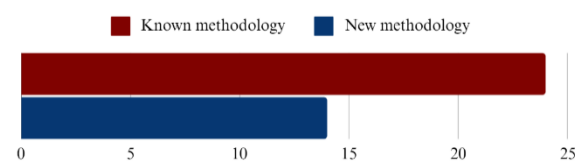
Appendix F presents the 10 authors with the highest H-factor in descending order, through which it is possible to identify the quality of their production and reach in the scientific community. Peter Love and M. Reza Hosseini are the authors with the highest H-factor and represent Australia, one of the countries with the smallest number of authors. In third place is Al-Hussein Mohamed from Canada. In fourth place is Vanhoucke, one of the two Belgian authors, and in fifth place is Formoso, whose nationality is Brazilian and represents the country with the most authors. The country that presented the largest number of authors among the 15 with the highest H-factor was the United Kingdom, with the 3 authors representing the country.

The articles were classified into two distinct categories according to the scope of the research, the first being related to the

theoretical nature or case study, and the second quantifying those that presented new methodologies and those that used and/or made adaptations to existing methodologies. It is possible to observe that around 32% of the articles fell into both types of the first category, covering theory and case study. The remainder was divided almost equally, with 11 case studies and 15 theoretical studies.

Regarding the second category, it can be seen in figure 3 that the number of authors who created new methodologies was smaller than those who used existing methodologies, representing around 42% of the articles, three of which are related to 5D BIM and one of which is related to 4D BIM. Bortolini *et al.* [9] proposed the combined use of BIM and Lean Construction principles with application in logistical control for the assembly of prefabricated elements. Fenato *et al.* [4] proposed a method for preparing an operational budget using BIM, with the aim of highlighting calculation considerations and automating the extraction of quantities. Elghaish *et al.* [10] proposed a method to facilitate decision-making during the feasibility analysis process of a project, aiming to use 5D BIM to estimate costs, at this stage in which there is no detail of the chosen solution. Cha e Lee [8] proposed the development of a BIM database in order to use it in the renovation of an old house.

Figure 3 – Evolution of publications over the past 10 years



Source: Authors' elaboration

Kavuma *et al.* [11] developed a study with a similar objective as Konior e Szóstak [12], both seeking to identify the factors that influence excessive construction costs. The first also assessed the factors that influence excessive construction time and the second made a comparison between planned, incurred and actual costs. Both articles fall

into the category of review articles and used existing methodologies, and although there are similarities, there are also significant differences between them regarding methodology and results.

Kavuma *et al.* [11] used surveys as a quantitative tool to collect data from construction stakeholders in South Korea. Questionnaires were distributed through a data collection website and analyzed using a 7-point Likert scale. On the other hand, Konior e Szóstak [12] used the Earned Value Method (EVM) to analyze 536 measurements of 40 different construction investments. Schedules, expenses before the construction start and information on the actual progress of implementation were reviewed according to monthly reports. Kavuma *et al.* [11] classified the results into two categories, the first being the factors that influenced delays in construction time and the second being the factors that influenced increases in construction costs.

In the first category, in descending order of influence, are BIM-related factors, manufacturing-related factors, chemical-related factors, contractor-related factors, and externally caused factors. For the second category, client, contractors, BIM-related factors, manufacturing-related factors, and lastly, externally caused factors. Although the two studies had similar objectives, Konior e Szóstak [12] focused on using EVM to analyze their data and very little on identifying the factors that influence cost overruns in construction. In this case, only the delay in delivering cost information and budget differences were responsible for the increase in costs. Furthermore, they concluded that for the proposed objective, the use of the S curve is not viable, as the real and estimated values vary greatly from each other, since the nature of the constructions is very comprehensive and with different levels of complexity. In turn, the calculations performed in accordance with the EVM made it possible to assess the real costs and the individual amounts to be invested.

Based on the studies of Zima [5] and Batselier *et al.* [13], it is possible to observe a convergence of ideas, although different technologies and methods are used to obtain construction costs. In the first, the author presents the potential for using BIM to prepare construction budgets, conducting a study on the insertion and removal of information from the model and showing how this influences the practical budget. In the second, the authors propose testing the EVM technique using a database composed of 51 civil construction projects, in order to verify the accuracy of this technique in predicting the construction costs and deadlines. Zima [5] concluded that the information entered into the model and the accuracy of the calculations can significantly affect a project's costs. In addition, the definition of materials and equipment, the calculation method and the software used directly influence the generation of the quantity and consequently the budget. As a suggestion for improvement, the author highlights the need to standardize modeling methods to allow better use of the potential of BIM for budgeting.

Batselier *et al.* [13] confirmed the effectiveness of EVM in predicting construction cost and time. They also indicated that, for deadline prediction, the Earned Schedule Method (ESM) was the most accurate. Regarding costs, the Cost Estimate at Completion (EAC) showed the best results, in the authors' opinion.

In building engineering, it is very common, especially in the initial phase of feasibility studies, to prepare estimates of construction costs. At this stage, however, there is often little information about the project, a scarcity of projects, and a lack of detail. In this context, two studies were found in different areas that have the ultimate goal of solving this issue. Elghaish *et al.* [10] developed a study with the objective of integrating Target Value Design (TVD), ABC Curve and Monte Carlo simulations into the Integrated Project Delivery (IPD) cost structure, linked to a BIM platform. First, a theoretical review was performed, followed

by the development of a methodology for cost estimation using IPD and BIM when there is a shortage of information, and finally a case study to validate this.

Nadafi *et al.* [14] developed a study with the objective of determining the value and completion time of projects using EVM and Interval Gray Numbers (IGN) when there is a scarcity of information. To this end, they carried out a literature review on the IGN concept and the presentation of the EVM method based on IGN, verifying it through a numerical example. It is possible to observe that both works presented similarities not only in terms of objective, but also in terms of the methodology used. Additionally, both parties concluded that the technologies and methodologies used were capable of optimizing the cost assessment of projects and works, generating budgets consistent with reality. Elghaish *et al.* [10] concluded that automating the proposed methodology for determining and allocating indirect costs could increase users' confidence in it. In addition to the proven effectiveness of the union between BIM and IPD, the authors showed in their case study evidence of the feasibility of Monte Carlo simulation integrated with BIM to develop a cost estimate, with a deviation of less than 12%. They also revealed that using the ABC Curve provided a better IPD cost structure. Nadafi *et al.* [14] identified that the IGN-based EVM proved to be an effective step for project management and proved useful in the face of project uncertainties.

Bortolini *et al.* [9] and Bataglin *et al.* [15] developed theoretical and practical studies with some similarities. The authors used 4D BIM concepts and Lean Production principles to optimize logistics management on construction sites for the assembly of engineer-to-order (ETO) prefabricated systems. However, in the first study, this combination of concepts was used to establish guidelines for the joint use of BIM and Lean Production in the logistics management of prefabricated construction systems. In the second, the objective was to develop a

logistical planning and control model for the on-site assembly of prefabricated ETO construction systems using 4D BIM modeling. Another similarity was the use of the Design Science Research methodological approach and the action research strategy, enabling the authors to actively participate in the search for solutions to the proposed problem.

According to Bortolini *et al.* [9], logistics management is essential for this type of production system, as there is a high level of complexity involved, deadlines are usually short, there is usually overlapping of project stages and use of shared resources. In the research, three different projects from a steel mill in Brazil were used, whose delivery times were short and with great variability in projects and part dimensions. The chosen projects presented different complexities and restrictions related to logistics management. The first had a restricted area for the construction site and the objective was to optimize the use of space and define the ideal volume of stock. In the second, the area was large and nine different industrial buildings would be assembled, this being the great challenge, providing different components for different projects located on a large construction site. The third was chosen because the client's profile was very demanding in terms of deadlines, safety, and organization, having even requested adjustments to the project in this case to reduce the variability of the parts to be assembled.

In exploratory study 1, the authors identified that the logistics were carried out by the team when the material arrived at the construction site and that it was all mixed up, containing pieces from different stages and locations. The same happened in exploratory study 2 and the material arrived mixed, which led to a lot of time-consuming work to separate it. Based on the two studies, it was possible to conclude that the company did not have a structured logistics plan followed by the management team, which contributed to a lot of work without added value, mainly in

the separation and organization of stocks. Additionally, more fragile materials were damaged, causing financial losses. In exploratory study 3, several meetings were held with the team and planning was supported by 4D BIM simulations, in order to optimize the logistics and assembly process of parts at the construction site. This directly contributed to the elimination of wasted time and materials, reduction of stock on the construction site, in addition to enabling the creation of a more reliable and organized process, meeting customer demands.

Bataglin *et al.* [15] identified in a case study inefficient communication between the factory and the construction site, which impacted the company's entire logistics process. The 4D BIM models helped the team define better alternatives for the process on the construction site, emphasizing the organization and flow of materials on site. This made it possible to bring participants together and define guidelines to help companies implement 4D BIM with similar problems. Among the proposed guidelines are:

- Standardizing logistics processes, defining which information is relevant to the model, using naming standards, and adopting color codes for different stages.
- Collaborative processes based on the adoption of BIM 4D in order to integrate the team into planning processes.
- Use of visual resources to disseminate information, such as panels with images of 4D models, including the assembly sequence and location of items on the construction site, for example.
- Adoption of pull production, analysis and control of work in progress, integration of 4D BIM at different levels of planning and integration of manufacturing and assembly information on the construction site.

Although the authors have developed studies with different objectives, they both used the concepts and principles of BIM and

Lean Production, which leads us to believe that there is a convergence in their conclusions. As expected, similar conclusions were obtained. The use of BIM and Lean Production in both contexts generated an increase in information reliability, gains in team productivity, and also confirmed one of the main benefits of adopting BIM, which is making the work environment more collaborative. Bataglin *et al.* [15] also highlighted the possibility of identifying the system status, optimizing the integration between factory and construction site. They observed improvements in workflows and information and the need for demand confirmation points and the possibility of aligning short-term plans with load planning. Greater effectiveness in decision making was also verified using the 4D BIM model.

Bortolini *et al.* [9] concluded that in addition to contributing to the planning model based on BIM and Lean Production, their theoretical framework would be very useful for the reader to have a deeper understanding of the synergy between them. They also believe that their planning model can be used as a reference by other companies working with prefabricated ETO systems.

Andrade *et al.* [16] and Felisberto [17] studied the joint use of a federal government database and BIM to obtain construction cost estimates. The first carried out a case study of a public project at a Brazilian public university in the state of São Paulo, using bidding documents and projects in AutoCAD 2D as a basis for creating two BIM models. The second proposed guidelines combining BIM and SINAPI to improve the accuracy of public budget estimates, using the Design Science Research methodology. These guidelines were tested in two projects: a multifamily residential building and a public service institution. Both observed little difference between the quantities, however Andrade *et al.* [16] found that to use SINAPI it is necessary to develop specific models for this purpose. Felisberto [17] concluded that “text parameters can be used to identify material specifications, element geometry and

specify substrates, which can improve the process of generating an estimate according to the costs of the elements of the “SINAPI factor tree”.

4. Conclusions

This study presented the state of the art research from 2013 to 2023 on BIM related to budgeting and planning. It was possible to confirm that, as far as the authors know, there are no studies that propose a budget structuring methodology using BIM to improve payment and measurement in works, and some knowledge gaps were also identified.

There are few works that combine BIM with EVM, represented only by Elgaish *et al.* [18] and Kim *et al.* [19]. Elgaish *et al.* [18] conducted a case study bringing together researchers from Australia, Canada and the United Kingdom, and concluded that their research can serve as a basis for the development of a prototype in 4D and 5D BIM platforms. Kim *et al.* [19] conducted a theoretical review and a case study in Korea, and although their work addressed the concepts of BIM and EVM, they left as a suggestion for future work the creation of BIM models that allow the implementation of project management and EVM in the construction phase. The association of BIM with the S-Curve did not present results in this research, and is also considered a gap in knowledge. There are also issues related to 5D BIM focusing on construction measurements, where the only similar work was that of Fenato *et al.* [4], whose research sought to create a method for preparing an operational budget using BIM software. Andrade *et al.* [16] conducted a case study in São Carlos, Brazil, and concluded that modeling BIM projects for quantity extraction is different from modeling BIM projects for budgeting, which leads to another knowledge gap that can be researched.

One can conclude that there is a convergence of ideas between EVM and BIM 5D, as both aim to achieve the final cost of a

project. In this context, it is interesting to use them together or even separately, for comparison purposes. Furthermore, it is concluded that the use of 4D BIM in conjunction with Lean Production principles can further optimize processes, increasing transparency and reliability.

Although the use of BIM in public works is mandatory in Brazil, legislation is not clear about how it should be used. There are no detailed explanations and/or step-by-step instructions on what should be done in this context.

This work contributes to obtaining an enlightening view on the proposed theme and as a way of directing future research. Given the data presented, it is suggested that future work study in depth the synergy between EVM and 4D and 5D BIM, such as the development of plugins and/or software that integrate them. Another interesting research would be studying ways to visualize the S curve in 4D and 5D models. Additionally, studies are suggested that focus on the development of models that facilitate measurement in building construction, since studies in this area are scarce and it is essential that there is cooperation between the construction stages for its good development. Finally, it is necessary to turn our attention to public institutions in order to help them understand and implement BIM in their daily routines, enabling them to comply with legislation.

During the research, the authors encountered limitations regarding database searches. Often the searched terms are not found, resulting in many articles that are not related to the defined keywords. The result was the elimination of 97% of the articles in the first and second phases of the research, which were respectively the elimination of duplicate articles and the elimination of articles whose title did not present any of the keywords.

5. Acknowledgements

The authors thank the Universidade Federal de Uberlândia for the scientific initiation scholarship, to the Faculdade de Engenharia Civil da Universidade Federal de Uberlândia and the Universidade Federal do Rio de Janeiro for the research opportunity.

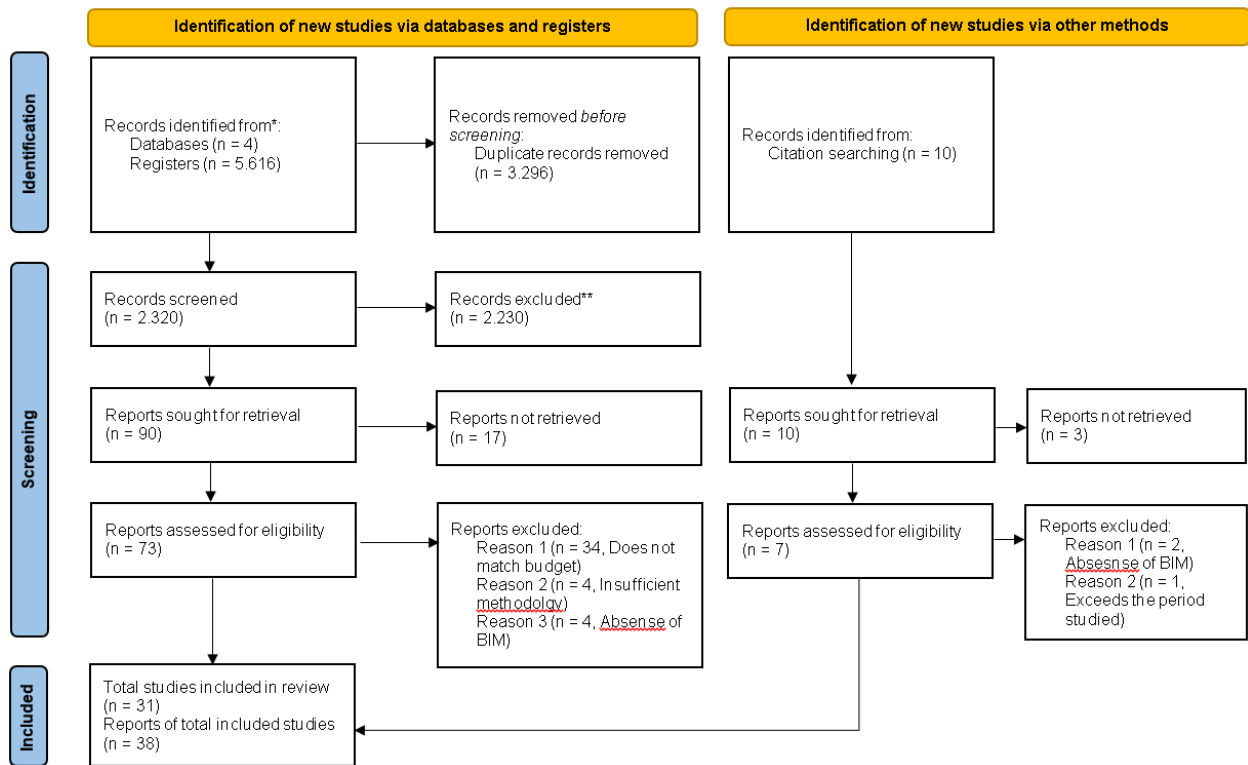
6. References

- [1] ARASZKIEWICZ, K. & BOCHENEK, M. *Control of construction projects using the Earned Value Method - case study*. Open Engineering, n. 9(1), p.186-195, 2019. <https://doi.org/10.1515/eng-2019-0020>
- [2] ISAC, J. et al. *Impact of a visual decision support tool in project control: A comparative study using eye tracking*. Automation in Construction, n. 110, 102976, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2019.102976>
- [3] ARAGÓ, A. et al. *Quantity surveying and BIM 5D. Its implementation and analysis based on a case study approach in Spain*. Journal of Building Engineering, n. 44, 103234, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.jobbe.2021.103234>
- [4] FENATO, T. et al. *Method for elaborating operational bill of quantities through BIM authoring software*. Ambiente Construído, n. 18(4), Oct-Dec, 2018. <https://doi.org/10.1590/s1678-86212018000400305>
- [5] ZIMA, K. *Impact of information included in the BIM on preparation of Bill of Quantities*. Procedia Engineering, n. 208, p.203-210, 2017. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2017.11.039>
- [6] HARTMANN, T. et al. *Aligning building information model tools and construction management methods*. Automation in Construction, n. 22, p.605-613, 2012. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2011.12.011>
- [7] FALBO, R. *Mapeamento Sistemático*. 2015. Disponível em: https://inf.ufes.br/~falbo/files/MP/TP/Sobre_MS.pdf. Acesso em 15/03/2024.
- [8] CHA, H. & LEE, D. *A case study of time/cost analysis for aged-housing renovation using a pre-made BIM database structure*. KSCE Journal of Civil Engineering, n. 19, p.841-852, 2015. <https://doi.org/10.1007/s12205-013-0617-1>
- [9] BORTOLINI, R. et al. *Site logistics planning and control for engineer-to-order prefabricated building systems using BIM 4D modeling*. Automation in Construction, n. 98, p.248-264, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2018.11.031>
- [10] ELGHAISH, F. et al. *Revolutionising cost structure for integrated project delivery: a BIM-based solution*. Engineering, Construction and Architectural Management, n. 28(4), p.1214-1240, 2020. <https://doi.org/10.1108/ECAM-04-2019-0222>
- [11] KAVUMA, A. et al. *Factors influencing Time and Cost Overruns on Freeform Construction Projects*. KSCE Journal of Civil Engineering, n. 23, p.1442-1450, 2019. <https://doi.org/10.1007/S12205-019-0447-X>
- [12] KONIOR, J. & SZÓSTAK, M. *Cumulative cost spent on construction projects of different sectors*. Civil Engineering and Architecture, n. 9(4), p.999-1011, 2021. <https://doi.org/10.13189/cea.2021.090404>
- [13] BATSELIER, J. et al. *Empirical Evaluation of Earned Value Management Forecasting Accuracy for Time and Cost*. Journal of Construction Engineering and Management, n. 141(11), 2015.

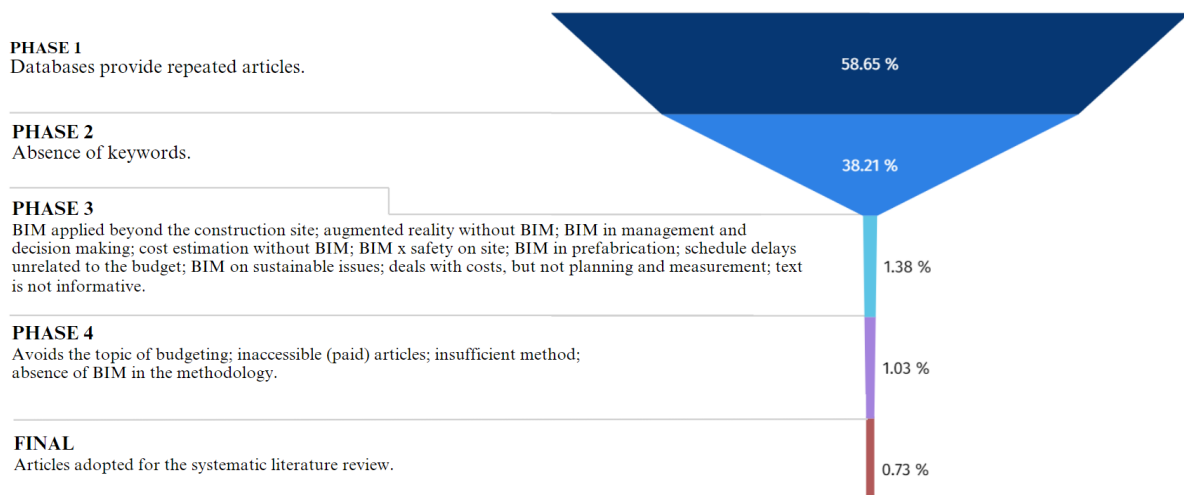
- [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)CO.1943-7862.0001008](https://doi.org/10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0001008)
- [14] NADAFI, S. et al. *Predicting the project time and costs using EVM based on gray numbers*. Engineering, Construction and Architectural Management, n. 26(9), p.2107-2119, 2019. <https://doi.org/10.1108/ECAM-07-2018-0291>
- [15] BATAGLIN, F. et al. *4D BIM applied to logistics management: Implementation in the assembly of engineer-to-order prefabricated concrete systems*. Ambiente Construído, n. 18(1), p.173-192, 2018. <https://doi.org/10.1590/s1678-86212018000100215>
- [16] ANDRADE, F. et al. *5D BIM study for public project budgeting using SINAPI*. VVIII ENTAC, n. 18(1), 2020. <https://doi.org/10.46421/entac.v18i.1245>
- [17] FELISBERTO, A. *Contribuições para elaboração de orçamento de referência de obra pública observando a nova árvore de fatores do sinapi com BIM 5D-LOD 300*. Florianópolis: UFSC, 2017.
- [18] ELGHAISH, F. et al. *Integrated project delivery with BIM: An automated EVM-based approach*. Automation in Construction, n. 106, 102907, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2019.102907>
- [19] KIM, Y. et al. *A Case Study on BIM Object-Based Earned Value and Process Management in Highway Construction*. KSCE Journal of Civil Engineering, n. 26, p.522-538, 2022. <https://doi.org/10.1007/S12205-021-1348-3>

6. Appendices

APPENDIX A – Second phase of the method – PRISMA (2020)



APPENDIX B – Article deletion statistics



APPENDIX F – Most productive authors

Rank	Authors	H-factor	N° Citations	Affiliation
1	Peter Love	125	46474	Curtin University
2	M. Reza Hosseini	53	9232	Melbourne University
3	Mohamed Al-Hussein	49	8213	Concordia University
4	M. Vanhoucke	48	8707	Ghent University
5	Carlos Formoso	45	8504	Federal University of Rio Grande do Sul
6	R. Pellerin	37	6963	Polytechnique Montreal
7	Markus König	35	5891	University of Erlangen-Nuremberg
8	Pierre-Majorique Léger	35	4606	Polytechnique Montreal
9	F. H. Abanda	31	3417	National Polytechnic School of Yaoundé
10	Hee Sung Cha	30	2576	Ajou University



Características de um documento arquivístico e sua importância em gerenciamento de projetos

Characteristics of the archival document and its importance in project management

CAMPAGNUCCI, David¹; COSTA FILHO, Lysio Séllos²

david.nucci@icloud.com¹; lysio@seconci-rio.com.br²

¹ Bacharel em Arquivologia; Universidade Federal Fluminense, Niterói, Rio de Janeiro, Brasil.

² Engenheiro de Produção, D.Sc.; Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, Brasil

Informações do Artigo

Palavras-chave:

Gestão de Projetos;

Produção Documental;

Autenticidade;

Confiabilidade; Gestão de documentos

Keyword:

Project Management;

Documentary Production;

Authenticity; Reliability;

Document Management

Resumo:

O artigo tem por objetivo apresentar conceitos arquivísticos voltados para a área de gestão de projetos. Em crescente ascensão, a área tem se destacado por proporcionar resultados satisfatórios e contribuído com controle dos processos. A partir desse cenário, os documentos arquivísticos produzidos desde o início de um projeto garantem a confiabilidade, integridade e confiabilidade das informações das atividades para o qual foram gerados. O gerenciamento desses documentos permite que as informações sejam disponibilizadas em tempo hábil, garantindo assim a tomada de decisões no decorrer do projeto. Sendo assim, foi possível perceber que embora os conceitos sejam distantes entre as áreas, utilizá-los de forma interligada é capaz de garantir melhores resultados e informações em gerenciamento de projetos.

Abstract

The article aims to present archival concepts applied to project management. In rapid ascension, project management has distinguished itself by delivering satisfactory results and contributing to process control. In this context, archival documents produced from the inception of a project ensure the reliability, integrity, and consistency of the information pertaining to the activities for which they were generated. Managing these documents enables timely access to information, thereby ensuring informed decision-making throughout the project lifecycle. Thus, it was possible to perceive that although the concepts are distant between the areas, using them in an interconnected manner is capable of ensuring better results and information in project management.

1. Introdução

Em razão da produção documental de maneira exacerbada ao longo do tempo, tanto física como digital, pensar sobre técnicas e estratégias de controle e garantia das características dos documentos arquivísticos

tornou-se indispensável. Os documentos que anteriormente possuíam caráter histórico e posteriormente receberam novas funções com caráter administrativo precisavam ser tratados e organizados a fim de cumprirem seus objetivos. Nesse contexto surge a gestão de

documentos, que definida por Indolfo [1] afirma ser:

Conjunto de procedimentos e operações técnicas referentes às atividades de produção, tramitação, uso, avaliação e arquivamento de documentos em fase corrente intermediária, visando a sua eliminação ou recolhimento para a guarda permanente. A gestão de documentos é operacionalizada através do planejamento, da organização, do controle, da coordenação dos recursos humanos, do espaço físico e dos equipamentos, com o objetivo de aperfeiçoar e simplificar o ciclo documental.

Ao compreender que a gestão de documentos para além de garantir que os documentos arquivísticos mantenham suas características intrínsecas de confiabilidade, autenticidade e unicidade, segundo Indolfo [1] possui os objetivos de garantir que as etapas da gestão documental que englobam a produção, o uso e o destino final dos documentos sejam realizadas de forma eficaz; ser capaz de fornecer o acesso às informações e torná-las disponíveis a tempo hábil; garantir que os documentos arquivísticos, que não possuem mais valor legal, de pesquisa ou burocrático sejam eliminados de maneira correta; auxiliar na conservação dos documentos que foram avaliados e direcionados à guarda permanente para fins de consulta; garantir a utilização correta das ferramentas de gestão documental.

Dessa forma, traçar um paralelo entre essa prática e a gestão e gerenciamento de projetos se torna mais que importante, necessário.

2. Produção documental e arquivo

Ao longo do tempo, os arquivos foram responsáveis por registrarem a memória da sociedade, após adquirirem um caráter administrativo se destacam ao serem capazes de refletir as atividades para o qual foram gerados, garantindo assim caráter de confiabilidade, naturalidade, imparcialidade, unicidade e autenticidade, importantes dentro

dos processos administrativos de qualquer instituição.

De acordo com o Camargo [2], arquivo é definido como “conjunto de documentos produzidos e acumulados por uma entidade coletiva, pública ou privada, pessoa ou família, no desempenho de suas atividades, independentemente da natureza do suporte”. As etapas que envolvem o documento de arquivo se desdobram desde a sua produção, uso até sua destinação final.

3 A importância do documento arquivístico em gerenciamento de projetos

A importância da documentação de todos os processos que compõem um projeto é assunto recorrente no contexto de gerenciamento e constantemente citado pelo PMI.

O Guia PMBOK nos apresenta um conjunto de boas práticas e conhecimentos aplicados em gerenciamento de projetos. Realizar o controle de documentos que comprovem atividades dentro de um projeto auxilia na compreensão dos processos e em todo planejamento, desde a fase inicial até após sua entrega.

Mas, antes de prosseguir é necessário se familiarizar com conceito de projeto amplamente difundido na área de gestão e gerenciamento de projetos. Segundo Vargas [3] projeto é caracterizado por um empreendimento único, que possui uma construção cronológica com início, meio e fim, capaz de alcançar um propósito específico, sendo gerenciado por profissionais capacitados e atentos quanto ao escopo, prazo e recursos utilizados.

Ao assumir que cada projeto é único o documento arquivístico desempenha um papel vital no ciclo de vida desse projeto. A documentação ajuda a estabelecer a base de um projeto e fornece informações importantes para planejamento, execução e controle, sendo responsáveis pelas decisões tomadas, requisitos, prazos e custos, garantindo

transparência e consistência entre os membros da equipe desse projeto.

Para além, a documentação é fundamental para uma comunicação orgânica e eficaz entre todos profissionais e pessoal envolvidas no projeto. No processo do ciclo de vida, a documentação também ajuda a avaliar o progresso, identificar riscos, tomar decisões, ajuda a melhorar a qualidade, a consistência e a integridade do projeto, proporcionando a continuidade e o aprendizado em projetos futuros.

Ao se pensar em um ambiente empresarial é necessário trazer a compreensão sobre os impactos que o não gerenciamento ou a falta de documentação relacionada aos processos em um projeto podem causar, afetando não só financeiramente, mas também o prazo e a qualidade do projeto que deverá ser entregue.

Os riscos atrelados aos projetos são avaliados a partir da possibilidade, grau de impacto e consequências que os envolvem. A gestão desses riscos, por meio dos documentos arquivísticos, por exemplo, oferece a oportunidade de mitigá-los, e a identificação de potenciais benefícios, geralmente relacionados ao tempo, à qualidade e ao custo do projeto. Segundo o PMI [4] (p.65)

Risco é um evento ou condição incerta que, se ocorrer, provocará um efeito positivo ou negativo em um ou mais objetivos do projeto. Os riscos identificados podem ou não se materializar em um projeto. As equipes de projeto se esforçam para identificar e avaliar riscos conhecidos e emergentes, internos e externos ao projeto, durante todo o ciclo de vida. [...] O gerenciamento do risco geral do projeto visa manter a exposição ao risco do projeto dentro de um nível aceitável. As estratégias de gerenciamento incluem reduzir as fontes de ameaças, promover as fontes de oportunidades e maximizar a probabilidade de alcançar todos os objetivos do projeto.

Em gerenciamento de projetos, a produção documental é constante, independente do suporte, seja em meio físico

ou digital. O documento arquivístico produzido nesse cenário, por possuir características únicas, é importante na compreensão dos riscos, assim como, das oportunidades que possam surgir no decorrer do projeto.

Um documento arquivístico produzido no início do projeto é o termo de abertura. O termo de abertura é um documento arquivístico que reflete informações a respeito de todo o projeto, desde o gerente ao qual foi designado, suas responsabilidades, autoridade, objetivo, justificativa, escopo, premissas e restrições, refletindo as necessidades e expectativas, incluindo os riscos envolvidos.

Para além do termo de abertura, segundo o PMI [4], alguns outros documentos arquivísticos são produzidos ao longo do processo, são eles:

Plano estratégico: Um documento de alto nível que explica a visão e a missão de uma organização, além da abordagem que será adotada para alcançar essa missão e visão, incluindo as metas e o objetivos específicos a serem alcançados durante o período coberto pelo documento;

Relatórios de qualidade: Documento constituído por informações de gerenciamento da qualidade, orientações de ajustes corretivos, recomendações de ações corretivas e descrições das tarefas de qualidade já finalizadas no projeto;

Documentação dos requisitos: Documento composto pelos registros de requisitos de um projeto, contendo dados de extrema relevância no gerenciamento das prioridades, aceitações e critérios desses requisitos.

Relatório de riscos: Um documento do projeto, elaborado de forma gradativa no decorrer dos processos que gerenciam possíveis riscos, e resume informações sobre os riscos individuais e gerais do projeto;

Solicitação de mudança: Uma proposta formal para modificação de um documento arquivístico, escopo, prazo;

Diversos tipos documentais são criados ao longo do processo início - fim do projeto, citaremos alguns mencionados pelo PMI [4]:

- Registros de premissas;
- Bases das estimativas;
- Registros das mudanças;
- Registros das questões;
- Registros das lições aprendidas;
- Relatórios de qualidade;
- Documentos dos requisitos;
- Documentos de teste e avaliação
- Registro dos riscos;
- Documentos de licitação;
- Plano de gerenciamento dos recursos

A partir da grande quantidade de documentos produzidos, é possível entender que as informações neles contidas são de suma importância. O registro dessas informações, e atualização das mesmas, contribuem para o aprendizado de cada processo realizado no projeto e aponta para possíveis melhorias que possam ser implementadas.

O gerenciamento desses documentos arquivísticos, para além de auxiliar nesse processo de aprendizado, também corrobora com transparência das informações e fornece garantia sobre prestação de contas para todas as partes envolvidas e possíveis auditorias.

3 Características dos documentos arquivísticos

Após a apresentação de alguns documentos que são gerados desde a fase inicial do projeto, demonstrando qual a finalidade de cada um deles, torna-se inquestionável a importância da aplicabilidade dos princípios arquivísticos, assim como o gerenciamento desses documentos de forma orgânica dentro da instituição. A habilidade de demonstrar as atividades e proporcionar a fixação da informação como memória está ligada

diretamente às características do documento arquivístico.

De acordo com Duranti [5] a possibilidade de interpretação do passado, e das atividades administrativas, através do documento arquivístico é possível por meio da análise de suas características particulares de autenticidade, unicidade, naturalidade, imparcialidade e inter-relacionamento.

As características do documento de arquivo são apresentadas por Duranti [5], quando as descreve como: Imparcialidade ser a característica que discorre sobre a veracidade dos registros, apesar do documento ser manuseado por pessoas que possuem concepções pré-estabelecidas, essa característica dispõe sobre os motivos e as circunstâncias às quais o documento foi produzido.

A autenticidade, refere-se à criação, armazenamento e custódia realizada pelo devido produtor. Em ocasiões que o documento diverge em determinada informação, mas mantém os elementos intrínsecos e extrínsecos do produtor, não deixa de ser autêntico, mas perde sua veracidade como comprobatórios.

A naturalidade é atribuída a maneira que os documentos arquivísticos são produzidos, organizados e acumulados durante o processo para o qual foram criados.

O inter-relacionamento refere-se ao vínculo que os documentos possuem entre si durante seu ciclo vital, mostrando assim uma construção onde se inicia determinada atividade e outra se encerra.

A unicidade assume que cada documento é único, embora haja cópias, cada documento gerado tem seu valor único as relações refletidas pelas suas atividades.

Com a aplicação dos princípios arquivísticos e gerenciamento dos documentos, provenientes de um projeto, é possível garantir a segurança dos registros e a permanência de suas funcionalidades para futuras decisões de impacto.

4 Registros documentais em gerenciamento de projetos

A produção documental gerada em todo projeto é responsável pela organização não só das informações, mas das atividades que foram e serão colocadas em práticas ao longo do projeto. Os registros documentais, ao serem gerados de maneira orgânica, permitem uma boa comunicação entre as partes envolvidas, a troca de informação entre os setores e cooperação da equipe responsável por cada atividade.

Em todas as versões do guia PMBOK o PMI ressalta que a documentação é necessária como forma de comprovar, desenvolver, gerenciar e monitorar diversas atividades de um projeto. Toda documentação é composta por dados que são coletados durante o ciclo de vida de um projeto.

Segundo o PMI [6] a coleta dos dados relacionados ao projeto é possível através dos processos compartilhados com os profissionais envolvidos. Após a coleta, os dados são analisados e utilizados como informação em diversas etapas e processos do projeto. A informação é disseminada através de comunicados ou relatórios direcionados as pessoas responsáveis.

A partir dos dados coletados, as informações que eles refletem são capazes de apontar as necessidades do projeto, sendo possível traçar um planejamento, afim de realizar alterações e tomar decisões com o objetivo de minimizar impactos e aproveitar as oportunidades.

5 Algumas relações entre ferramentas de gestão e gerenciamento de projetos voltados para documentação

Ao longo do projeto, diversas ferramentas de gerenciamento são utilizadas com o intuito de coletar informações e garantir o controle, qualidade, entregas, autenticidade, gerenciamento de tempo e riscos. Algumas dessas ferramentas gera um grande número de documentos ou são utilizadas no gerenciamento dos documentos

arquivísticos durante os processos que envolvem o projeto.

Originalmente, as métricas eram os dados coletados após a finalização do projeto e serviam para o planejamento dos próximos projetos. Com a evolução do gerenciamento de projetos, aprendemos que não podemos esperar até o final do projeto para criar níveis de controle e coletar os dados. Os gerentes funcionais exigem o acompanhamento das métricas durante todo o projeto por meio de indicadores de desempenho e painéis de controle (Dashboards), para isso, os procedimentos de controle precisam ser elaborados antes do início da execução do projeto para que os registros possam estar atualizados desde o começo. Caso contrário, um valioso esforço será consumido na atualização dos registros após o acontecimento dos fatos e o controle poderá ser perdido antes mesmo de o projeto ter sua execução iniciada [7].

Ao assegurar que a segurança, disponibilidade e transparência das informações, obtidas através dos documentos arquivísticos, são essenciais para tomada de decisão do gerente de projeto, serão apresentadas abaixo algumas ferramentas que auxiliam nesse processo.

Seguindo o PMI [4], umas das ferramentas são os Diagramas de Gantt, que em gestão e gerenciamento de projetos, são capazes de relacionar atividades e o tempo empenhado nessas atividades. Essa ferramenta tem a possibilidade de fornecer documentos que demonstram o cronograma de toda produção e revisão dos documentos arquivísticos, assim como pendências documentais.

Outra ferramenta amplamente utilizada é a Matriz RACI, que consiste em uma tabela utilizada na demonstração visual da divisão de responsabilidades de um projeto, permitindo assim, que todo processo seja acompanhado em suas etapas. Essa ferramenta pode ser empregada no estabelecimento da responsabilidade da gestão documental do projeto, assim como a transparência revisão e aprovações documentais, mas também a relação

interpessoal entre a equipe e arquivistas envolvidos em um projeto.

Podemos também fazer menção aos dashboards (indicadores-chaves de desempenho), que podem nos proporcionar o controle do fluxo documental, desde sua gênese, alterações, arquivamento, mas também sua qualidade ao longo do projeto. Através desse controle, o gerente do projeto é capaz de tomar decisões baseado nos documentos em tempo real.

Se tratando de gerenciamento de projetos, uma ferramenta constantemente mencionada é o MS Project, por meio desse software é possível organizar e realizar um planejamento através de tarefas. Dentre suas características, o software é capaz de realizar atualizações dos cronogramas, gerenciar o tempo, assim como, redirecionar recursos entre as tarefas, proporcionando assim a possibilidade de controle e redução do prazo e custo do projeto.

O Microsoft Project armazena todas as informações de um projeto na sua base de dados. Emprega essa informação para calcular e controlar a programação, os custos e os outros elementos do projeto através de um planejamento. Quanto mais informação seja disponibilizada, mais será preciso o planejamento. De forma similar a uma planilha de cálculo, o Microsoft Project mostra os resultados dos cálculos de forma imediata. Para tanto, é necessária a inserção das informações essenciais das tarefas que compõem o projeto. [8].

Grande parte das ferramentas utilizadas, não só em gerenciamento de projetos, mas como em todo ambiente institucional é propício a gerar documentos arquivísticos, garantindo que determinadas atividades foram executadas, conseqüentemente a quantidade de produção documental gerada em cada projeto, seja em suporte físico ou digital, deve ser um assunto a ser levado em consideração e tratado com a devida importância.

6 Conservação

Após cumprir o papel para o qual foi gerado, através do seu valor probatório, o documento arquivístico segue seu ciclo vital e pode ser eliminado ou direcionado a guarda permanente com o objetivo de ser conservado e consultado posteriormente.

A guarda desse documento e sua conservação respalda todas as partes interessadas envolvidas no projeto, possibilitando que todo conhecimento adquirido ao longo do processo de produção e uso possa ser revisitado constantemente e continue contribuindo em novos projetos como lições aprendidas.

Para além, a conservação dos documentos gerados em um projeto é capaz de assegurar que todas as normas legais foram seguidas, evitando intercorrências e oferecendo a empresa a possibilidade de contornar situações de grande impacto durante o projeto ou até mesmo após o projeto finalizado.

Conservar seus arquivos é um ato indispensável. Eles são o produto necessário do funcionamento de toda sociedade organizada. Quanto mais uma sociedade desenvolve, mais as atividades humanas são numerosas, diversificadas e interdependentes. Quanto mais documentos são usados para que os homens registrem seus atos e assegurem a sua continuidade e estabeleçam relacionamentos duráveis entre si, mais eles produzem e conservam arquivos. [9] (p.19)

Por fim, é possível entender que tanto o ciclo vital do documento arquivístico como o ciclo de vida de um projeto estão interligados. A produção, uso e destinação do documento arquivístico são inerentes as etapas de definição, planejamento, execução, controle, e entrega do projeto.

7 Considerações Finais

A partir das reflexões relacionadas aos documentos arquivísticos, as características que eles apresentam e a importância das documentações produzidas em um projeto,

torna-se claro que o papel do documento, que anteriormente era tido apenas como um lugar de memória, hoje ganha notoriedade ao ter sua natureza atrelada a atividade para o qual tenha sido desenvolvido. Sendo capaz de comprovar, para fins administrativos, assim como para auditorias, que os processos que os envolvem cumprem as exigências requeridas para determinado projeto. A boa gestão desses documentos garante que as informações sejam preservadas, assim como as características que os tornam autênticos, impactando diretamente no sucesso do projeto, por isso Schellenberg [10] (p.45) afirma “Desde que se começou a registrar a história em documentos, surgiu para o homem o problema de organizá-los”.

Ao apresentar práticas no âmbito de gestão de projetos, o PMI [4] dá ênfase significativa às palavras “documento” e “documentação” podendo ser notada por meio das 95 vezes em que são citadas. Essa grande repetição aponta para o reconhecimento da metodologia e do papel vital que a informação e coleta de dados completa, fidedigna e organizada desempenha na obtenção do sucesso em projetos.

Dessa forma, compreender a relação entre a arquivística e gestão e gerenciamento dos projetos deve se tornar primordial como cultura institucional. Os profissionais envolvidos em todo projeto devem ser capazes de traçar um paralelo entre características arquivísticas e gerenciamento de projeto, compreendendo que ambas são complementares e não excludentes, garantindo autenticidade aos processos, maior eficiência, e expansão do conhecimento organizacional.

Referências

- [1] INDOLFO, A. C. *et al. Gestão de Documentos: conceitos e procedimentos básicos*. Rio de Janeiro: Arquivo Nacional, n.47, 1993. (Publicações Técnicas).
- [2] CAMARGO, Ana Maria de Almeida; BELLOTTO, Heloisa Liberalli. *Dicionário de terminologia arquivística*. São Paulo: Associação dos Arquivistas Brasileiros, 1996.
- [3] VARGAS, R. V. *Gerenciamento de Projetos: Estabelecendo Diferenciais Competitivos*. 7ed. Rio de Janeiro: Brasport Livros e Multimídia LTDA, 2009.
- [4] PMI. *Guia PMBOK. Um guia do conhecimento em gerenciamento de projetos*. 7. ed. Newtown Square, PA: Project Management Institute, 2021. Disponível em: https://www.academia.edu/80496097/Guia_PMBOK_7a_Edicao_Portugues_2021 Acesso em: 05 jun. 2024
- [5] DURANTI, Luciana. *Registros documentais contemporâneos como provas de ação*. Estudos Históricos, Rio de Janeiro, vol. 7, n. 13, 1994. p. 49-64. Disponível em <http://bibliotecadigital.fgv.br/ojs/index.php/reh/issue/view/279>. Acesso em: 05 jun. 2024
- [6] PMI. Project Management Institute. *Um Guia do Conjunto de Conhecimentos em Gerenciamento de Projetos (Guia PMBOK)*. 6 ed. Four Campus Boulevard, Newton Square, EUA, 2017.
- [7] DINSMORE, P. C.; CABANIS - BREWIN, J. *Ama: Manual de Gerenciamento de Projetos*. 4. ed. Rio de Janeiro: Brasport, 2009
- [8] LÓPEZ O. C. *Introdução ao Microsoft Project*. UNISUL. Universidade do Sul de Santa Catarina. Curso de Engenharia Civil. Florianópolis, 2008
- [9] DELMAS, Bruno. *Arquivos para quê? textos escolhidos*. Instituto Fernando Henrique Cardoso, 2010.
- [10] SCHELLENBERG, Theodore R. *Arquivos modernos*. FGV Editora, 2006.



Panorama da eficácia do uso da metodologia BIM em projetos público-privado no Brasil

Effectiveness overview of BIM methodology use in public-private projects in Brazil

MEIRELLES, Juliane Andrea Trancoso¹; TORRES, Roberta de Roode².

juliane.trancoso@hotmail.com¹; deroodebel@gmail.com²;

¹ Especialista em Gestão e Gerenciamento de Projetos, Rio de Janeiro, RJ, Brasil;

² Engenheira de transportes, D.Sc. COPPE|UFRJ, RJ, Brasil;

Informações do Artigo

Palavras-chave:
BIM;
implementação;
metodologia;
público;
privado

Keyword:
BIM
implementation;
methodology;
public;
private

Resumo:

A metodologia BIM, sigla para Building Information Modeling, que em português significa Modelagem da Informação da Construção, é uma ferramenta para que as equipes de projeto façam interface com a tecnologia para fornecer melhores resultados. Em 2019 no Brasil, o Decreto N° 9.983, que dispõe sobre a Estratégia Nacional de Disseminação do Building Information Modeling no Brasil - Estratégia BIM BR, foi aprovado com o objetivo de promover a difusão dessa metodologia de modelagem em território nacional. Em 2020 este Decreto entrou em vigor, tornando obrigatória a implantação do BIM para os diversos tipos de obras no país, sendo implantado em três fases, a primeira em janeiro de 2021, a segunda em janeiro de 2024 e a última fase em janeiro de 2028. O presente trabalho tem por objetivo apresentar o panorama desta primeira fase de implantação da metodologia BIM no Brasil, em projetos do setor público e em empresas privadas que venceram licitações de projetos. Complementarmente, através da revisão bibliográfica de uso e aplicação, este estudo aborda desde a introdução da metodologia até o atual momento, relatando os desafios iniciais da implementação dessa ferramenta no desenvolvimento de projetos, bem como os avanços iniciais da segunda fase do programa, iniciada em janeiro de 2024.

Abstract

The BIM methodology, an acronym for Building Information Modeling, allows design teams to interface with technology to provide better results. In 2019 in Brazil, Decree N° 9,983, which includes the National Strategy for the Dissemination of Building Information Modeling in Brazil - BIM Strategy BR, was approved to promote the diffusion of this modeling methodology in the national territory. In 2020 the decree came into effect, making the BIM implementation mandatory for the various types of public works in the country, being put into action in three phases, the first in January 2021, the second in January 2024, and the last in January 2028. This paper aims to present the overview of the first phase in implementing BIM methodology in Brazil, in public sector projects, and in private companies that won project bids. Complementarily, through the bibliographical review of use and application, this study addresses from the introduction of the methodology to the present moment, reporting the initial challenges of the implementation of this tool

in project development, as well as the initial advances of the program second phase, with the forecast for January 2024.

1. Introdução

O uso da metodologia BIM - Building Information Modeling - vai muito além de sua aplicação em projetos para modelos digitais tridimensionais. A metodologia permite ser aplicada em todo o ciclo de vida de um projeto desde sua concepção até sua construção e manutenção.

Figura 1: O BIM e o ciclo de vida da edificação (ANEXO).

Essa metodologia chegou ao Brasil por volta dos anos 2000, embora só tenha ganhado força nos últimos anos, ela já é muito difundida em vários países como os Estados Unidos, considerado o pioneiro na implementação da metodologia, no Reino Unido, onde o sistema é obrigatório no setor público desde 2016, e em países escandinavos (Noruega, Dinamarca, Finlândia e Suécia). No entanto, vários outros países como Alemanha, França e Itália utilizam a metodologia estipulando sua obrigatoriedade pelo plano de implementação criado por eles, até 2025 como apresenta a figura 2. Países da América do sul como Chile, Peru e Colômbia também entram nessa leva de implementação mais avançada do BIM. [1]

Esses países citados são os que mais tem se destacado no uso da metodologia, mas também existem vários outros que estão buscando o mesmo caminho, incentivando e capacitando empresas e seus profissionais para uma nova realidade no mundo da construção e principalmente em projetos públicos.

É o caso do Brasil, que buscando potencializar e expandir a disseminação do BIM nacionalmente, promulga em 2018 e relança em 2019, através do governo federal, a “Estratégia Nacional de Disseminação do Building Information Modeling - BIM BR” [2], que decreta a disseminação da metodologia através de fases obrigando de

forma direta ou indireta que órgãos e entidades públicas invistam nessa tecnologia que está presente no mundo e que traz benefícios como a melhora da qualidade do projeto e da obra, mais economia na construção e melhor monitoramento dos desvios de conduta tornando todo o processo onde o BIM é aplicado, mais eficiente.

Seguindo o Decreto nº 10.306 de 02 de abril de 2020, no ano de 2021 se torna mandatório a utilização do BIM, seguindo o plano de disseminação, que estabelece três fases de implementação, tendo a primeira fase sido iniciada em janeiro de 2021, com foco em todas as disciplinas competentes em elaborar modelos de arquitetura, engenharia (estrutura, hidráulica, AVAC e elétrica), detecção de interferências, extração de quantitativos e geração de documentação 2D a partir de modelos. A 2ª fase, iniciada em 1º de janeiro de 2024, diz respeito ao planejamento da obra incorporando a etapa de “as built” e orçamentação, em conformidade com o projeto em BIM. Por fim, a terceira e última etapa, que terá início em 1º de janeiro de 2028, está relacionada as atividades do pós-obra, manutenção e reformas, que também deverão ser incorporados, ou seja, todo o ciclo de vida do projeto, gerenciamento e manutenção deverá ser realizado com BIM. [3]

Através do uso desses processos pelos órgãos e entidades públicas, as empresas privadas, principalmente as terceirizadas, também são incentivadas a se capacitar para continuarem atuantes no mercado em parceria com o setor público.

2 Implantação

Conforme apresentado, é necessário entender que o BIM não é um software, mas sim uma metodologia e a melhor compreensão sobre como ele é eficiente, seria

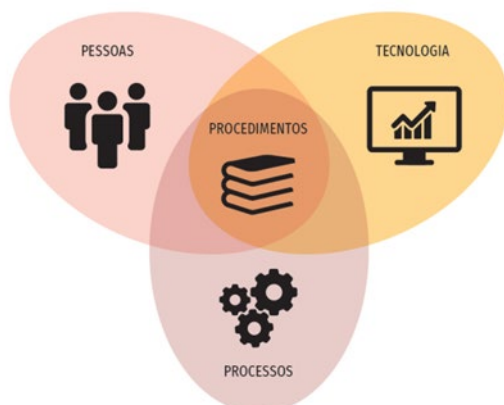
o método de trabalho colaborativo e não sequenciado.

O processo de implantação à implementação não é simples nem rápido, pelo contrário, o processo é reconhecidamente demorado. É preciso um certo período de duração, estimado entre um a três anos para se tornar realmente eficaz e, por isso, a implantação requer a continuidade independente da gestão atual em cada órgão.

Embora o surgimento de softwares tenha facilitado o desenvolvimento de projetos, ao mesmo tempo acabou segmentou as disciplinas envolvidas em um mesmo. Por muitos anos os projetos são desenvolvidos em 2D e, na sequência, liberados para construção. A parte de compatibilização do projeto acaba sendo feita somente na fase de obra, principalmente em projetos do setor público onde os prazos são muito curtos, geralmente desenvolvendo somente o projeto a nível básico e deixando o nível executivo para ser realizado junto à execução da obra. O resultado são obras com duração além do planejado e surpresas em relação a valores não previstos.

Para a implantação do BIM é importante entender três pilares base: processos, estrutura tecnológica e capacitação técnica.

Figura 3 - Os fundamentos do BIM



Fonte: MPDFT, 2020 [4]

É essencial investir em processos para entender a dinâmica do departamento para aplicar e utilizar de forma eficiente a plataforma BIM. Também é necessário

investir em hardwares para acompanhar a exigência tecnológica dos softwares para utilização do BIM assim como investimento em treinamentos para formação e reciclagem de equipes capacitadas. A partir de todo esse processo do início da implementação à utilização do BIM na nova dinâmica criada, são criados processos identificados a partir de necessidades detectadas na implementação para organizar e atualizar constantemente todos os requisitos de projetos assim como todos os envolvidos e, ainda podem servir como modelo para implementação em outros departamentos.

É preciso consolidar a tríade equipamento-software-capacitação para ampliar a cultura BIM e aprimorar a área de processos e procedimentos internos.

A metodologia cria uma sistemática de trabalho colaborativo e não somente no setor de projetos como também nos setores jurídicos e administrativos dos órgãos e para dar início à implantação, é preciso realizar uma análise das necessidades e objetivos do órgão, estudar o que vale a pena mudar, redesenhar ou criar em metodologia BIM.

Um caso de sucesso aconteceu em 2012 no Ministério Público do Distrito Federal e Territórios (MPDFT), em Brasília. Em entrevista ao canal BIMTALKS do youtube [5], Wagner Lima - gestor de implantação BIM, contou como foi a experiência na implantação da metodologia na Secretária de Projetos e Obras (SPO) do MPDFT, e que foi importante para entender quais os principais passos para iniciar uma implementação eficaz e duradoura. Hoje na referida Secretaria os projetos são desenvolvidos 100% em BIM. Segundo ele, primeiro a administração do setor precisou compreender a necessidade da implantação, investimento em cursos e softwares e, a partir da capacitação dos profissionais, decidiu abranger todo o ciclo de vida dos projetos, não somente o desenvolvimento deste.

A partir de um serviço de consultoria contratado pela Secretaria, foi elaborado um plano de implantação para o processo de implementação que acabou virando referência

para outros setores. Essa ajuda da consultoria no processo foi importante para determinar todas as condições para o plano a seguir.

- Analisar as necessidades e objetivos do órgão;
- Definir um gestor para desenvolver a implantação do projeto ou contratar consultoria externa;
- Formar equipe interna responsável pela implementação do plano;
- Treinar equipes nos softwares escolhidos;
- Definir um projeto piloto para desenvolvimento dos “templates” de cada disciplina;
- Criar e catalogar a biblioteca de famílias - Conjunto de elementos de mesma função, mas com usos, parâmetros e materiais diversos como paredes, portas, janelas, tubos, etc.;
- Definir as diretrizes do trabalho e como ajustar a modelagem com a execução da obra junto à equipe ou setor de fiscalização;
- Ajustar tabelas de quantitativo e valores de acordo com o setor de orçamentos;
- Capacitar equipe de gestão e coordenação de projeto em BIM;
- Treinar equipe no software de compatibilização e análise de qualidade;
- Elaborar manual de utilização dos “templates” e processos BIM;
- Fixar e compartilhar as competências BIM nas áreas de projeto, tecnologia, processos e políticas do órgão;
- Disseminar os conceitos básicos necessários ao correto entendimento dos processos em BIM;
- Reanalisar constantemente o processo para adequações.

Para definir um projeto piloto a ser desenvolvido em BIM, LIMA explica que não foi uma tarefa simples pois existem fatores políticos, administrativos e financeiros envolvidos. Existe o risco de acumular trabalho junto com outros projetos e

atividades em andamento, mas após a finalização do primeiro piloto, em 2018 a SPO desenvolveu outros projetos piloto a nível executivo com planejamentos reais que “permitiram explorar ao máximo todos os fatores envolvidos na elaboração [5].

Após a metodologia ter sido implantada com sucesso, hoje o MPDFT se tornou referência nacional e através da Secretaria de Projetos e Obras, criou o caderno de Projetos e de Gestão de Edificações em BIM (CPGE-BIM), em 2020 [4]. O Caderno foi desenvolvido por engenheiros e arquitetos da instituição e servir de guia para todo o processo de elaboração de projetos, planejamento, orçamento, eficiências energéticas, execução e gestão de obras e edificações.

Em reportagem publicada em 2021 no portal do MPDFT, segundo a arquiteta e secretária de Projeto e Obras Regina Fonteles,

O MPDFT calcula ter conseguido implantar a metodologia com custo até três vezes inferior quando comparado a outras instituições. Essa economia tornou-se possível graças ao envolvimento dos servidores da casa, que realizaram todo o trabalho, o que permitiu dispensar a contratação de consultoria especializada e reduzir custo em até R\$ 1,5 milhão [6].

Foi calculado o custo para implantação BIM em R\$ 800.806,00 (2012-2018) referente as licenças de softwares e treinamentos internos e externos.

3 Adversidades ou obstáculos

Segundo estudo realizado em 2021 para o Repositório da Produção USP, “A digitalização das empresas de projetos com a adoção do BIM: oportunidades e barreiras”[7], mais de 85% das empresas brasileiras utilizam de alguma forma a tecnologia BIM e na maioria dos casos, os contratantes são os responsáveis por promover a adoção na empresa. Considerando o tamanho do mercado brasileiro no setor civil e do crescimento da exigência de conhecimento na metodologia, muitos

profissionais buscam a certificação BIM, mas a nível individual. Pensando na transparência para licitações mais justas em órgão público, ainda falta no mercado um tipo de certificação oficial para a empresa comprovar a utilização da ferramenta e da metodologia.

Falta um movimento de estratégia, talvez de marketing, pelo Governo Federal para ajudar a disseminar o BIM para sair da esfera técnica. Ele precisa ser o primeiro a difundir a ideia do trabalho em BIM para que empresas terceirizadas se capacitem para continuarem no mercado e parceiras do setor público.

Os obstáculos na implantação começam pelo entendimento do próprio órgão público em relação ao uso da metodologia. Além disso, ainda persiste a resistência por parte dos colaboradores e pelo processo demorado, dispendioso de tempo, conhecimento e investimento financeiro para aquisição de softwares e hardwares. Há uma tendência a softwares já dominados, como o CAD e mudar esse paradigma CAD x BIM tem sido o desafio.

Implantar BIM não é substituir software, mas analisar e implantar processos mais eficazes que melhoram as entregas. Diante desse panorama, a palavra chave é investimento, que comparado ao resultado das entregas, é pequeno para uma área de evolução tão grande e constante.

A aquisição de hardwares mais capacitados para responder a demanda dos novos softwares e, as constantes renovações de licenças são pontos que geram altos custos constantes. Em paralelo, outras dificuldades existem para a realização de treinamentos de pessoal em diversas plataformas, criação de templates, dependência da equipe de TI do órgão para atividades simples, desenvolvimento de um projeto piloto que acontece junto com outras atividades e projetos tornando difícil o novo aprendizado e o caminhar do projeto que necessita dedicação e atenção. É essencial entender se a metodologia será aplicada em todas as obras ou somente em obras novas além de quanto tempo será esse processo, e se ainda atenderá a demanda do gestor político e, nesse caso,

também se recorre às licitações de projetos para ajudar nesse processo.

Vários órgãos criam licitações para desenvolvimento de projetos externamente por conta de alguns dos pontos que já foram listados até aqui, o principal seria a falta de uma equipe capacitada para desenvolver o projeto internamente. Entender o que pedir para entender o que precisa ser entregue é tão importante quanto saber desenvolver um projeto em BIM, pois como será fiscalizada uma entrega se não existe uma equipe treinada em manusear o software ou utilizar programas de leitura que existem só para analisar compatibilizações de projeto. Entender o que pedir para saber analisar o que foi entregue é igualmente importante. Vários profissionais acabam confundindo essa questão da análise do projeto realizado por outra empresa e terminam projetando soluções ou revisões fora do escopo que consomem tempo e geram retrabalho pois ao final, essas mesmas revisões precisam ser entregues em BIM. Para um bom rendimento do uso do BIM, a cadeia produtiva inteira precisa trabalhar com o mesmo conceito e ter softwares interoperáveis entre si.

É preciso mudar a cultura do órgão público pois o cronograma dificulta o processo de implementação. Os prazos extremamente curtos para criação e desenvolvimento de projetos dificultam as entregas de projetos em BIM. Se para implementar a metodologia e capacitar equipes não é simples e requer um certo tempo, a demanda de novos projetos em BIM em curto prazo torna o produto final distante da capacidade eficiente que o BIM propõe e entrega. Para isso seria preciso uma reformulação nos editais considerando todas as fases do projeto para entrega em BIM. Tempo é uma questão que realmente impacta o resultado dos projetos.

Por razão das novas licitações exigirem projetos em BIM, os órgãos ainda não se sentem totalmente seguros sobre o que pedir e em como amarrar os editais para que as entregas resultem em eficiência. Apesar disso, a cada edital lançado se aprende algo novo

que ajuda na formatação para uma nova licitação.

É necessário compreender pequenas questões como qual tipo de software será usado, quais as regras de modelagem, biblioteca fornecida ou criada, template que será utilizado, o LOD (Level of development) - Nível de desenvolvimento que é a soma das informações do nível de detalhe do modelo com o nível de informação, existe uma classificação só para isso como explicado na imagem e tabela a seguir [8].

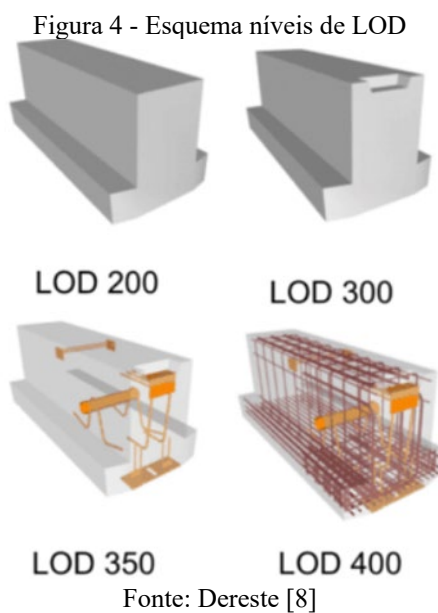


Tabela 1 LOD-Nível de detalhamento

Nível de detalhamento	Sigla	Descrição
Conceito	LOD 100	Não existem informações geométricas nos elementos do modelo, apenas símbolos com informações aproximadas. Modulagem Volumétrica
Desenvolvimento de design	LOD 200	Os elementos são espaços reservados genéricos, podendo ser objetos reconhecíveis ou apenas realocações de espaço para coordenação entre as disciplinas
Documentação	LOD 300	Este é o nível mais adequado para a interação entre a fase

		de projeto e a definição de custos. Esses modelos permitem a geração de documentos de construção e desenhos de compras e licitação.
Construção	LOD 400	Este nível suporta detalhamento, fabricação e instalação/montagem de objetos, além da gestão entre diferentes agentes (subcontratadas).
Gerenciamento de instalações	LOD 500	Este nível terá geometria e informações adequadas para suportar operação e manutenção. A geometria e os dados devem ser construídos e verificados no campo.

Fonte: Dereste [8]

De acordo com a empresa americana especializada em BIM, United BIM-Inc., o nível de desenvolvimento (LOD) dá aos profissionais da indústria AEC (arquitetura, engenharia e construção) o poder de

“documentar, articular e especificar o conteúdo do BIM de forma eficaz e clara...LOD ajuda os projetistas a definir especificidades características dos elementos de um modelo em diferentes estágios de desenvolvimento” ... “ dá profundidade a um modelo, significando quanto e em que nível alguém deve confiar em um elemento do modelo.” [9]

Outro ponto importante e que se torna um dos principais desafios para o BIM na gestão pública é a falta de compatibilização em projetos de construção. Como cada área dentro da esfera pública tem seus próprios processos e a modelagem BIM permite a criação de diferentes modelos para cada disciplina, o risco de incoerências aumenta e a detecção de problemas como retrabalho, custos extras e atrasos em entregas só são detectados durante a fase de construção. Os modelos precisam ser compatibilizados desde o início de sua concepção com o trabalho conjunto de todas as disciplinas que irão participar do processo.

Segundo Alessandro Lopes, arquiteto e consultor estratégico em BIM, em uma entrevista ao canal BIMTALKS no youtube, em 2022, sobre as principais “Dificuldades de implantação no setor público”, ele explica as principais questões que encontrou em seu trabalho no setor de educação do estado de São Paulo [19].

- Colaboração e fluxos de trabalho - consiste em realmente entender o que é BIM, para que serve e como utilizar eficientemente;
- Estratégia de implantação - Estudar por onde e como começar a implementação;
- Normatização - quais normas seguir;
- Processo de modelagem - definir qual será o tipo de processo e compatibiliza-lo entre as disciplinas de projeto;
- Controle de qualidade - como monitorar o desenvolvimento do projeto;

A coordenação de projetos é muito importante para se obter esse controle;

- Aspectos governamentais - criação de template nacional como material de apoio para prefeituras, estados, instituições. Também um ponto bastante importante pois é o que vai abranger o tipo de informação de projeto que será recebido.

- Entendimento sobre o que pedir em uma licitação - qual o objetivo do modelo a ser contratado para entender os requisitos e critérios a ser pedidos para a parte geométrica do modelo quanto as informações não geométricas;

- Recebimento do produto BIM - investir minimamente em plataformas para receber e fazer a leitura dos projetos, o CDE - Common Data Environment, um ambiente digital para receber, organizar e gerir eficientemente os dados;

- Análise dos projetos em BIM - analisar a entrega de acordo com os requisitos solicitados além de verificar se o projeto atende as normas e legislações.

Todos esses fatores são importantes para que seja feito um controle de projeto eficiente e de acordo com o nível desejado de entrega.

4 Resultados

Como explicado antes, BIM é uma engrenagem conectada por vários grupos e áreas, e todos precisam estar sintonizados desde o início para tornar essa ferramenta eficiente, permitindo o controle do projeto e uma gestão assertiva e efetiva.

Alguns dos benefícios mais importantes listados por equipes que implementaram a metodologia com sucesso em órgãos públicos podem ser descritos como:

- Melhoria na comunicação multidisciplinar;
- Melhoria na produtividade;
- Redução no tempo do ciclo das atividades;
- Redução no custo do projeto;
- Impacto positivo em sustentabilidade;
- Aumento na pré-fabricação para obra;
- Plano de aprovação de projeto mais rápido;
- Impacto positivo em recrutamento/retenção de pessoal
- Controle mais eficiente do projeto assim como controle mais eficiente na execução da obra e manutenção desta.

Além do exemplo já citado sobre o caso de sucesso da implantação de BIM no Ministério Público do Distrito Federal e Territórios (MPDFT) em Brasília, também existem outros exemplos de sucesso mesmo que não totalmente desenvolvidos internamente pelos órgãos.

É o caso da implantação do BIM na Secretaria Municipal de Habitação de São Paulo (SEHAB) que, desde 2019, vem investindo em projetos habitacionais em BIM e em 2020 publicaram o primeiro caderno de projetos [11] com orientações de como devem ser e o que devem conter e na sequência,

lançaram o primeiro caderno de modelagem [12], que contém todos os requisitos necessários para modelar o que é necessário para os projetos de habitação do setor. Hoje esses cadernos estão em sua segunda edição e precisam ser constantemente revisados, atualizados, no intuito de trazer novas informações de acordo com o avanço da tecnologia e necessidades de projetos.

Em 2020 também foi lançada pela SEHAB a primeira licitação para contratação de projetos de arquitetura e demais disciplinas para habitação em interesse social em BIM. A partir da capacitação de algumas equipes internas, que a cada ano se renova, a Secretaria entendeu o que precisava ser entregue dentro da expectativa de metodologia BIM e assim todas as informações de projetos licitadas até o momento estão sendo executadas com sucesso, o que não quer dizer que o processo não tenha sido desgastante. Segundo Marcos Romano, engenheiro civil e especialista em desenvolvimento urbano da SEHAB, a ampliação da cultura BIM na prefeitura continua sendo necessária e por esta razão, o Plano de Adoção BIM - Comitê BIM SEHAB está sendo desenvolvido para ajudar a consolidar o plano em outros setores da prefeitura assim como ampliar cada vez mais a utilização da metodologia nos próprios projetos realizados internamente [13]. Para a SEHAB ficou claro que o processo de desenvolver projetos 100% em BIM dentro de casa não é possível no momento, nem a curto prazo, por isso o investimento em licitações de projetos em metodologia BIM tem sido importante e necessário uma vez que tem a finalidade de preencher um buraco no quadro de projetos de forma mais eficiente. Em junho de 2024 a referida Secretaria anunciou que após estudos, a nova construção residencial no antigo terreno do Edifício Wiltos Paes de Almeida será o primeiro empreendimento a ser realizado em BIM [14].

Em 2021 a Secretaria Nacional de Aviação Civil do Ministério da Infraestrutura (SAC-MINFRA) lançou o Manual de Projetos Aeroportuários, um dos órgãos pioneiros na

exigência de contratação de projetos em BIM que trabalha com essa metodologia desde 2011 [15].

No ano seguinte o Estado do Paraná também publicou o Decreto 10.086/22 para regulamentar a Lei 14.133/21 estadual que "Estabelece normas gerais de licitação e contratação para as Administrações Públicas diretas, autárquicas e fundacionais da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios", prevendo no parágrafo três que licitações de obras e serviços de engenharia e arquitetura adotarão a modelagem BIM ou tecnologias e processos integrados similares [16]. Porém desde 2015 o Estado já lançava o Plano de Fomento ao BIM que definia as diretrizes para disseminação e implantação da metodologia BIM que a partir de 2019 abrangia o plano para outras Secretarias do Estado do Paraná.

Figura 5 - Plano de Fomento ao BIM (ANEXO)

Recentemente em 2023 atualizaram o Caderno de especificações técnicas para contratação de projetos em BIM - Edificações (atualização da primeira versão lançada em 2018) [17].

O BIM Fórum Brasil (BFB) também lançou em 2023 a coletânea de Guias de Contratação em BIM.

Todos esses documentos são referências para normas e procedimentos em BIM embora ainda não sejam todos similares à tudo que existe de informação técnica quando se trata do mesmo assunto [18].

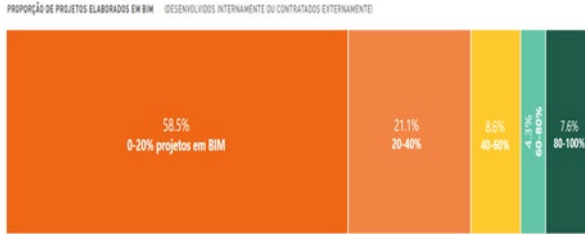
5 Panorama Geral

Recentemente o BFB publicou um caderno de "Pesquisa - BIM Municípios 2024" com levantamento de informações coletadas com arquitetos e engenheiros, entre outubro de 2023 a janeiro de 2024, que caracteriza o cenário atual da adoção da metodologia BIM pelos municípios brasileiros. O resultado geral foi bem alarmante considerando que a partir desse ano de 2024, todos os órgãos já deveriam estar na

segunda fase da implementação da metodologia.

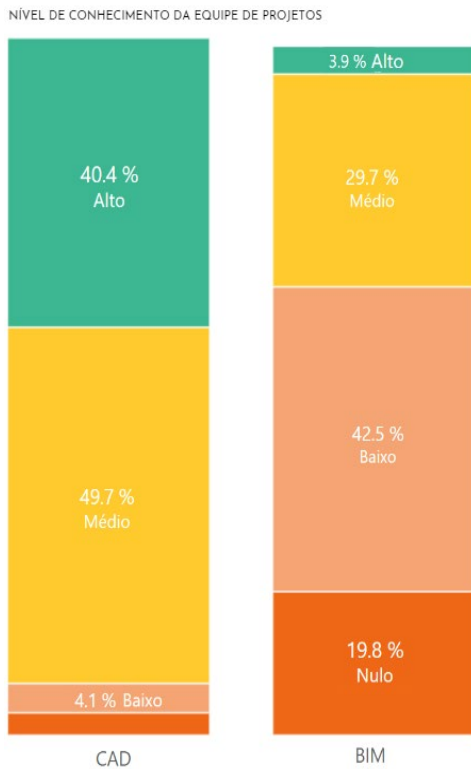
No total foram 631 participantes de 478 municípios. Desse total 65.3% dos colaboradores consideraram o nível de conhecimento geral sobre BIM da equipe técnica do seu órgão municipal como baixo ou nulo [10].

Figura 6 - Proporção de projeto elaborados em BIM



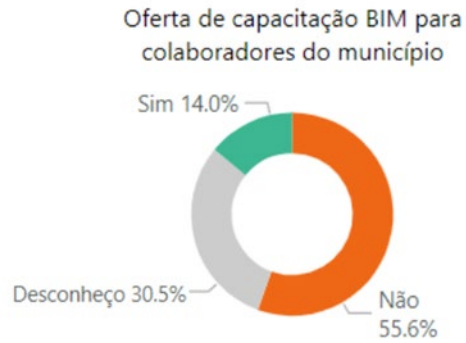
Fonte: BIM fórum Brasil [10]

Figura 7 - Nível de conhecimento da equipe de projetos



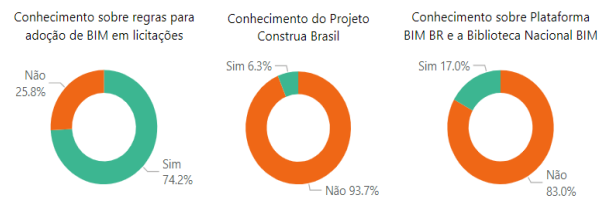
Fonte: BIM fórum Brasil [10]

Figura 8 - Capacitação e treinamento BIM



Fonte: BIM Fórum Brasil, [10]

Figura 9 - Conhecimento sobre normativa e projetos federais



Fonte: BIM Fórum Brasil, [10]

Pela pesquisa [10] é possível constatar que os investimentos dos órgãos nos processos e capacitações internas ainda é baixo. A maioria dos municípios ainda se encontra na primeira fase da implantação da metodologia e ainda existe uma parcela considerável de funcionários que nunca ouviram falar sobre os projetos federais para o desenvolvimento do BIM.

No aspecto geral ainda hoje não existe uma liderança no processo BIM e sua implementação em órgãos depende do interesse em tecnologia pelos servidores. Também ainda não existe um padrão de processo para projetos, estes são executados independentemente faltando interesse entre as partes participativas de um projeto em colaborar além do projeto atual em comum. Faltam processos, normas, protocolos, interesse de líderes de projetos e políticas incentivadoras a fomentar a implantação e adoção efetiva da metodologia.

O BIM não se resume simplesmente a uma estratégia do governo federal para a cada quatro anos de mandato, mas sim de um sistema eficaz e efetivo para que as obras

públicas sejam mais eficientes, mais transparentes, que tenham menos aditivos e para que não seja desperdiçado dinheiro público.

De acordo com as pesquisas e as considerações de consultores em implementação de BIM para órgãos públicos, a aplicação e utilização da metodologia tem avançando bem à nível federal e estadual, mas ainda precisa de muito esforço para melhorar o processo à nível municipal como é possível entender pelo resultado da pesquisa apresentada acima.

Os benefícios da metodologia são inegáveis. Quando implementada, seja internamente ou a partir de licitações, todo o processo se torna mais eficiente e transparente. O Brasil tem avançado e tem ótimos exemplos de sucesso em países do mundo, assim como exemplos bem sucedidos dentro de casa, mas ainda é preciso que seja criado um programa de disseminação da metodologia BIM para incentivar municípios e Estados com potencial e principalmente em lugares onde a precariedade governamental ainda prevalece. BIM no Brasil não é mais o futuro, é uma realidade da atualidade que veio para ficar.

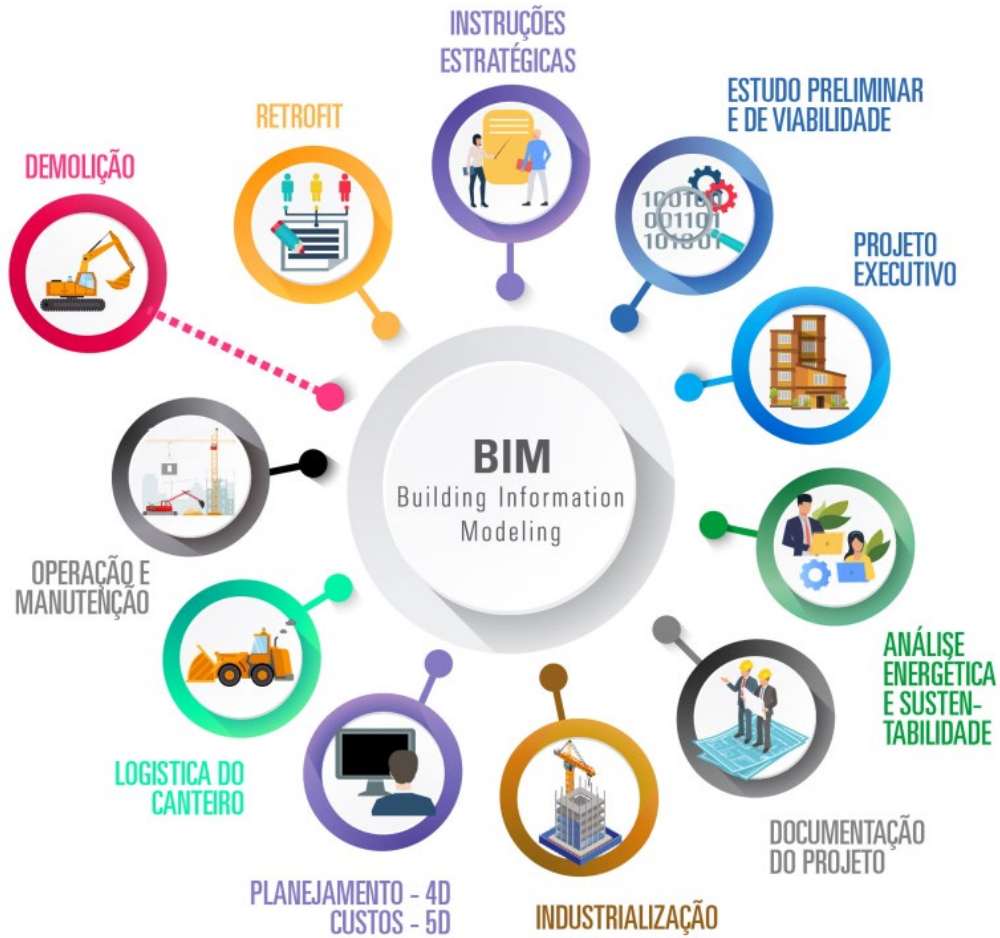
Referências

- [1] MIRÓ, Jaime M. *Em que países o BIM é obrigatório para projeto público?* 14 de fevereiro de 2021. Disponível em: <https://www.archdaily.com.br/br/956517/em-quais-paises-o-bim-e-obrigatorio-para-projetos-publicos>. Acesso em: 30 maio de 2024.
- [2] BRASIL. *Decreto nº 9.983*, de 22 de agosto de 2019. Dispõe sobre a Estratégia Nacional de Disseminação do Building Information Modelling e institui o Comitê Gestor da Estratégia do Building Information Modelling. Brasília, 2019. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ato2019-2022/2019/decreto/D9983.htm. Acesso em: 18 janeiro de 2024.
- [3] BRASIL. *Decreto nº 10.306*, de 2 de abril de 2020. Estabelece a utilização do Building Information Modelling na execução direta ou indireta de obras e serviços de engenharia realizada pelos órgãos e pelas entidades da administração pública federal, no âmbito da Estratégia Nacional de Disseminação do Building Information Modelling - Estratégia BIM BR, instituída pelo Decreto nº 9.983, de 22 de agosto de 2019. Brasília, 2020. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ato2019-2022/2020/decreto/D10306.htm. Acesso em: 18 janeiro de 2024.
- [4] MPDFT. Ministério Público do Distrito Federal e Territórios. *Caderno de Projetos e de Gestão de Edificações em BIM*. Brasília, 2020.
- [5] BIMTALKS. *Implantação do BIM*. Entrevista com Wagner Lima. 5 junho de 2019. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=zpWRBwAu6h0>. Acesso: 30 maio de 2024.
- [6] MPDFT. Ministério Público do Distrito Federal e Territórios. *MPDFT pública sobre metodologia BIM e compartilha experiência com a tecnologia*. 18 fevereiro de 2021. Disponível em: <https://www.mpdft.mp.br/portal/index.php/comunicacao-menu/sala-de-imprensa/noticias/noticias-2021/12803-mpdft-divulga-publicacao-sobre-metodologia-bim-e-compartilha-experiencia-com-a-tecnologia>. Acesso em: 20 agosto de 2024.
- [7] MARTINS, A. L. G.; SANTOS, E. T.; CARDOSO, F. F. *A digitalização das empresas de projetos com a adoção do BIM: oportunidades e barreiras*. In: Simpósio Brasileiro de Tecnologia da Informação e Comunicação na Construção, 3., 2021, Uberlândia. Anais [...]. Porto Alegre: ANTAC, 2021. p. 1-7. Disponível em: <https://eventos.antac.org.br/index.php/sbtic/article/view/616>. Acesso em: 13 ago. 2024.p.1-17

- [8] DERESTE, Eduardo. *O que é LOD e qual sua importância para os projetistas BIM?* 01 fevereiro de 2018. Disponível em: <https://sdseduca.com.br/o-que-e-lod-e-qual-sua-importancia-para-os-projetistas-bim/>. Acesso em: 20 junho de 2024.
- [9] UNITED BIM. *Level of Development LOD 100, 200, 300, 350, 400, 500*. Disponível em: <https://www.united-bim.com/wp-content/uploads/2019/12/BIM-Level-of-Development-Explained-LOD-100-200-300-400-500.pdf>. Acesso em: 15 junho de 2024.
- [10] BIM FÓRUM BRASIL. *Pesquisa BIM Municípios 2024*. Disponível em: <https://app.powerbi.com/view?r=eyJrIjoiN2Q1Y2VIY2MtY2U4Yy00NjIjLTgyYzktZDYxY2ZiZGRiNGRlIiwidCI6IjZiYmJjNWVmLTcxZDAtNDZiNC04NGM1LTI4ODNiZjhhkYWY3YiJ9>. Acesso em: 20 junho de 2024
- [11] SÃO PAULO. Secretaria Municipal de Habitação. *Caderno de Projetos em BIM*. São Paulo: KPMO Cultura e Arte, 2020.
- [12] SÃO PAULO. Secretaria Municipal de Habitação. *Caderno de modelagem BIM: projetos de HIS*. 1.ª ed. São Paulo: KPMO Cultura e Arte, 2021.
- [13] BIM FORUM CONFERENCE. *BIM na Secretaria Municipal de Habitação – SP*. Palestra com o Eng. Marcos A. S. Romano. 2 fevereiro de 2024. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=Pf1BHNxQVz0>. Acesso em: 23 julho de 2024.
- [14] SÃO PAULO. Secretaria Municipal de Habitação. *SEHAB revoluciona projetos habitacionais com tecnologia BIM*. 11 junho de 2024. Disponível em: <https://capital.sp.gov.br/web/habitacao/w/noticias/367751>. Acesso em: 21 de julho de 2024.
- [15] SAC/MINFRA. Secretaria Nacional de Aviação Civil e o Instituto Tecnológico de Aeronáutica. ITA. *Manual de projetos aeroportuários* [livro eletrônico]: volume único / [organização Marcio Maffili Fernandes, Leila Cristina Miateli Pires, Adriana Lima Rolim; ilustração Gabriel Córdova]. -- 1. ed. -- Brasília, DF: Secretaria Nacional de Aviação Civil, 2021.
- [16] GOVERNO DO PARANÁ. *Decreto N° 10086* de 17/01/2022. Regulamenta, no âmbito da Administração Pública estadual, direta, autárquica e fundacional do Estado do Paraná, a Lei no 14.133/21. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/at/o2019-2022/2021/lei/L14133.htm. Acesso em: 10 de junho de 2024.
- [17] GOVERNO DO PARANÁ. Secretaria de Infraestrutura e Logística - departamento de gestão da inovação para planos, projetos e obra. *Caderno BIM: Coletânea de cadernos orientadores*. Caderno de especificações técnicas para contratação de projetos em BIM. Edificações. Curitiba, 2023.
- [18] NARDELLI, Eduardo et al. *BIM na gestão pública: Tópicos para a contratação de projetos*. 5º Congresso Português de Building Information Modelling Volume 2. São Paulo: maio, 2024
- [19] BIMTALKS. *Dificuldade de implantação no setor público*. Entrevista com Alessandro Lopes. 29 junho de 2022. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=JtOomRq6Dz8&list=PLnuB2ffvbZntORG9Gt0yGmqTsEZKTKJt1&index=21>. Acesso em: 30 maio de 2024.
- [20] UNITED BIM. *Leading Countries with BIM Adoption*. Disponível em: <https://www.united-bim.com/leading-countries-with-bim-adoption/>. Acesso em: 15 junho 2024.

3. Anexos

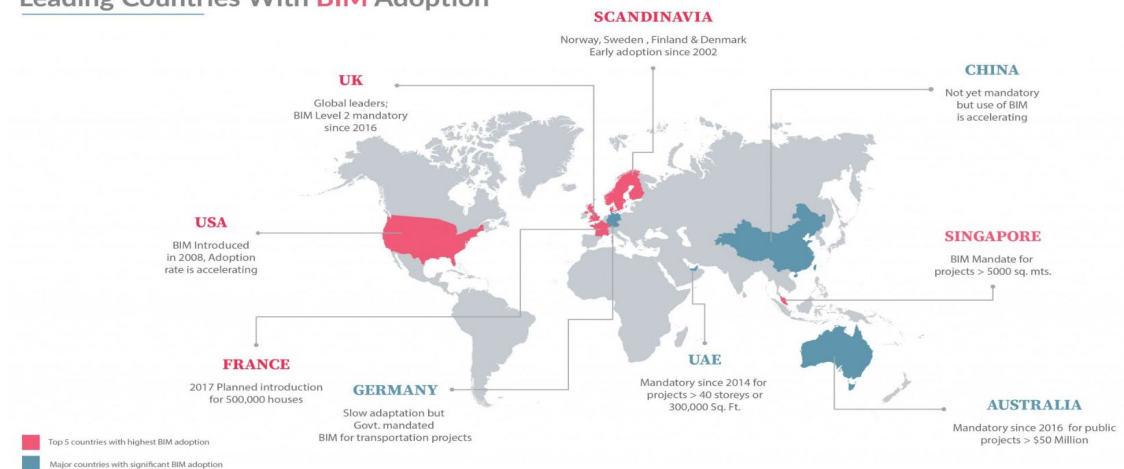
Figura 1 - O BIM e o ciclo de vida da edificação



Fonte: São Paulo, [11]

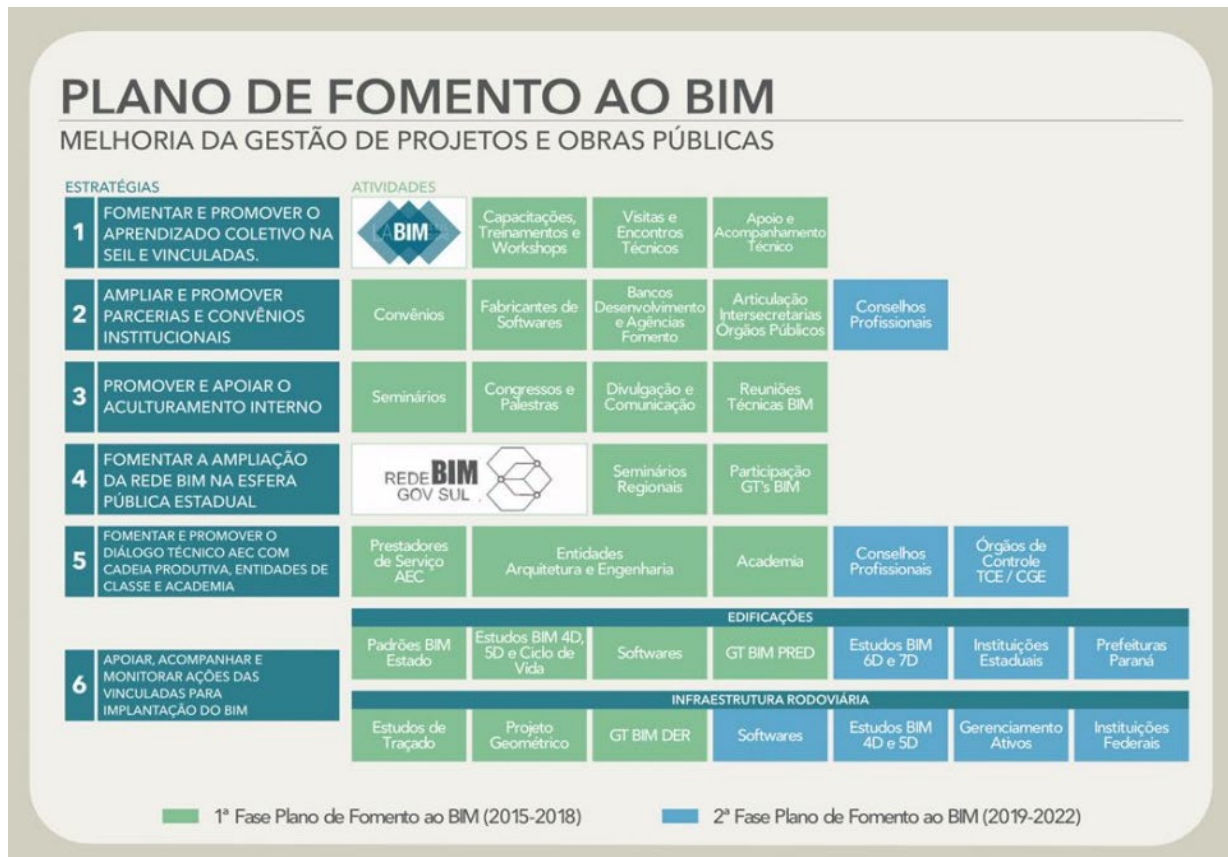
Figura 2 - Países líderes na adoção de BIM

Leading Countries With BIM Adoption



Fonte: UNITED BIM, [20]

Figura 5 - Plano de Fomento ao BIM



Fonte: Governo do Paraná, [17]



Projeto de Implementação de Serviço Móvel Odontológico para os trabalhadores da construção Civil do município do Rio de Janeiro.

Project to implement a mobile dental service for construction workers in the city of Rio de Janeiro

SOUZA, Leonardo Vieira dos Santos¹; SILVA, Hilda Monetto Flores²
leonardo@seconci-rio.com.br; hildamonettoflores@gmail.com;

¹ Odontologia, Pós-Graduação em Cirurgia Oral. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Brasil.

² Língua Portuguesa, D.Sc. Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

Informações do Artigo

Palavras-chave:

Saúde bucal;

Construção civil;

Atendimento móvel;

Gerenciamento de projetos;

Responsabilidade social.

Keyword:

Oral health;

Civil construction; Mobile

service;

Project management;

Social responsibility.

Resumo:

Este artigo apresenta um projeto inovador de atendimento odontológico móvel para trabalhadores da construção civil, abordando a problemática do acesso à saúde bucal neste setor. A iniciativa visa superar barreiras como a inflexibilidade de horários e a impossibilidade de ausentar-se do trabalho, que frequentemente impedem esses profissionais de buscar cuidados dentários. O projeto propõe a implementação de unidades odontológicas móveis que se deslocam até os canteiros de obras, oferecendo tratamentos no local de trabalho. Esta abordagem não apenas promove a saúde bucal e geral dos trabalhadores, mas também contribui para aumentar a produtividade, reduzir o absenteísmo e fortalecer a responsabilidade social das empresas. O estudo explora os benefícios potenciais desta iniciativa, tanto para os trabalhadores quanto para as empresas, promovendo dignidade e bem-estar da força de trabalho da construção civil. A metodologia se baseou em um levantamento do estado de saúde bucal dos trabalhadores através da análise de dentes cariados, perdidos e obturados de 590 trabalhadores da construção civil de diferentes funções e níveis de escolaridade. Através desta análise de necessidade, será realizado planejamento logístico e avaliação de impacto, com o objetivo de criar um modelo de cuidado assistencial e ocupacional que possa ser replicável.

Abstract

This article presents an innovative mobile dental care project for construction workers, addressing the issue of access to oral health in this sector. The initiative aims to overcome barriers such as inflexible schedules and the impossibility of being absent from work, which often prevent these professionals from seeking dental care. The project proposes the implementation of mobile dental units that travel to construction sites, offering treatments at the workplace. This approach not only promotes workers' oral and general health, but also contributes to increasing productivity, reducing absenteeism and strengthening companies' social responsibility. The study explores the potential benefits of this initiative, both for workers and companies, promoting dignity and well-being of the construction workforce. The methodology was based on a survey of the oral health status of workers through the analysis of decayed, missing and filled teeth of 590 construction workers from

different functions and levels of education. Through this need analysis, logistical planning and impact assessment will be carried out, with the aim of creating a model of care and occupational care that can be replicated.

1. Introdução

A saúde bucal é uma parte essencial e indissociável da saúde geral e o seu desequilíbrio traz consequências físicas e emocionais. Muitas vezes subestimada, a saúde bucal desempenha um papel importante do ponto de vista funcional, sendo a primeira parte da função digestória com a trituração dos alimentos e, por impacto direto, na origem e no curso de doenças sistêmicas que nada parecem ter a ver com a região bucal. Doenças como diabetes e cardiopatias têm muita relação com o estado geral de saúde bucal do indivíduo, além de muitas doenças que podem ser precocemente diagnosticadas pela avaliação da boca e seus tecidos circundantes como, por exemplo, anemias, hepatite C, doenças autoimunes, leucemia, além do câncer de boca que afeta de maneira muito particular a população que normalmente trabalha na construção civil pela sua prevalência e fatores de risco. Além disso, não se pode deixar de levar em consideração o impacto social que as doenças bucais promovem nos indivíduos, afetando sua autoestima, confiança e sua saúde mental.

Segundo o Conselho Federal de Odontologia [1], O Brasil é o país com o maior número de profissionais no mundo, se tratarmos em números absolutos, ultrapassando a marca dos 416 mil cirurgiões dentistas cadastrados, sendo 37.511 apenas no estado do Rio de Janeiro, de acordo com o site do CFO/estatísticas com atualização em junho de 2024.

A federação dentária internacional com a publicação “O Atlas Global de Odontologia” estima que há um pouco mais que um milhão de dentistas no mundo e, deste total, cerca de 20% está no Brasil. Esse enorme contingente de profissionais não está diretamente

relacionado com a qualidade da saúde bucal da população brasileira em geral, por conta da falta de acesso aos serviços odontológicos por parte desta. Embora tenha havido significativa evolução na participação da odontologia nos programas públicos de saúde nos últimos anos, há muita desigualdade no acesso. Esse paradoxo se explica por alguns fatores como: a concentração desses profissionais na região sudeste, sobretudo São Paulo, Minas Gerais e Rio de Janeiro; pelo fato da inserção do cirurgião dentista ter ocorrido de forma estratégica nos programas públicos de saúde de forma tardia e pela opção majoritária destes de trabalharem de forma autônoma, em atendimentos particulares, representando um custo que, muitas vezes, a maioria da população não tem acesso. Quando esse cenário é trazido para a construção civil, observa-se, sem surpresa, que ele reflete o que acontece com o restante da população brasileira.

A indústria da construção civil desempenha um papel muito importante na economia de qualquer país, não apenas pela sua contribuição para a infraestrutura física, mas também pelo seu impacto significativo na geração de empregos e na intensificação do crescimento econômico. É o segmento que mais consegue absorver mão de obra, muitas vezes não qualificada, que dificilmente conseguiria se inserir na economia de maneira formal com salário e benefícios que geram um ciclo virtuoso de movimentação financeira com todos os seus ganhos diretos e indiretos.

Os trabalhadores em geral, constituem uma das frações mais importantes das comunidades e a proteção à sua saúde é elemento indispensável para o desenvolvimento social e econômico dos países, segundo Nogueira [2].

Muitos são os motivos pelos quais se observa o absenteísmo dos trabalhadores em seus locais de trabalho e dentre eles, encontram-se os problemas bucais como fator determinante para seu desempenho profissional ocasionando prejuízo tanto para a empresa quanto para o próprio trabalhador [3].

Silva e Mendes [4] corroboram que condições bucais precárias podem acarretar absenteísmo e conseqüente declínio na produtividade, impactando negativamente no desempenho de suas atividades laborais.

O absenteísmo ocorre quando os trabalhadores faltam ao trabalho devido problemas de saúde bucal, resultando em interrupções no cronograma da construção civil e potencialmente em atrasos no projeto. Por outro lado, o chamado presenteísmo ocorre quando os trabalhadores comparecem ao trabalho, mas sua produtividade é comprometida devido à dor ou desconforto associado a problemas bucais não tratados. Isto pode resultar em uma diminuição da qualidade do trabalho realizado e em um aumento do risco de acidentes no local de trabalho.

Um estudo realizado em uma indústria de sucos na Região Sudeste do Brasil sugere que a dor de dente pode ser um indicador significativo de absenteísmo entre os trabalhadores [5].

Segundo o trabalho de Shimada et al [6], as causas bucais afetam a qualidade de vida e diminuem a produtividade. Em questionários de auto relato foram obtidos sete tipos de problemas relacionados à saúde bucal: estresse, falta de foco, falta de sono, falta de energia, falta de comunicação por causa da halitose, falta de comunicação devido à aparência e falta de habilidade devido á dor de origem odontogênica.

As perdas dentárias são um importante indicador de saúde bucal e podem refletir o acesso e a qualidade dos serviços odontológicos, bem como fatores socioeconômicos e comportamentais da população [7].

Quando os resultados deste trabalho são trazidos para o contexto da construção civil, fica fácil perceber o risco de acidentes graves que podem ocorrer com um trabalhador que opera máquinas ou trabalha em altura, lembrando que um acidente desta natureza leva obrigatoriamente à notificação, com abertura obrigatória de uma comunicação de acidente de trabalho (CAT), para que não haja multas administrativas, responsabilidade civil e criminal da empresa.

2. Metodologia

Para realização deste estudo, foram examinados 590 trabalhadores da construção civil com vínculo empregatício e ingressando para tratamento odontológico no Serviço Social da Construção Civil [8], com as mais variadas funções (administrativas ou de campo) e idades.

Tabela 1 - Perfil dos Trabalhadores da Construção Civil Avaliados (n=590)

Característica	Subcategoria	Número	Porcentagem
Gênero	Masculino	553	93,7%
	Feminino	37	6,3%

Faixa Etária	18-30 anos	90	15,3%
	31-50 anos	378	64,1%
	50-60 anos	96	16,3%
	Acima de 60 anos	26	4,4%

Faixa Salarial	Até 2 salários mínimos	446	75,6%
	Acima de 2 salários mínimos	144	24,4%

Escolaridade	Até Ensino Médio	531	90,0%
	Nível Superior	59	10,0%

SECONCI-RIO [8]

Nesse levantamento, foram avaliados os critérios de dentes cariados, dentes extraídos ou com extração indicada e dentes restaurados ou obturados cuja soma leva ao número do índice CPOD, que foi formulado por Klein e Palmer em 1937, estimando a experiência presente e passada da cárie na dentição permanente. Este índice é utilizado pela Organização Mundial de Saúde (OMS) para avaliar a prevalência de cárie dentária

em diversos países. O critério de avaliação por este índice se faz normalmente na idade de 12 anos que é quando a dentição permanente é considerada completa, excluindo-se os terceiros molares (dentes do siso), porém a metodologia é válida para análise em qualquer corte de idade ou segmento populacional. Para a sua interpretação, analisam-se os valores obtidos que são classificados da seguinte forma de acordo com a severidade: muito baixo (0,0 a 1,1), baixo (1,2 a 2,6), moderado (2,7 a 4,4), alto (4,5 a 6,5) e muito alto (acima de 6,6).

Valores elevados indicam más condições de saúde bucal, baixo acesso a serviços de saúde e, normalmente, condições socioeconômicas desfavoráveis. Eles são utilizados pelos governos para planejamento de ações de políticas públicas de saúde direcionadas.

Segundo a pesquisa nacional [9] realizada pelo ministério da saúde em parceria com a Universidade federal de Minas Gerais (UFMG) como parte da política nacional de saúde bucal, conhecida como Brasil sorridente, que visa identificar as condições de saúde oral da população brasileira, 41,5 % da população brasileira apresentava cárie com uma média de 2,2 dentes cariados por pessoa

De acordo com levantamentos nacionais realizados em 1986, 2003 e 2010, o índice CPOD nas populações adultas brasileiras apresentou uma tendência de queda, passando de 22,5 em 1986 para 16,3 em 2010, embora ainda seja considerado alarmante [10].

Na comparação da amostragem obtida por esse trabalho, os pacientes examinados, apresentam-se bem acima da média nacional (77,4%) e 3,31 dentes cariados por pessoa, porém com um índice CPOD significativamente menor no total, observado no gráfico 1.

Gráfico 1 – CPOD comparativo Brasil X Grupo avaliado



Fonte: Elaborado pelo autor (2024)

Algumas observações importantes podem ser feitas nessa amostragem como, por exemplo, a absoluta maioria de homens examinados (93%) em relação a mulheres, o que reflete a predominância masculina na indústria da construção, o que vem aos poucos mudando. Do total de trabalhadores examinados, aqueles que trabalham diretamente no campo (canteiros) representam 84,2% quando comparados com os demais que exercem cargos administrativos.

O índice CPOD obteve as seguintes médias no geral:

Cariados: 6,25 dentes; Perdidos: 4,98 dentes; Obturados: 4,74 dentes; CPOD: 13,01.

Foram utilizados alguns critérios para análise: Idade e escolaridade.

No critério idade foi realizado um corte na idade de 40 anos e chegou-se às seguintes informações observadas no gráfico 2.

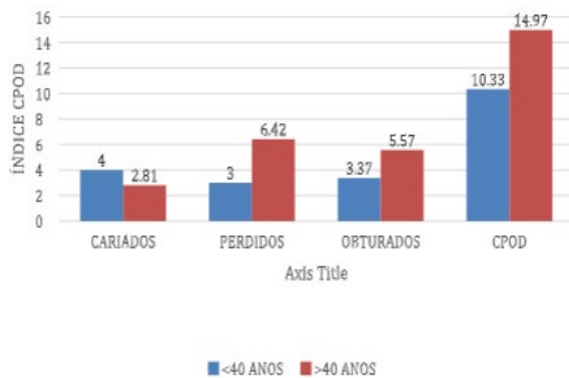
Trabalhadores examinados com idade até 39 anos:

Cariados: 4,0 dentes; Perdidos: 3,0 dentes; Obturados: 3,37 dentes; CPOD: 10,33.

Trabalhadores examinados com idade acima dos 40 anos:

Cariados: 2,81 dentes; Perdidos: 6,42 dentes; Obturados: 5,77 dentes; CPOD 14,97

Gráfico 2 – Avaliação Etária
AVALIAÇÃO ETÁRIA



Fonte: Elaborado pelo autor (2024)

No critério escolaridade foram divididos dois grupos: Nível superior; nível médio/fundamental. As seguintes informações foram obtidas:

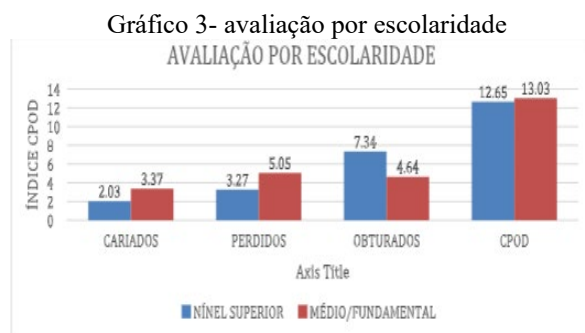
Trabalhadores examinados com ensino superior:

Cariados: 2,03 dentes; Perdidos: 3,27 dentes; Obturados: 7,34 dentes; CPOD: 12,65.

Trabalhadores examinados com ensino médio/fundamental:

Cariados: 3,37 dentes; Perdidos: 5,05 dentes; Obturados: 4,64 dentes; CPOD: 13,03.

Os dados podem ser comparados na observação do gráfico 3.



Fonte: Elaborado pelo autor (2024)

Com base nessas informações algumas conclusões podem ser tiradas sobre a situação da saúde bucal dos trabalhadores da construção civil do Rio de Janeiro:

- Em relação ao critério etário:

Há uma diferença significativa entre os grupos analisados. Os pacientes até 39 anos têm menos elementos dentários cariados e perdidos, quando comparados com aqueles acima de 40 anos, o que poderia indicar uma melhor saúde bucal entre o primeiro grupo. Entretanto, o número de elementos dentários obturados ou restaurados é levemente maior no grupo mais jovem, o que pode sugerir que estes podem ter mais acesso a tratamentos odontológicos.

- Em relação ao critério escolaridade:

Os trabalhadores com nível superior têm um número significativamente menor de elementos dentários cariados e perdidos, porém, um número bem maior de dentes obturados ou restaurados em comparação com aqueles com nível médio/fundamental. Isto pode se traduzir em um maior acesso a serviços odontológicos e uma maior consciência da sua importância para a saúde.

Nessa análise pode-se concluir que os critérios idade e escolaridade parecem ter influência na saúde bucal dos trabalhadores da construção civil do município do Rio de Janeiro, em que percebe que os mais jovens e mais instruídos parecem ter melhores condições de saúde oral, seja por meio de prevenção ou acesso a tratamento odontológico.

3. Discussão

Com base no levantamento realizado fica claro que existe uma necessidade de implementação de programas para promoção de saúde bucal para este segmento do setor econômico. Os locais de trabalho são ambientes apropriados para o desenvolvimento de ações de promoção de saúde. Essa consciência é muito importante para fomentar políticas setoriais de proteção ao trabalhador com a aplicação de um serviço de saúde que traga resultados para melhoria da saúde bucal deste, sem mencionar os ganhos de produtividade.

A partir dos dados obtidos nesse levantamento os quais corroboram com o

precário acesso a serviços odontológicos de qualidade da população como um todo, uma vez que o SUS não consegue absorver essa demanda. Além disso os custos dos tratamentos particulares são elevados e o trabalhador tem dificuldade de se ausentar para realização de uma consulta.

É preciso que haja um projeto que leve o serviço odontológico aos canteiros de obra com uma infraestrutura que garanta todos os parâmetros sanitários e de biossegurança. Isto seria de suma importância para preencher essa lacuna e trazer ganhos para os trabalhadores que teriam sua saúde bucal acompanhada de perto, diminuindo muito as possibilidades de ter seu desempenho afetado por causas odontológicas. As empresas não teriam déficit de produção pelos mesmos motivos, sem mencionar o impacto positivo na sua imagem do ponto de vista de responsabilidade social.

Nesse contexto, nasce a ideia de criar um serviço odontológico que permita a realização de um tratamento com os principais procedimentos a serem realizados no local de trabalho, garantindo acesso ao serviço de saúde sem que impactasse a rotina deste trabalhador, uma vez que o mesmo não teria que se ausentar do seu posto de trabalho ou perder tempo com deslocamentos. Não se trata de uma iniciativa inédita, pois o Ministério da Saúde, através da Portaria nº 2.371/GM/MS de 7 de outubro de 2009, instituiu o componente móvel da atenção básica em saúde bucal com unidades odontológicas móveis (UOM), com consultórios odontológicos estruturados para atendimento às populações em locais de difícil acesso [11].

O gerenciamento de projetos vem sendo aprimorado desde as suas origens na década de 1960. Várias publicações foram lançadas, mas dentre elas, destaca-se o Guia do Conhecimento em Gerenciamento de projetos (Guia PMBOK) publicado pelo *Project Management Institute* (PMI), que traz um conjunto de diretrizes e boas práticas para o gerenciamento de projetos [12].

No referido projeto, a escolha pela abordagem preditiva, também chamada de tradicional ou em cascata, se justifica como uma opção robusta pelo escopo bem definido e requisitos estáveis [15].

O projeto foi estruturado em 5 fases principais:

1. Iniciação:

Nessa fase, dois processos são muito importantes, sendo eles desenvolver o Termo de Abertura do Projeto e identificar as partes interessadas [12]. No projeto proposto, o Termo de Abertura do Projeto documenta a necessidade de levar cuidados odontológicos aos trabalhadores da construção civil, justificando o investimento com base nos benefícios esperados, como a melhoria da saúde bucal, ganho de produtividade com a redução do absenteísmo e da empresa sob a ótica da responsabilidade social. A identificação das partes interessadas passa pelo mapeamento de todos os atores envolvidos no projeto e seu grau de importância, alinhando expectativas para o alcance de metas objetivas e tangíveis. Podemos citar os trabalhadores da construção civil que irão usufruir do tratamento, as equipes de saúde envolvidas, as empresas de construção civil, fornecedores de equipamentos e materiais, órgãos reguladores, dentre outros.

2. Planejamento:

Ainda segundo o PMBOK, nesta fase vai ser estabelecido o escopo total do projeto, definido e refinado os objetivos e desenvolvido o curso de ação necessário para alcançar esses objetivos [12]. Isso envolve os seguintes passos:

2.a. Desenvolver o Plano de Gerenciamento do Projeto:

2.b. Planejar o Gerenciamento do Escopo: Define como o escopo será definido, validado e controlado.

2.c. Coletar os Requisitos:

Levantando e documentando os requisitos dos stakeholders, desde a

- abrangência do serviço oferecido, tempo de espera para o tratamento, metas de redução de absenteísmo dos trabalhadores pelas empresas, boas condições de trabalho para a equipe odontológica, etc.
- 2.d. Definir o escopo: Elaborar uma descrição detalhada do projeto e do serviço em si, com todas as entregas a serem realizadas.
- 2.e. Criar a Estrutura Analítica do Projeto (EAP):
- Nesta fase, todos os pacotes de trabalho e suas entregas precisam ser identificados e organizados de maneira estruturada. A maioria das entregas principais já está definida no termo de abertura do projeto (Project Charter) e correspondem às entregas das fases ou atividades principais do projeto. [13]
- 2.f. Planejar em o Gerenciamento do Cronograma:
- Definido o escopo e os recursos necessários, o sequenciamento das atividades é realizado estimando a duração de cada uma. O projeto conta com os seguintes marcos: início do projeto com a data da sua implementação, avaliação dos resultados alcançados em 90 dias após o início da operação, depois em 120 dias e o encerramento após um ano com a conclusão das atividades e avaliação final, sendo feito um monitoramento contínuo e ajustes no cronograma, conforme necessário com o objetivo de sempre se manter dentro da linha de base do projeto.
- 2.g. Estimar os recursos das atividades:
- Estima-se a natureza dos materiais e equipamentos necessários bem como os recursos humanos que serão disponibilizados para o projeto.
- 2.h. Estimar os Custos:
- É realizada uma estimativa dos custos necessários para realização do projeto.
- 2.i. Determinar o Orçamento:
- Integração dos custos estimados de cada pacote de trabalho individualmente para estabelecer uma linha de base que deverá ser revisitada a todo momento.
- 2.j. Planejar o Gerenciamento da Qualidade:
- No planejamento da qualidade deste projeto, é muito importante estabelecer requisitos e padrões específicos e documentar a sua conformidade. Pode ser citadas normas regulatórias como a do Conselho Federal de Odontologia [1], que estabelece normas para instalações de clínicas odontológicas, a Agência nacional de vigilância sanitária [14], que dispõe sobre o regulamento técnico para planejamento, programação, elaboração e avaliação de projetos físicos de estabelecimentos assistenciais de saúde, padrões de biossegurança, qualidade do atendimento, manutenção de equipamentos e qualificação da equipe. A conformidade será documentada através do plano de qualidade do projeto, através de métricas, auditorias, relatórios de inspeção, registro de manutenções e pesquisa de satisfação dos usuários.
- 2.k. Planejar o Gerenciamento dos Recursos:
- Define como estimar, adquirir, gerenciar e utilizar recursos físicos e de equipe.
- 2.l. Planejar o Gerenciamento das Comunicações:
- Cria uma estratégia e um plano de comunicação para o projeto que atendam às necessidades de informação de cada grupo ou pessoa envolvida.
- 2.m. Planejar o Gerenciamento dos Riscos:
- Define como será feita a condução do gerenciamento dos riscos deste projeto, uma vez identificados.
- 2.n. Planejar o Gerenciamento das Aquisições:
- Envolve registrar as decisões de compra do projeto, definir a estratégia de aquisição e identificar possíveis fornecedores.

2.o. Planejar o Engajamento das Partes Interessadas:

Consiste em criar estratégias para envolver as partes interessadas do projeto, levando em conta suas necessidades, expectativas, interesses e o impacto que podem ter no mesmo.

3. Execução

Este é o momento em que o trabalho definido no plano de gerenciamento do projeto é realizado para satisfazer os requisitos do projeto [12]. Nesta fase o planejamento se torna uma realidade operacional.

As principais atividades desta fase incluem:

- a. Aquisição e preparação dos veículos e equipamentos periféricos odontológicos e não odontológicos.
- b. Contratação e Treinamento da Equipe: Recrutamento de dentistas, auxiliares e motoristas e a realização do treinamento para atendimento dentro do canteiro de obras.
- c. Implementação de Sistemas: Parametrização do sistema odontológico já utilizado pela empresa com a inclusão novas unidades de atendimento (móveis).
- d. Execução de um projeto piloto: escolha de uma empresa de construção civil parceira para implementação do primeiro modelo de atendimento móvel, obtendo feedbacks e fazendo os ajustes necessários.
- e. Implementação gradual: Expansão do projeto para outras empresas e novos canteiros.
- f. Gestão da Comunicação: Divulgação para usuários e empresas sobre o novo serviço e execução de campanhas sobre a importância da saúde bucal.
- g. Monitoramento e Controle Contínuos: Realizar o acompanhamento da performance do projeto.

Esta fase é importante para alcançar os objetivos que levaram ao nascimento do projeto, como a melhoria da saúde bucal dos trabalhadores da construção civil, redução do absenteísmo e melhoria da produtividade.

4. Monitoramento e Controle

O grupo de processos de monitoramento e controle segundo o guia PMBOK, consiste naqueles necessários para acompanhar o progresso do projeto, verificar onde será necessária implementação de mudanças e garantir que sejam feitas quando necessário [12]. Isso garante que haja um alinhamento dos objetivos do projeto com a realidade.

As atividades que devem ser realizadas pela equipe responsável pelo gerenciamento deste projeto incluem:

- a. Monitoramento do Escopo;
- b. Controle do Cronograma;
- c. Controle de Custos;
- d. Monitoramento da Qualidade;
- e. Controle de Recursos;
- f. Monitoramento das Comunicações;
- g. Monitoramento de Riscos;
- h. Controle de Aquisições;
- i. Monitoramento do Engajamento das Partes Interessadas.

Esta fase do projeto permite a detecção precoce alterações ou a materialização de riscos identificados e permite também algumas possíveis melhorias, como um possível ajuste de rotas de atendimento, inclusão de procedimentos clínicos e melhorias em protocolos de biossegurança. É a fase onde melhor se aplica a gestão de mudanças.

5. Encerramento

Esta é a quinta e última fase seguindo a metodologia preditiva. O Grupo de Processos de Encerramento, conforme o guia PMBOK, consiste naqueles realizados para concluir formalmente o projeto. Nesta fase serão aplicadas as lições aprendidas e poderá ser

considerada a possibilidade de transformar o referido projeto em uma operação contínua.

São realizadas nesta fase as seguintes atividades:

- a. Verificação do Escopo;
- b. Encerramento Financeiro;
- c. Documentação das Lições Aprendidas: Muitas vezes negligenciada em projetos, essa ação garante uma análise das experiências e a documentação de práticas bem-sucedidas que podem ser replicadas em futuros projetos.
- d. Avaliação do Impacto do Projeto: São comparados os resultados obtidos com os do objetivo inicial do projeto.
- e. Transição para Operações: Transferência formal do serviço de atendimento odontológico móvel para a equipe que vai dar continuidade à operação.
- f. Liberação de Recursos: Recursos e materiais que foram utilizados exclusivamente para execução do projeto serão realocados ou liberados.
- g. Arquivamento de Documentos: Para que possam ser utilizadas para futuras referências.

Para Kerzner [15], além da conclusão em si, o encerramento garante que os benefícios obtidos sejam garantidos no longo prazo, inclusive com a expansão do serviço. Embora o projeto esteja sendo encerrado, seu legado de saúde, dignidade e benefício social irá se manter através de uma transição gradual e bem executada do modo projeto para o modo operacional, garantindo o legado desta iniciativa.

4. Considerações finais

Além dos resultados esperados como a redução do número de cáries, de perdas dentárias e de adesão ao tratamento, o projeto trará uma conscientização sobre a importância do cuidado com a saúde bucal, a valorização do trabalhador que terá um impacto positivo

na sua autoestima, trazendo benefícios para sua vida pessoal.

Esse trabalho pretende comprovar que as ações, por meio das empresas, que visem ao bem-estar de seus trabalhadores se convertam em um retorno de engajamento e produtividade, criando um ciclo virtuoso de boas práticas, fortalecendo sua reputação como empregadores comprometidos com a qualidade de vida dos seus funcionários.

A promoção de saúde bucal nos canteiros além de transformar sorrisos, constrói um ambiente mais saudável, produtivo e socialmente responsável.

Referências

- [1] CFO. Conselho Federal de Odontologia. *Resolução CFO-63/2005: Consolidação das Normas para Procedimentos nos Conselhos de Odontologia*. Brasília: CFO, 2005. Disponível em: <https://website.cfo.org.br/wp-content/uploads/2009/10/consolidacao.pdf>. Acesso em: 25/05/2024.
- [2] NOGUEIRA, D. P. *Incorporação da saúde ocupacional à rede primária de saúde*. *Revista de Saúde Pública*, São Paulo, v. 18, n. 6, p. 495-509, 1984.
- [3] VILAS BÔAS, F. P.; GUIMARÃES, R.; CAVALHEIRO, K.; COUTO, A. L.; BUENO, D. A. G.; CARVALHO, B. F. C.; SOARES, D. A. L.; ROSETTI, E. *Gestão em saúde bucal nas empresas: melhoria da saúde bucal, do absenteísmo e dos custos*. In: [6º congresso de extensão universitária da UNESP], 2011.
- [4] SILVA, J. C.; MENDES, A. R. *Impacto da saúde bucal na produtividade laboral: uma revisão sistemática*. *Revista Brasileira de Saúde Ocupacional*, São Paulo, v. 47, n. 3, p. 1-15, 2022.
- [5] MIOTTO, Maria Helena Monteiro de Barros; BARCELLOS, Ludmilla Awad; LOPES, Zulmara Vicentini. *Dor de dente como preditor de absenteísmo em trabalhadores de uma indústria de sucos*

- da Região Sudeste do Brasil*. *Ciência & Saúde Coletiva*, v. 18, n. 11, p. 3183-3190, nov. 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1413-81232013001100009>. Acesso em: 06/05/2024.
- [6] SHIMADA, A. et al. *Impacto dos problemas de saúde bucal na produtividade e qualidade de vida: um estudo de auto relato*. *Revista Brasileira de Odontologia*, Rio de Janeiro, v. 80, n. 2, p. 45-52, 2023.
- [7] BARBATO, P. R.; RESENDE, M. A. *Perdas dentárias em adultos e idosos no Brasil: análise da Pesquisa Nacional de Saúde Bucal 2010*. *Revista de Saúde Pública*, São Paulo, v. 44, n. 5, p. 886-894, 2010.
- [8] SECONCI-RIO. *Levantamento epidemiológico de saúde bucal em trabalhadores da construção civil*. Rio de Janeiro: Serviço Social da Indústria da Construção do Rio de Janeiro, 2024.
- [9] MINISTÉRIO DA SAÚDE. *Pesquisa Nacional de Saúde Bucal: SB Brasil 2020*. Brasília: Ministério da Saúde, 2020. Disponível em: [link para o documento]. Acesso em: 10 ago. 2024. [Ministério da Saúde lança levantamento sobre saúde bucal dos brasileiros — Ministério da Saúde \(www.gov.br\)](https://www.gov.br/saude/pt-br/assuntos/comunicacao/2020/08/10/pesquisa-nacional-de-saude-bucal-sb-brasil-2020)
- [10] AGNELLI, P. B. *Monitoramento do índice CPOD em adultos: revisão sistemática e metanálise*. *Revista de Saúde Pública*, São Paulo, v. 49, n. 1, p. 1-15, 2015.
- [11] BRASIL. Ministério da Saúde. *Portaria nº 2.371*, de 7 de outubro de 2009. *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, 9 out. 2009. Seção 1, p. 49. Disponível em [Portaria nº 2.371/GM, de 7 de outubro de 2009 — Ministério da Saúde \(www.gov.br\)](https://www.gov.br/saude/pt-br/assuntos/comunicacao/2009/10/07/portaria-n-2371-gm-de-7-de-outubro-de-2009) acesso em 07 de junho de 2024.
- [12] PMI. Project Management Institute. *Um guia do conhecimento em gerenciamento de projetos (Guia PMBOK)*. 7. ed. Newtown Square. 2021.
- [13] VARGAS, Ricardo. *Manual Prático de Gerenciamento de Projetos*. 12. ed. Rio de Janeiro: Brasport, 2021. 320 p.
- [14] BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. *Resolução RDC nº 50*, de 21 de fevereiro de 2002. *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil*, Brasília, DF, 20 mar. 2002. Disponível em: https://bvsmms.saude.gov.br/bvs/saudelegi/s/anvisa/2002/rdc0050_21_02_2002.html Acesso em: 26/05/2024.
- [15] KERZNER, H. *Gestão de Projetos: as melhores práticas*. 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2017.



Gestão dos riscos ocupacionais na indústria da construção civil utilizando o BIM

Management of occupational risks in the construction industry using BIM

LIMA, Maria Cristina Alves de¹; SILVA JUNIOR, Marcos Antonio Barbosa da²; SILVA, Ana Karla Batista da³;

mcristina.2411@gmail.com¹; marcos.abs@ufopa.edu.br²; anakarlabatista@hotmail.com³

¹Mestra em Engenharia Civil, Departamento de Engenharia Civil, UPE.

²Doutorando em Engenharia Civil, Professor do Departamento de Engenharia Civil, UFOPA.

³Doutoranda em Engenharia Civil, Departamento de Engenharia Civil, UFPE.

Informações do Artigo

Palavras-chave:

Indústria 4.0
Segurança do Trabalho
Tecnologias Habilitadoras
Construção Civil
Gerenciamento

Key words:

Industry 4.0
Workplace Safety
Enabling Technologies
Construction
Management

Resumo:

Na Indústria 4.0 a gestão dos riscos ocupacionais vem sendo favorecida com a utilização das tecnologias habilitadoras. Neste sentido, este artigo objetiva identificar como o Building Information Modeling – BIM, vem sendo utilizado na gestão dos riscos ocupacionais na indústria da construção e quais benefícios apresenta. A metodologia utilizada consistiu na revisão sistemática da literatura por meio da base de dados Scopus. Esta pesquisa se mostra relevante ao destacar não só os benefícios, mas as diversas ferramentas tecnológicas que podem ser associadas ao BIM, como: os sensores de localização, algoritmos, redes neurais, bancos de dados, realidade virtual, Revit e Navisworks. Dentre os benefícios encontrados, destacam-se: o trabalho cooperativo entre os stakeholders, a troca de informações facilitada em um ambiente multidisciplinar e a visualização 3D. Em síntese, independente do BIM associado ou não a outras ferramentas tecnológicas, a melhoria dos procedimentos efetivos de controle e monitoramento se mostram eficazes e sustentáveis.

Abstract

In Industry 4.0, occupational risk management has been favored by the use of enabling technologies. In this sense, this article aims to identify how Building Information Modeling – BIM, has been used in occupational risk management in the construction industry and what benefits it offers. The methodology used consisted of a systematic review of the literature through the Scopus database. This research is relevant in highlighting not only the benefits, but also the various technological tools that can be associated with BIM, such as: location sensors, algorithms, neural networks, databases, virtual reality, Revit and Navisworks. Among the benefits found, the following stand out: cooperative work between stakeholders, the exchange of information facilitated in a multidisciplinary environment and 3D visualization. In summary, regardless of whether BIM is associated or not with other technological tools, the improvement of effective control and monitoring procedures proves to be effective and sustainable.

1. Introdução

O conceito de Construção 4.0 implica uma ampla e profunda transformação dos processos de gestão de projetos dos empreendimentos de construção, por meio da utilização de dados em tempo real usando tecnologias na tomada de decisão [1]. O progresso lento na adoção e implementação das tecnologias 4.0 no setor da construção deve-se principalmente ao custo econômico, a aceitação da tecnologia, a maior exigência de equipamentos e a falta de conhecimento [2].

A indústria da construção é considerada o quarto setor mais perigoso em número de fatalidades [3]. Apresenta taxa de acidentes ocupacionais mais alta do que outras indústrias [4]. Estudos revelam que os comportamentos inseguros de movimentação dos trabalhadores são uma das principais razões de fatalidades no canteiro de obras, resultando em colisões graves com objetos ou máquinas do local [5].

O risco de queda é o tipo de ocorrência mais perigosa no mundo. Os gerentes atribuem isso aos pobres procedimentos na implementação de regulamentos de segurança, bem como na dificuldade de prever, com precisão, os riscos de acidente [6]. Ainda segundo os autores, a detecção precoce de perigo durante o ciclo de vida do projeto pode contribuir na proteção dos trabalhadores quanto à exposição aos riscos que afetam o tempo e o custo. E a natureza mutável dos locais também dificulta a identificação exata desses riscos.

Em relação aos locais de construção esses necessitam ser monitorados continuamente para detectar condições inseguras e proteger os trabalhadores de possíveis lesões e acidentes fatais. De acordo com Park *et al.* [7], nas práticas atuais, o acompanhamento da segurança da construção depende muito da observação *in loco* de forma manual, o que exige muito trabalho e está sujeita a erros. Sem deixar de mencionar que os canteiros de obras são ambientes complexos, o que torna a atividade de monitoramento extremamente desafiadora para os profissionais da segurança,

principalmente se essa identificação dos riscos, a que possam estar expostos os trabalhadores, ocorrer de forma manual [7].

Nesse sentido, os autores Getuli *et al.* [8], vem corroborar ao dizer que a construção civil é considerada um processo complexo e dinâmico, que abrange muitos fatores que são potencialmente perigosos para os trabalhadores. E, Khan *et al.* [9] ratificam ao colocar que apesar da forte aplicação de melhores práticas e regulamentações de construção, os acidentes na engenharia civil são mais altos do que em outras indústrias. Dessa forma, muitos estudos comprovam que a melhoria das medidas preventivas e proativas – incluídas dinamicamente no projeto, planejamento e construção da edificação – poderiam reduzir os acidentes locais, bem como aumentar a produtividade [8].

Outrossim, trata-se da escavação do solo que é uma etapa fundamental na construção e no desenvolvimento de infraestruturas. E, com a crescente exploração e utilização de espaços subterrâneos, a escavação de poços de fundação profundos e adjacentes aos metrô existentes, por exemplo, vem causando problemas de segurança. Pensando em evitar esse tipo de acidente nos túneis durante o processo de construção, e assim garantir a segurança de vidas, sistemas de alerta precoce baseado no risco estão sendo utilizados [10].

Além disso, tem-se as plataformas *offshore* de petróleo e gás que podem causar graves fatalidades e prejuízos financeiros, considerando a demanda do ambiente em que estão localizadas e a complicada estrutura que possuem; sendo assim, realizar um planejamento de evacuação nessas plataformas torna-se um grande desafio [11].

Outra dificuldade consiste no gerenciamento de segurança eficaz que é um aspecto fundamental no gerenciamento de projetos de construção. As práticas atuais de gerenciamento de segurança são fortemente orientadas a documentos que contam com dados históricos para identificar riscos potenciais em um canteiro de obras [12].

Logo, a ampliação da digitalização das atividades burocráticas tem um grande potencial de otimização organizacional, ao minimizar os riscos de perda de documentos e agilidade nos procedimentos internos [13].

Diante do exposto, o setor de Arquitetura, Engenharia, Construção e Operação (AECO) sempre foi reconhecido como um setor competitivo e complexo. Nos últimos anos, o aumento da demanda por projetos de construção em diferentes áreas, como segurança, energia e gestão de custos, levou a indústria a novas ferramentas e métodos, incluindo o uso mais eficiente de tecnologias digitais [14].

Pesquisadores acadêmicos e profissionais da área de engenharia civil têm, atualmente, dedicado esforços a segurança na fase de pré-construção do projeto [9]. O conceito de *Prevention Trough Design* (PtD) tem sido amplamente reconhecido como uma das abordagens mais eficazes para eliminar ou reduzir os riscos nos canteiros de obras [15].

Engenheiros e arquitetos são incentivados a considerar a segurança e saúde ocupacional durante as fases de planejamento e projeto, no entanto, a implementação de PtD é muitas vezes inibida porque os projetistas não possuem conhecimento adequado sobre segurança e o processo de construção, bem como ferramentas e procedimentos limitados na hora de projetar [15].

Portanto, o *Building Information Modeling* (BIM) pode ser utilizado para o monitoramento da produtividade e da segurança simultaneamente, ajudando as partes interessadas a acompanharem os dois parâmetros nas fases iniciais do processo de construção [16]. Pois, um sistema inteligente baseado em BIM possibilita a identificação e o gerenciamento de projetos inseguros e os possíveis riscos aos trabalhadores. Sendo assim, os usuários podem acompanhar de perto a melhoria da segurança e a produtividade antes do projeto e a medida em que o projeto avança, favorecendo a tomada de decisões eficazes de alocação de recursos, por exemplo [7]. Enfim, este artigo buscou

identificar a utilização do BIM na gestão dos riscos ocupacionais na Indústria 4.0.

2. Referencial Teórico

Saúde e segurança no setor da construção são questões muito importantes devido ao alto índice de acidentes no setor [17]. Principalmente, as ocorrências de queda que são as mais perigosas no mundo; e os profissionais atribuem isso aos procedimentos deficientes de implementação de segurança e a dificuldade de prever os fatores [6]. Outrossim é a falta de familiaridade dos projetistas com os riscos ergonômicos nas diversas etapas de um projeto [18].

Nesse sentido, o uso de novas tecnologias como o BIM, verificação automatizadas e sistemas de segurança baseada em tecnologias da informação, podem melhorar o controle e desempenho dos trabalhadores nos canteiros de obra, além de melhorar a interação entre os executivos operacionais, reduzindo assim os acidentes [19]. Inclusive, com o BIM é possível utilizar uma abordagem eficaz para mitigar os riscos ergonômicos e prevenir as condições de trabalho inseguras na fase de projeto [6].

O planejamento eficaz do espaço de trabalho é conhecido por desempenhar um papel crucial no planejamento do local e na programação das atividades de construção [8]. Conforme Yuan *et al.* [20], eliminar os riscos de segurança no início de um projeto de construção se encontra no topo da hierarquia de controle, pois é na fase de projeto a primeira oportunidade de pensar na segurança dos trabalhadores. A partir de um modelo digital do canteiro de obra é possível obter índices de segurança que refletem situações reais, permitindo estimar a influência dos fatores de riscos e prevenir o surgimento de situações perigosas [21].

A União Europeia vem promovendo o desenvolvimento de projetos em BIM, pois o trabalho colaborativo entre os *stakeholders*, executado nessa tecnologia, pode reduzir a interferência que ocorrem na fase de projeto. A integração da avaliação de risco de

segurança e saúde requer o desenvolvimento de uma biblioteca completa de objetos BIM, principalmente com as medidas preventivas regulamentadas pelas normas [17].

Uma biblioteca estruturada de objetos de canteiro de obras destinada à realização de cenário de Realidade Virtual (RV) baseada em BIM, pode ser utilizada no treinamento de segurança, sendo necessário um ativo abrangente para a produção desses cenários virtuais para a capacitação da equipe [22].

Modelos de gestão de processos e técnicas de visualização de informações como o BIM e à RV vem contribuindo com o avanço das práticas de gestão da segurança. Os autores Getuli *et al.* [8], mostram um protocolo de treinamento de Segurança e Saúde do Trabalho (SST) baseado em simulações de atividade de RV habilitadas por BIM, como viáveis. Ele usa um *kit* de ferramentas personalizado com uma solução de smartphone móvel para administrar cenários de treinamento de segurança, o que aumenta sua portabilidade no canteiro de obras [8].

Também, os processos de planejamento do espaço de trabalho podem ser aprimorados com a utilização de tecnologias de RV e BIM, pois estimula o conhecimento dos trabalhadores experientes e integra ao conhecimento dos gerentes de construção [8].

E a visualização por meio da RV habilitada para o BIM 4D pode melhorar o fluxo de informações e a troca de conhecimento em um ambiente multilíngue, onde a equipe do local de trabalho não fala um idioma comum, segundo Afzal e Shafiq [12]. O ambiente de RV cria um cenário real e isso facilita a detecção de problemas de segurança. O BIM 4D e a RV podem minimizar a insegurança em canteiros de obra e maximizar o compartilhamento de conhecimento, além de facilitar o treinamento da equipe de trabalho [12].

Com o BIM 4D é possível criar um modelo computacional que apresente, com exatidão, os riscos de queda em altura e os riscos dos trabalhadores serem atingidos por

queda de objetos. Os detalhes e a sequência de trabalho do modelo favorecem a compreensão dos gerentes de segurança, possibilitando uma escolha mais acertada dos equipamentos de proteção e um melhor treinamento da equipe, pois aumenta a comunicação de segurança, além de evitar perdas de tempo e de custos [6].

De acordo com Swallow e Zulu [23], os principais benefícios do BIM 4D consiste na visualização e comunicação clara dos resultados do projeto, que possibilitam o planejamento do local e a logística. Bem como, o monitoramento e controle da segurança que pode permitir uma ação rápida nos processos de prevenção [21].

Também as ferramentas computacionais que são consideradas excelentes para planejar a evacuação por meio da simulação de emergência, pois o BIM integrado a um modelo de matriz e a um modelo de rede mostrou-se bastante eficiente na gestão da segurança com menor custo e um menor risco [11].

Outro benefício com a utilização do BIM 4D consiste na visualização dos processos, fazendo com que os gerentes de segurança compreendam os detalhes e a sequência de trabalhos, facilitando a identificação precisa dos perigos de queda e quais os equipamentos de segurança mais apropriados para cada risco, assim como, a utilização do modelo como programa de treinamento para os trabalhadores [6]. Os autores também apontam o BIM 4D como excelente ferramenta para a previsão antecipada de riscos de queda por apresentar uma imagem clara de todo canteiro de obra, além de facilitar a comunicação e criar um cronograma seguro de projeto.

Uma pesquisa desenvolvida por Afzal e Shafiq [12], mostrou que houve uma melhoria significativa no reconhecimento de perigos pela equipe de trabalho, ao compreender os protocolos de segurança e atuar nas tomadas de decisão, com o uso do BIM 4D associado a realidade virtual.

É um *plug-in* que vincula o BIM ao Revit com dados de risco de segurança, que calcula automaticamente os perigos na construção, pode ajudar arquitetos e projetistas estruturais a encontrarem soluções que otimizam a saúde e segurança da construção [4].

Com o BIM é possível usar códigos de cores e filtros que facilitam a identificação, analisam e gerenciam os riscos, que ao serem detectados apresentam medidas que podem minimizar ou mitigar o número de acidentes [17].

Ainda como benefício encontra-se um modelo de evacuação de plataformas de *offshore* de petróleo e gás, com informações necessárias extraídas do BIM e usadas para modelar o ambiente de simulação integrando o modelo de matriz e o modelo de rede; além dos atributos essenciais, as funções de detecção de ambiente e planejamento de caminho de fuga dinâmico são desenvolvidas e atribuídas aos agentes para melhorar o desempenho da simulação [11].

Com relação aos túneis utilitários, que servem como construção subterrânea e infraestrutura de longa distância, que estão frequentemente envolvidos em acidentes graves, um diagrama de tipologia BIM baseado na combinação de dados de sensores em tempo real com redes internas, melhora a identificação do posicionamento do pessoal de reparo dentro dos túneis, agilizando o processo de tomada de decisão da equipe de emergência [24].

No estudo desenvolvido por Khan *et al.* [9], em obras subterrâneas, foi utilizado um conjunto de algoritmos baseados em regras desenvolvido em *software* comercialmente disponível utilizando linguagem de programação visual. Esse sistema identifica e visualiza automaticamente desmoronamentos, riscos de queda e de zona proibida, com imagens geradas em 3D, uma vantagem em relação aos modelos 2D [9].

O reconhecimento automatizado de objetos nos canteiros de obra foi facilitado com a fusão da rede neural convolucional e o BIM, onde a identificação de peças

construtivas, como divisórias pré-fabricadas, são operadas com guindastes [25]. Sendo assim, a aplicação de redes neurais artificiais e BIM em projetos de engenharia vem contribuindo nas construções em espaços subterrâneos. Uma rede neural de retro propagação prevê a deformação em tempo real de túneis com base nos dados de monitoramento do canteiro de obra. A avaliação é estabelecida com base em especificações e um sistema de avisos inteligente é exibido de forma tridimensional (3D) usando o BIM, dessa forma, o modelo fornece aos gerentes informações visuais rápidas e precisas agilizando a tomada de decisão [10].

Um Sistema de Identificação de Riscos de Segurança (SIRS) e um Sistema de Alerta Precoce (SAP), baseado em BIM, foi utilizado na construção de um metrô da China. O SIRS constrói um banco de dados com identificação de risco, projeta algoritmo de correspondência de recuperação e calcula o nível de confiança de risco; e o SAP adota o banco de dados, projeta algoritmo de correspondência de recuperação e calcula o grau de confiança de risco [26].

Vale destacar a plataforma Revit para o desenvolvimento de módulo de gerenciamento de segurança para canteiros de obra, e o Navisworks que pode ser utilizado para simular uma forma de resgate emergencial dos acidentes de construção e formular um plano de gestão de emergência [27]. O módulo de gerenciamento desenvolvido no Revit é extremamente operacional, de fácil manuseio e apresenta atualização de dados em tempo real; já a simulação feita no Navisworks pode fornecer planos de gerenciamento de emergência para projetos de engenharia., em que as informações BIM são interrelacionadas o que reduz a carga de trabalho e o tempo de processamento dos dados [27].

Um projeto desenvolvido na cidade-Estado de Cingapura mostra um sistema inteligente de produtividade e segurança utilizando o BIM. O sistema permite que os profissionais verifiquem os erros, mitigando

os riscos causados pela deficiência de projeto e escolha inadequada de materiais, por exemplo [28].

Assim, os benefícios do BIM na gestão dos riscos ocupacionais na indústria da arquitetura, engenharia, construção e operação são inúmeros. Inclusive a utilização da Realidade Aumentada (RA), vem sendo bastante usada com o BIM. No Quadro 1 no Apêndice A é possível verificar alguns dos benefícios que a tecnologia BIM apresenta para a indústria AECO, a partir desta revisão da literatura.

Os autores Yuan *et al.* [20], afirmam que a prevenção de acidentes por meio de projetos pode ser criada a partir de uma base de dados com regulamentos de segurança, documentos com riscos e melhores práticas na gestão e controle de prevenção e saúde do trabalhador, utilizando-se algoritmos para extrair e julgar informações, baseada em regras automatizadas combinadas ao BIM que abrem janelas *pop-up* de alerta contendo número de identificação de risco e medidas de pré-controle durante a execução do projeto no Revit [20].

Também vale ressaltar que a enorme demanda da construção em espaços subterrâneos, como poços de fundação profundos, estão se tornando cada vez mais comuns nesse setor. E devido aos graves efeitos associados aos acidentes que ocorrem em poços de fundação profunda, é muito importante que o gerenciamento de segurança de construções subterrâneas seja proativo, direcionadas e eficazes [29].

Embora os benefícios do BIM sejam muitos, Swallow e Zulu [23] apontam como barreiras: os altos custos para treinamento, tempo de implementação e resistência a adoção da metodologia. Estudos no Reino Unido investigaram os benefícios e as barreiras para a adoção da modelagem BIM 4D no gerenciamento de segurança em canteiros de obra. Embora 70% dos diretores/gerentes e 74% dos profissionais conheçam os *softwares* 4D, a taxa de adoção, no Reino Unido, em média, é de 31,2%. Os dados mostram que a indústria ainda não

absorveu esse processo como uma “prática padrão” no gerenciamento de segurança [23].

Outro estudo desenvolvido no Irã, mostra a escassez de pessoal capacitado, baixa demanda dos clientes, alto custo dos *softwares* e falta de apoio governamental para o uso do BIM na indústria da construção e na formação dentro das instituições educacionais, como fatores que levam ao fracasso no que diz respeito a adoção dessa metodologia [19]. Os autores ainda sugerem para a promoção do BIM na indústria iraniana: gerentes com maior compreensão do fluxo de trabalho dos projetos, líderes de equipes cientes das vantagens e desvantagens dos *softwares* BIM, conhecimento tecnológico atualizado e guias/manuais claros para o uso das ferramentas, além de iniciar em pequenos projetos.

Portanto, quanto mais a indústria da AECO se conscientizar dos benefícios dos modelos BIM 4D, maior será a quebra de barreiras e adaptação aos avanços tecnológicos, pois com a mudança de cultura dos envolvidos, a abordagem será mais colaborativa e a compreensão dos processos será mais bem sucedida, favorecendo assim o gerenciamento da saúde e segurança dos trabalhadores [23].

Sendo assim, a identificação precoce dos riscos no ciclo de vida do projeto contribui de forma efetiva na prevenção e proteção nos ambientes de trabalho, evitando os perigos que podem resultar em excedentes de tempo e custos das obras [6].

3. Metodologia

A pesquisa consiste em uma Revisão Sistemática da literatura (RSL), baseada na metodologia utilizada por Lima *et al.* [30], realizada em três fases: planejamento (definição da questão, seleção da base de dados e formulação do *string* de busca), condução (seleção e extração dos dados) e documentação (síntese e análise dos dados, sumarização e conclusão).

Na busca por informações acerca da utilização do BIM na gestão dos riscos ocupacionais, principalmente na indústria da construção, palavras-chave combinadas a descritores *booleanos* (*AND* e *OR*) deram origem ao *string* de busca: "*construction industry*" *AND* ("*health and safety*" *OR* "*construction health and safety*" *OR* "*accidents*") *AND* BIM. E os artigos selecionados para esta pesquisa foram encontrados na base de dados *Scopus*, disponibilizado pelo Portal de Periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES. O Quadro 2 no Apêndice B mostra o resumo do procedimento metodológico da RSL.

A busca considerou apenas artigos de periódicos e de conferências, com ano de publicação compreendido entre 2022 e 2024, trabalhos escritos em inglês, além de serem abertos. Os critérios de inclusão dos artigos na pesquisa, consideraram a utilização do BIM na gestão dos riscos ocupacionais na indústria da construção civil.

4. Resultados e Discussões

A Figura 1 no Apêndice C mostra o fluxograma PRISMA (*Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses*), com o número de artigos correspondentes em cada etapa da RSL.

A seguir se encontra a síntese dos dados bibliométricos obtidos com a RSL na Tabela 1, em que aparece os países de onde são os artigos, as tecnologias utilizadas nos estudos, o ano de publicação e seus respectivos números de artigos incluídos nesta pesquisa.

Tabela 1. Síntese dos dados da RSL.

Países	China, Reino Unido, Espanha, Canadá, Austrália, Chipre, Turquia, Coreia do Sul, Vietnã e Portugal		
Tecnologias associadas ao BIM	Internet das Coisas (IoT), dispositivos móveis, redes neurais, gêmeos digitais, RA, RV, Revit, GIS e Navisworks		
Ano	2022	2023	2024
Nº de artigos	05	04	06

Fonte: Autores (2024)

Na sequência, o Quadro 3 do Apêndice D, apresenta o resumo dos artigos incluídos na pesquisa, em que é possível identificar os autores e a forma de utilização do BIM na gestão dos riscos ocupacionais na indústria da construção civil.

Enfim, a inspeção *in loco*, a falta de profissionais capacitados, as falhas de gerenciamento de segurança e a lentidão na troca de informações, são alguns dos problemas enfrentados no setor da construção. As formas artesanais de gerenciamento da saúde e segurança nas indústrias, impedem que os avanços decorrentes da indústria 4.0 ocorram dentro da engenharia civil, no entanto, os resultados apresentados nesta RSL mostram que o BIM, associado ou não a outras tecnologias, tornam-se essenciais no processo de industrialização da construção civil.

5. Considerações Finais

Este artigo buscou abordar a utilização do BIM na gestão dos riscos ocupacionais na indústria da AECO. Sabe-se que muitas são as tecnologias habilitadoras que podem contribuir com a saúde e segurança do trabalhador. Ferramentas como big data, visão computacional, inteligência artificial, RA e aprendizagem de máquina, são alguns desses artifícios utilizados pela Indústria 4.0 na gestão dos riscos.

O destaque das contribuições do BIM, nesse estudo, foi o trabalho cooperativo entre os *stakeholders*, a troca de informações facilitada em um ambiente multidisciplinar e a visualização 3D. O monitoramento e o controle da segurança, através do BIM, minimizam os riscos de lesões e as fatalidades. O nível de detalhamento e a sequência de trabalho foram favorecidos com o BIM 4D, onde a compreensão e as escolhas dos equipamentos de proteção foram mais eficientes.

Além disso, com o BIM é possível um planejamento mais eficaz do espaço de trabalho, visando a evacuação do canteiro de obras em caso de urgência, minimizando as

perdas de tempo e de custo. Bem como, o BIM associados a outras tecnologias como sensores de localização, algoritmos, redes neurais, bancos de dados, realidade virtual, Revit e Navisworks, apresentou-se ainda melhor na prevenção dos acidentes.

Enfim, o BIM vem sendo utilizado na gestão dos riscos ocupacionais na indústria da construção de forma eficiente, trazendo inúmeros benefícios para as empresas, trabalhadores e para a sociedade em geral. Embora o BIM apresente barreiras os seus benefícios superam as desvantagens, por isso o cenário atual vem exigindo cada vez mais a adoção em seus projetos, inclusive no Brasil.

6. Referências

- [1] DALLASEGA, P.; RAUCH, E.; LINDER, C. *Industry 4.0 as an enabler of proximity for construction supply chains: A systematic literature review*. Computers in industry, v. 99, p. 205-225, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.compind.2018.03.039>
- [2] ARIPIN, I. D. M.; ZAWAWI, E. M. A.; ISMAIL, Z. (2019). Factors influencing the implementation of technologies behind industry 4.0 in the Malaysian construction industry. In: *Matec web of conferences*. EDP Sciences, v. 266, p. 01006, 1-6. <https://doi.org/10.1051/mateconf/201926601006>
- [3] HOSSEINI, O.; MAGHREBI, M. *Risk of fire emergency evacuation in complex construction sites: Integration of 4D-BIM, social force modeling, and fire quantitative risk assessment*. Advanced Engineering Informatics, v. 50, p. 101378, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.aei.2021.101378>
- [4] LU, Y.; GONG, P.; TANG, Y.; SUN, S.; LI, Q. *BIM-integrated construction safety risk assessment at the design stage of building projects*. Automation in Construction, v. 124, p. 103553, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2021.103553>
- [5] ARSLAN, M.; CRUZ, C.; GINHAC, D. *Semantic trajectory insights for worker safety in dynamic environments*. Automation in Construction, v. 106, p. 102854, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2019.102854>
- [6] ABED, H. R.; HATEM, W. A.; JASIM, N. A. *Adopting BIM technology in fall prevention plans*. Civil Engineering Journal, v. 5, n. 10, p. 2270-2281, 2019. <https://doi.org/10.28991/cej-2019-03091410>
- [7] PARK, J.; KIM, K.; CHO, Y. K. *Framework of automated construction-safety monitoring using cloud-enabled BIM and BLE mobile tracking sensors*. Journal of Construction Engineering and Management, v. 143, n. 2, p. 05016019, 2017. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)CO.1943-7862.0001223](https://doi.org/10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0001223)
- [8] GETULI, V.; CAPONE, P.; BRUTTINI, A.; ISAAC, S. *BIM-based immersive Virtual Reality for construction workspace planning: A safety-oriented approach*. Automation in Construction, v. 114, p. 103160, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2020.103160>
- [9] KHAN, N.; ALI, A. K.; SKIBNIEWSKI, M. J.; LEE, D. Y.; PARK, C. *Excavation safety modeling approach using BIM and VPL*. Advances in Civil Engineering, 2019. <https://doi.org/10.1155/2019/1515808>
- [10] TIAN, W.; MENG, J.; ZHONG, X. J.; TAN, X. *Intelligent early warning system for construction safety of excavations adjacent to existing metro tunnels*. Advances in civil engineering, v. 2021, p. 1-12, 2021. <https://doi.org/10.1155/2021/8833473>
- [11] CHENG, J. C.; TAN, Y.; SONG, Y.; MEI, Z.; GAN, V. J.; WANG, X.

- Developing an evacuation evaluation model for offshore oil and gas platforms using BIM and agent-based model.* Automation in Construction, v. 89, p. 214-224, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2018.02.011>
- [12] AFZAL, M.; SHAFIQ, M. T. *Evaluating 4D-BIM and VR for Effective Safety Communication and Training: A Case Study of Multilingual Construction Job-Site Crew.* Buildings, v. 11, n. 8, p. 319, 2021. <https://doi.org/10.3390/buildings11080319>
- [13] GOHR, C. F.; TORRES, C. R. S.; LIRA, W. G. *Dynamic capabilities and sustainability-oriented innovations in higher education institutions: a case study.* Gestão & Produção, v. 30, p. e4223, 2023. <https://doi.org/10.1590/1806-9649-2023v30e4223>
- [14] SIDANI, A.; DINIS, F. M.; DUARTE, J.; SANHUDO, L.; CALVETTI, D.; BAPTISTA, J. S.; ... SOEIRO, A. *Recent tools and techniques of BIM-Based Augmented Reality: A systematic review.* Journal of Building Engineering, v. 42, p. 102500, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.jobbe.2021.102500>
- [15] JIN, Z.; GAMBATESE, J.; LIU, D.; DHARMAPALAN, V. *Using 4D BIM to assess construction risks during the design phase.* Engineering, Construction and Architectural Management, v. 26, n. 11, p. 2637-2654, 2019. <https://doi.org/10.1108/ECAM-09-2018-0379>
- [16] LIN, E. T. A.; OFORI, G.; TJANDRA, I.; KIM, H. *Framework for productivity and safety enhancement system using BIM in Singapore.* Engineering, Construction and Architectural Management, v. 24, n. 6, p. 1350-1371, 2017. <https://doi.org/10.1108/ECAM-05-2016-0122>
- [17] CORTÉS-PÉREZ, J. P.; CORTÉS-PÉREZ, A.; PRIETO-MURIEL, P. *BIM-integrated management of occupational hazards in building construction and maintenance.* Automation in Construction, v. 113, p. 103115, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2020.103115>
- [18] GOLABCHI, A.; HAN, S. U.; ABOURIZK, S. *A simulation and visualization-based framework of labor efficiency and safety analysis for prevention through design and planning.* Automation in Construction, v. 96, p. 310-323, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2018.10.001>
- [19] MAREFAT, A.; TOOSI, H.; HASANKHANLO, R. M. *A BIM approach for construction safety: applications, barriers and solutions.* Engineering, Construction and Architectural Management, v. 26, n. 9, p. 1855-1877, 2019. <https://doi.org/10.1108/ECAM-01-2017-0011>
- [20] YUAN, J.; LI, X.; XIAHOU, X.; TYMVIOS, N.; ZHOU, Z.; LI, Q. *Accident prevention through design (PtD): Integration of building information modeling and PtD knowledge base.* Automation in construction, v. 102, p. 86-104, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2019.02.015>
- [21] SHARMANOV, V. V.; SIMANKINA, T. L.; MAMAEV, A. E. *BIM in the assessment of labor protection.* Magazine of Civil Engineering, v. 1, n. 69, p. 77-88, 2017. <https://doi.org/10.18720/MCE.69.7>
- [22] GETULI, V.; CAPONE, P.; BRUTTINI, A. *Planning, management and administration of HS contents with BIM and VR in construction: an implementation protocol.* Engineering, Construction and Architectural Management, v. 28, n. 2, p. 603-623,

2021. <https://doi.org/10.1108/ECAM-11-2019-0647>
- [23] SWALLOW, M.; ZULU, S. *Benefits and barriers to the adoption of 4d modeling for site health and safety management*. *Frontiers in Built Environment*, v. 4, n. 86, 2019. <https://doi.org/10.3389/fbuil.2018.00086>
- [24] YU, G.; MAO, Z.; HU, M.; LI, Z.; SUGUMARAN, V. *BIM+ topology diagram-driven multiutility tunnel emergency response method*. *Journal of Computing in Civil Engineering*, v. 33, n. 6, p. 04019038, 2019. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)CP.1943-5487.000085](https://doi.org/10.1061/(ASCE)CP.1943-5487.000085)
- [25] ZHOU, Y.; GUO, H.; MA, L.; ZHANG, Z.; SKITMORE, M. *Image-based onsite object recognition for automatic crane lifting tasks*. *Automation in Construction*, v. 123, p. 103527, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2020.103527>
- [26] LI, M.; YU, H.; JIN, H.; LIU, P. *Methodologies of safety risk control for China's metro construction based on BIM*. *Safety science*, v. 110, p. 418-426, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2018.03.026>
- [27] DENG, L.; ZHONG, M.; LIAO, L.; PENG, L.; LAI, S. *Research on safety management application of dangerous sources in engineering construction based on BIM technology*. *Advances in Civil Engineering*, v. 2019, n. 1, p. 7450426, 2019. <https://doi.org/10.1155/2019/7450426>
- [28] LI, X.; CHI, H. L.; LU, W.; XUE, F.; ZENG, J.; LI, C. Z. *Federated transfer learning enabled smart work packaging for preserving personal image information of construction worker*. *Automation in Construction*, v. 128, p. 103738, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2021.103738>
- [29] FAN, W.; ZHOU, J.; ZHOU, J.; LIU, D.; SHEN, W.; GAO, J. *Safety Management System Prototype/Framework of Deep Foundation Pit Based on BIM and IoT*. *Advances in Civil Engineering*, v. 2021, p. 5539796, 2021. <https://doi.org/10.1155/2021/5539796>
- [30] LIMA, M. C. A.; KOHLMAN RABBANI, E. R.; MIRANDA COSTA, A. L.; SILVA JUNIOR, M. A. B.; SILVA, A. K. B.; FERREIRA, H. S. *Aspectos de formação sustentável nos cursos de engenharia: uma revisão da literatura*. *Periódico Eletrônico Fórum Ambiental da Alta Paulista*, v. 20, n. 2, p. 252-269, 2024. Acesso em: 12/07/2024. Disponível em: https://publicacoes.amigosdanatureza.org.br/index.php/forum_ambiental/article/view/4201/4926

APÊNDICE A

Quadro 1. Resumo dos benefícios do BIM na indústria da AECO.

TECNOLOGIA	BENEFÍCIOS
BIM	Trabalho cooperativo entre os <i>stakeholders</i>
	Reduz as interferências na fase de projeto
	Permite o monitoramento e controle da segurança
	Permite ação rápida nos processos de prevenção
	Menor risco de fatalidade e riscos de lesões
	Propicia uma abordagem colaborativa multidisciplinar
	Na fase de projeto é possível obter <i>feedback</i> por meio de janelas de <i>pop-up</i> de alerta
	Visualização em 3D
BIM 4D	Permite um melhor detalhamento e sequência de trabalho favorecendo a compreensão e escolha mais acertada dos equipamentos de proteção, além de evitar perdas de tempo e de custos
	Possibilita um planejamento eficaz do espaço de trabalho
	Excelente ferramenta para planejar a evacuação em canteiros de obra
BIM + sensores	Associado a sensores de localização melhora a identificação e localização do trabalhador
BIM + algoritmos	Associado a um conjunto de algoritmos permite a identificação e visualização de desmoronamentos, riscos de queda e de zona proibida
BIM + redes neurais	Associado a redes neurais possibilita a identificação de peças construtivas e deformação de túneis
BIM + banco de dados	Possibilita avaliação de risco através do cálculo do grau de confiança de risco
BIM + RV	Permite capacitar e administrar cenários de treinamentos de segurança, além de melhorar o fluxo de informações e a troca de conhecimento em um ambiente multilíngue
BIM + Revit / Navisworks	Reduz a carga de trabalho e o tempo de processamento dos dados

Fonte: Autores (2024)

APÊNDICE B

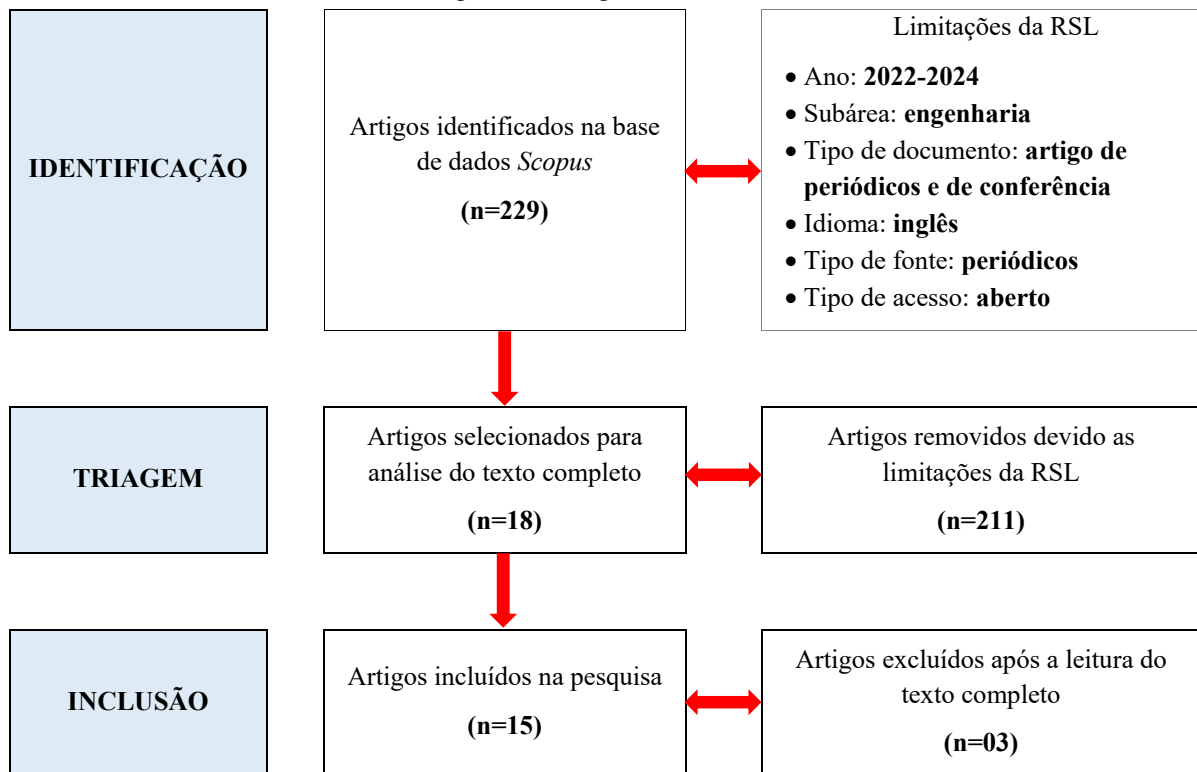
Quadro 2. Resumo do procedimento metodológico da RSL.

FASE DE PLANEJAMENTO	Ferramentas de pesquisa	Entregas
	Plataforma Sucupira da CAPES	Definição da questão
	<i>Scopus</i>	Seleção da base de dados
FASE DE CONDUÇÃO	Utilizando o VOSviewer	Entregas
	Seleção dos dados	Identificação e separação dos conteúdos
	Extração dos dados	Formatação do texto
FASE DE DOCUMENTAÇÃO	Utilizando o Excel e o Word	Entregas
	Síntese dos dados	Atendimento aos objetivos, confecção dos quadros, gráficos e fluxograma, e a redação final do artigo.
	Análise dos dados	
	Sumarização	
	Conclusão	

Fonte: Autores (2024)

APÊNDICE C

Figura 2. Fluxograma PRISMA.



Fonte: Autores (2024)

APÊNDICE D

Quadro 3. Resumo dos artigos incluídos na pesquisa.

Autores	Dados dos artigos
01 Khan <i>et al.</i> (2024)	Propõem um sistema de suporte à decisão que fornece <i>insights</i> e a periodicidade dos principais acidentes que ocorrem na indústria da construção, com a utilização do BIM-4D; e com o Navisworks, <i>software</i> de gestão e compatibilização de projetos BIM, os autores ressaltam a facilidade de verificação da frequências de acidentes de queda com o programa.
02 Tran <i>et al.</i> (2024)	Apresentam uma abordagem paramétrica baseada em BIM para a alocação de câmaras em canteiros de obra, a fim de minimizar a sobreposição de cobertura das câmaras sem deixar de cobrir todas as áreas do canteiro. Os autores afirmam que o posicionamento adequado das câmeras de segurança permitem clareza, cobertura total e agilidade nas tomadas de decisões, devido a minimização da redundância de dados obtidos com a sobreposição de imagens. Tudo isso só é possível devido o emprego da programação de linguagem visual, que permite utilizar imagens na geração de bancos de dados ao invés de textos.
03 Yang <i>et al.</i> (2024)	Abordam um método de sobreposição espaço-temporal para analisar indicadores de avaliação de segurança com o intuito de melhorar o gerenciamento dos riscos em canteiros de obras, com o uso do BIM e do <i>Geographic Information System</i> (GIS). Com a associação dessas tecnologias é possível delinear áreas de segurança e de risco em diferentes etapas da construção, com base no tempo e no espaço, melhorando o gerenciamento nos canteiros de obras.
04 Wang & Chen (2024)	Mostram uma plataforma de gerenciamento de segurança de engenharia civil, com base no BIM, GIS e na <i>Internet of Things</i> (IoT). Ao integrar sistemas de monitoramento em tempo real foi comprovado que a plataforma ajuda a identificar os riscos potenciais precocemente, agilizando nas tomadas de decisão.
05 Tözer <i>et al.</i> (2024)	Trazem um sistema desenvolvido no BIM que permite a identificação de riscos na fase de projeto. Caso um projetista tome uma decisão que possa causar risco, o sistema detecta e alerta sobre a decisão. O estudo conclui dizendo que a maioria dos perigos que causam riscos de queda podem ser identificados na fase de projeto.
06 Yap <i>et al.</i> (2024)	Destacam o BIM, os sistemas de rede de câmeras de segurança, os dispositivos móveis, a IoT e a sinalização digital, como as tecnologias mais importantes para a gestão de segurança. Também ressalta os seus benefícios: maior agilidade no planejamento de segurança, inspeção mais eficaz e otimização na identificação dos riscos.
07 Rashidi Nasab <i>et al.</i> (2023)	Apresentam uma estrutura dinâmica usando o BIM, para a supervisão e avaliação de atividades de construção. Os autores afirmam que a maior contribuição do BIM consiste na avaliação, priorização e visualização dos ambientes.
08 Fernández <i>et al.</i> (2023)	Mostram o potencial da RV para simular ambientes de trabalho imersivo em atividades de perfuração geotécnica, com foco na interação com máquinas. Destacam que a simulação permite que o trabalhador interaja, identifique e se previna de acidentes, devido ao realismo da imersão dos usuários no ambiente de construção favorecido pela tecnologia. Os movimentos realistas que recriam as tarefas facilitam a interação e o aprendizado dos trabalhadores.
09 Tariq <i>et al.</i> (2023)	Propõem um sistema de visualização de cláusulas de segurança usando a interface de programação de aplicativo do Autodesk Revit, utilizando a metodologia BIM. O sistema de gerenciamento de segurança digitalizado consiste em um protótipo que cria um repositório acessível, permanente e com informações objetivas das cláusulas relevantes de diversos documentos, facilitando as tomadas de decisão devido a rapidez nas buscas e a precisão das informações.
10 Feng <i>et al.</i>	Sugerem um modelo de avaliação de risco de edifícios pré-fabricados que pode simular de forma dinâmica o estado de segurança na construção com alertas precoce. O sistema é

	(2023)	baseado em rede neural artificial e no BIM. Os algoritmos permitem aprendizagem e <i>feedbacks</i> da rede neural e das simulações executadas por multi-índices não linear, o que não seria possível com os modelos tradicionais.
11	Collinge <i>et al.</i> (2022)	Apresentam uma ferramenta digital e uma biblioteca de riscos de segurança, com base no BIM, para projetistas. Com essa tecnologia é possível o compartilhamento de informações em um ambiente tridimensional e interativo, o que beneficia o setor da construção com seus dados de saúde e segurança.
12	Torrecilla-García <i>et al.</i> (2022)	Trazem um sistema de suporte à tomada de decisão por meio das tecnologias BIM e gêmeos digitais, que melhoram os resultados de gerenciamento de segurança na indústria da construção. O modelo permite a troca de informações em tempo real com base em análise preditiva, em um ambiente compartilhado, que favorece o desenvolvimento estratégico e proativo de planejamento e gerenciamento de segurança dentro da indústria.
13	Ramos-Hurtado <i>et al.</i> (2022)	Propõem uma metodologia que digitaliza o processo de inspeção de segurança em BIM e a RA como um visualizador 3D com o objetivo de obter uma interface intuitiva. Ressaltam que o sistema facilita as tarefas dos profissionais de segurança por causa da capacidade de coletar dados <i>in loco</i> , da captura de imagens dos equipamentos de segurança em RA e a troca de informações em tempo real.
14	He (2022)	Destacam que o uso do BIM na indústria da construção permitem a “modernização, industrialização, padronização, visualização e inteligência” nos canteiros de obra.
15	Rodrigues <i>et al.</i> (2022)	Mostram a importância de uma metodologia colaborativa e integrada nas “fases de projeto, planejamento, construção e uso”, que visa à prevenção dos riscos na indústria da construção. Para isso a metodologia BIM passa a ser essencial, devido a capacidade de otimização dos processos, a comunicação rápida e digital entre todos os <i>stakeholders</i> e a possibilidade de avaliação de riscos ocupacionais e medidas de segurança.

Fonte: Autores (2024)



Como melhorar o tempo médio de reparação (MTTR) da manutenção predial de um shopping center

How to improve the mean time to repair (MTTR) of building maintenance in a shopping center

BRITES, Carolina¹; FIGUEIREDO, Karoline²
brites1998@gmail.com¹; karolinefigueiredo@poli.ufrj.br².

¹Especialista em Planejamento, Gestão e Controle de Obras Civas, NPPG/Polí/UFRJ, Brasil.

²Engenheira Civil, D.Sc., Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro – RJ, Brasil.

Informações do Artigo

Palavras-chave:
shopping center
manutenção predial
7D BIM

Keywords:
Mall
building maintenance
7D BIM

Resumo:

Este artigo investiga como melhorar o tempo médio de reparo (MTTR) na manutenção predial de shopping centers através da adoção da tecnologia 7D BIM, uma ferramenta inovadora que integra diferentes dimensões de informação ao processo de gestão de manutenção. A manutenção predial, frequentemente exposta a terceiros, gera uma alta demanda por serviços corretivos, o que aumenta a necessidade de soluções eficientes para melhorar a resposta às emergências. Para embasar esta pesquisa, foi realizada uma pesquisa-ação com profissionais de manutenção de grandes shoppings do Rio de Janeiro, além de uma revisão bibliográfica que explora a aplicabilidade do 7D BIM no Brasil. Os resultados indicam que essa tecnologia aprimora a colaboração entre as equipes, facilita a detecção precoce de falhas e otimiza os processos de manutenção, resultando em uma redução significativa no tempo de resposta e aumentando a eficiência operacional. Embora o uso do 7D BIM ainda seja limitado no Brasil, sua implementação pode trazer benefícios significativos, incluindo maior segurança, confiabilidade e eficiência nos empreendimentos comerciais.

Abstract

This article investigates how to improve the mean time to repair (MTTR) in building maintenance for shopping centers through the adoption of 7D BIM technology, an innovative tool that integrates various dimensions of information into the maintenance management process. Building maintenance, often exposed to third parties, generates high demand for corrective services, increasing the need for efficient solutions to improve emergency response times. To support this research, an action-research study was conducted with maintenance professionals from large shopping centers in Rio de Janeiro, along with a literature review exploring the applicability of 7D BIM in Brazil. The findings indicate that this technology enhances team collaboration, enables early fault detection, and optimizes maintenance processes, resulting in significantly reduced response times and increased operational efficiency. Although 7D BIM is still limited in Brazil, its implementation can bring substantial benefits, including improved safety, reliability, and efficiency in commercial enterprises.

1. Introdução

A necessidade de deslocamento dos indivíduos por questões pessoais ou profissionais é uma situação inevitável em algum momento da vida de todo cidadão. Visando otimizar o tempo gasto em tais atividades, é comum constatar a adoção de empreendimentos que apresentem uma pluralidade de serviços, tais como shopping centers. Essa estratégia permite que o indivíduo possa realizar diversas tarefas em um único local, evitando deslocamentos desnecessários e economizando tempo. Além disso, esses centros comerciais oferecem uma variedade de opções de serviços e produtos, proporcionando conveniência e praticidade aos seus frequentadores.

A presença desses empreendimentos na sociedade há mais de meio século tem sido marcada por uma infraestrutura moderna e uma ampla variedade de serviços prestados. Isso proporciona praticidade, bem-estar e uma sensação de segurança dentro de suas instalações para a população. Esses aspectos, combinados com a otimização de tempo e recursos, conferem aos shopping centers grande popularidade e aceitação.

Entretanto, para manter essa experiência positiva para os frequentadores, é fundamental cuidar da manutenção dessas instalações. Seja uma edificação residencial ou comercial, a necessidade de manutenção é crucial para garantir um padrão de qualidade no uso. Nesse contexto, os shopping centers possuem uma equipe de operações atuando para manter o empreendimento e garantir o conforto, segurança e bem-estar do cliente. A ausência ou a má execução da manutenção no empreendimento, por sua vez, pode causar acidentes graves, conforme ocorridos no primeiro semestre de 2023, em São Luís/MA e Osasco/SP.

No dia 7 de março de 2023, ocorreu uma explosão resultando em dois óbitos em uma sala de cinema do Shopping Rio Anil, localizado em São Luís/MA. O laudo do Corpo de Bombeiros evidencia que houve uma falha na prevenção, devido a serviços de

manutenção que estavam sendo realizados na estrutura da cobertura [1]. No dia seguinte, em 8 de março de 2023, um desabamento de uma laje ocorreu no interior do Osasco Plaza Shopping, localizado em Osasco/SP. O Instituto de Criminalística de São Paulo identificou a origem do colapso: o rompimento de parafusos devido à sobrecarga e à oxidação da estrutura [2]. Ademais, o laudo ressaltou sinais evidentes de oxidação e infiltração na laje de concreto. Analisando esses dois casos respectivamente, é possível constatar que houve uma má execução e uma ausência de manutenção.

A NBR 5462:1994 classifica os tipos de manutenção em preventiva, corretiva e preditiva. Segundo a norma, a manutenção preventiva é realizada em intervalos previamente estabelecidos ou de acordo com critérios predeterminados, visando reduzir a probabilidade de falhas no funcionamento de um item. A manutenção corretiva, por sua vez, é realizada após a ocorrência de uma falha, com o objetivo de restaurar um item à condição de executar sua função requerida. Já a manutenção preditiva permite assegurar um padrão de serviço desejado por meio de supervisão centralizada ou amostragem, com o propósito de minimizar as manutenções preventiva e corretiva [3]. Portanto, quando se pensa em manutenção, é imprescindível que seja adquirido e posto em prática um plano de manutenção bem estruturado a fim de garantir a eficiência e durabilidade dos equipamentos, desta maneira evitando custos desnecessários e preservando, acima de tudo, a segurança operacional.

A manutenção predial em shopping centers deve ser cuidadosamente planejada para garantir eficiência, segurança operacional, conforto e bem-estar dos clientes. Problemas que afetem esses aspectos requerem intervenções corretivas imediatas, com a equipe de manutenção buscando manter o tempo médio de reparo (do inglês: *mean time to repair* - MTTR) em níveis baixos, demonstrando a capacidade de solucionar problemas rapidamente para

minimizar o impacto na experiência do público.

Neste contexto, a integração de tecnologias avançadas pode otimizar a gestão da manutenção predial, principalmente quando se pensa na adoção da metodologia BIM (do inglês, “*Building Information Modeling*” e traduzida como Modelagem da Informação da Construção). Esta metodologia envolve o desenvolvimento de modelos digitais detalhados que acumulam dados de todos os setores de um projeto, da sua fase inicial até a operação e manutenção [4].

Além de representar a geometria das construções, é possível também incorporar dados ao modelo digital acerca de materiais, prazos, custos, entre outros aspectos relacionados ao projeto. O uso dessa tecnologia permite uma colaboração assertiva entre as equipes multidisciplinares, a identificação precoce de erros e conflitos entre os setores do projeto, além de melhorar na tomada de decisões em todas as etapas do ciclo de vida da construção [5].

A sétima dimensão do BIM, em particular, integra informações sobre manutenção, monitoramento e desempenho do empreendimento, permitindo uma gestão mais eficiente [5]. Dessa forma, o BIM pode contribuir para que a manutenção corretiva se torne uma medida preventiva [6] a partir da incorporação de sua sétima dimensão. O BIM 7D proporciona monitoramento contínuo de sistemas, programação de manutenções preventivas, rastreamento de peças de reposição, gerenciamento de garantias e identificação de possíveis falhas futuras.

O presente artigo defende a adoção de um software integrado à sétima dimensão do BIM, visando aprimorar o índice de MTTR na manutenção predial de shopping centers. Para fundamentar esta proposta, o artigo oferece uma revisão bibliográfica, buscando verificar a presença desse debate em território brasileiro, juntamente com uma pesquisa-ação envolvendo profissionais da área de manutenção de shopping centers na cidade do Rio de Janeiro.

2. Contextualização

Neste capítulo, serão explorados conceitos fundamentais referentes à manutenção predial em shopping centers e à aplicação da tecnologia BIM, com foco específico na sua sétima dimensão. Tal abordagem tem o objetivo de construir um alicerce teórico para a metodologia de revisão, essenciais para a análise do material de pesquisa selecionado.

2.1 Manutenção predial em shoppings centers

Segundo o PMI (2017), após a conclusão de um projeto ou de um serviço, o produto final poderá ser transferido para outra entidade responsável para o manejo de sua operação e manutenção ao longo de seu ciclo de vida [7]. Em shopping centers é dever da administradora se encarregar de manter o empreendimento ao longo de todo o seu ciclo de vida, assegurando sua funcionalidade e integridade operacional, após a entrega da obra pela empreiteira.

O shopping center deve iniciar e prosseguir com suas operações para cumprir o propósito para o qual foi construído. Desta maneira, é necessário a implementação de uma rotina de manutenção a fim de assegurar que o empreendimento continue desempenhando seu papel com qualidade. Entretanto, a ausência de rotinas de manutenção predial em edificações é um problema recorrente e decorrente da baixa implementação na prática de manutenção nos estabelecimentos, como também a falta de cultura técnica, dessa maneira acarretando danos e degradação nos patrimônios públicos e privados [8]. Além disso, a ausência de uma rotina de manutenção gera degradações na construção ao longo do tempo.

As manutenções corretivas consistem em atividades de correção de problemas patológicos [9]. Portanto, é possível afirmar que a falta de uma rotina de manutenção

conduz à uma deterioração da construção, estas chamadas de manifestações patológicas.

Existem dois indicadores muito utilizados no setor de manutenção para avaliar a disponibilidade e confiabilidade de um equipamento, sendo eles: MTTR ‘mean time to repair’, em português, tempo médio de reparo e MTBF ‘mean time between failures’, tempo médio entre falhas. O MTTR informa se a ação corretiva realizada foi eficiente e o MTBF indica a confiabilidade do sistema. A lógica desses indicadores é diminuir o MTTR para obter uma maior produtividade e disponibilidade dos equipamentos, um MTTR baixo indica que a equipe tem uma resposta rápida aos problemas, o que demonstra alto nível de eficiência [10].

Para combinar esses conceitos no setor de manutenção predial de shopping centers, é fundamental compreender a dinâmica de funcionamento da equipe responsável. O time de manutenção de um shopping é incumbido de preservar a usabilidade e o conforto de toda a edificação, além dos equipamentos do empreendimento. Assim, o setor de manutenção é frequentemente solicitado por outros departamentos para atender às suas necessidades, tornando-o um dos maiores passivos não controlados pelas administradoras e potencialmente expondo-o a interferências de terceiros.

Os trabalhadores do shopping são orientados a comunicar qualquer anomalia identificada ao setor responsável para garantir o tratamento adequado. Dessa maneira, a Figura 1 do anexo A deste trabalho apresenta um fluxograma de passagem de informação sobre um passivo encontrado no *mall*¹.

Além desse problema, existem outros passivos que contribuem para a redução do tempo de correção das demandas emergenciais, tais como: falta de localização precisa do problema, ausência de especificação de material, tempo de

deslocamento do funcionário até o local para checagem, a ida ao almoxarifado, retorno para resolução do problema e o tempo de aprovação e busca do material pelo almoxarife.

2.2 Tecnologia BIM

BIM é a sigla para ‘*Building Information Modeling*’, ou Modelagem da Informação da Construção em português, e representa uma inovação na indústria da construção que tem como objetivo gerenciar as informações de um projeto digitalmente durante todo o seu ciclo de vida. BIM é um método que utiliza representações digitais para conciliar processos e facilitar a troca e interoperabilidade da informação em todas as etapas da vida do produto [10].

Nesse contexto, modelos computacionais contendo geometria precisa e dados essenciais são utilizados para dar suporte às atividades de construção, fabricação e contratação, pelas quais uma edificação é construída, operada e mantida [11]. A implementação do BIM é fundamental para melhorar a gestão de instalações e para facilitar futuras modificações que o empreendimento possa necessitar. Assim, gestores de empreendimentos se beneficiam da adoção da tecnologia BIM ao longo do ciclo de vida do edifício, especialmente no que tange ao potencial de desempenho do edifício e à facilitação da operação e manutenção.

No Brasil, algumas universidades começaram a incorporar o ensino do BIM em seus cursos de Arquitetura e Engenharia Civil entre 2006 e 2011 [12]. Entretanto, essa incorporação ainda está em uma fase inicial e intermediária. Existe uma discrepância entre a adoção do BIM por construtoras e escritórios de projeto brasileiros e sua adoção no ensino de engenharia civil e arquitetura [13]. Isso revela uma demanda significativa por profissionais qualificados para desenvolver projetos em BIM, mas a oferta de especialistas ainda é insuficiente para atender essa demanda.

2.3 7D BIM

¹ Mall – é a abreviação de “shopping center” em inglês. Entretanto, esse termo é utilizado pelos profissionais que trabalham no local referindo-se ao interior da edificação, ou seja, os corredores.

Ao utilizar a metodologia BIM, é essencial entender que existem várias dimensões da metodologia além das três dimensões espaciais tradicionais. Cada dimensão adicional no BIM representa um aspecto específico da construção, como tempo (4D), custo (5D), sustentabilidade (6D), a gestão de operação e manutenção (7D). Este modelo n-dimensional amplia o BIM 3D ao integrar múltiplos aspectos das informações de projeto necessárias em cada fase do ciclo de vida de uma instalação predial [14]. O modelo n-dimensões fornece um conjunto abrangente de dados que podem ser facilmente consultados por diversas equipes do projeto, facilitando a melhoria contínua do trabalho ao longo de todo o ciclo de vida do empreendimento.

Em particular, a sétima dimensão, conhecida como gestão de operação e manutenção, foca especificamente na fase de uso e manutenção de uma edificação. Essa dimensão envolve o uso de tecnologias e ferramentas BIM para gerenciar informações essenciais para a operação eficiente da edificação, como equipamentos, planos de manutenção e materiais [6]. Ela proporciona uma visão detalhada das etapas de operação e manutenção, desde a conclusão da construção até a gestão contínua da edificação ao longo do tempo.

O uso da tecnologia 7D-BIM pode resultar em uma substituição mais rápida e fácil de peças, desta maneira cumprindo e otimizando uma gestão racionalizada do ciclo de vida de ativos ao longo do tempo [4]. Além disso, em situações que envolvem a intervenção de entidades públicas, como unidades de emergência, a tecnologia 7D-BIM pode fornecer informações cruciais sobre o local, aumentando a precisão e a eficiência da resposta dos profissionais [5].

Entre as vantagens do uso da sétima dimensão do BIM, destacam-se a melhor colaboração entre as equipes multidisciplinares, permitindo uma comunicação mais eficaz e a redução de erros e retrabalhos. Além disso, a adoção dessa tecnologia permite a simulação de diversos

cenários de operação e manutenção, favorecendo a análise antecipada de desempenho e auxiliando na identificação de possíveis problemas na edificação [15]. Isso contribui para evitar interrupções não planejadas e minimizar custos e reparos emergenciais.

Por outro lado, a implementação da tecnologia 7D-BIM também apresenta desafios. Empreendimentos não padronizados ou muito antigos, com diversas modificações, podem encontrar dificuldades na coleta e organização dos dados necessários. Além disso, a implementação da tecnologia 7D-BIM pode exigir grandes investimentos em tecnologia e treinamento, o que pode ser um obstáculo para algumas empresas. Apesar desses desafios, a adoção da sétima dimensão do BIM justifica-se pelo seu potencial de trazer benefícios a longo prazo, resultando em projetos mais eficientes e bem geridos.

Diversos programas e aplicativos disponíveis atualmente podem ser utilizados para facilitar a aplicação da sétima dimensão do BIM em um projeto. Por exemplo, existe um aplicativo online chamado 'usBIM.facility', que pode ser utilizado em dispositivos móveis e é integrado com a tecnologia 7D-BIM. O 'usBIM.facility' é um aplicativo para gerenciar a manutenção predial e integrar de forma avançada todas as atividades de gestão de instalações no processo BIM [16].

Por fim, vale destacar que, ao correlacionar a sétima dimensão com o indicador de MTTR, a adoção da tecnologia 7D-BIM pode aumentar significativamente a eficiência da equipe de manutenção do empreendimento. Esse uso melhora a comunicação entre as diferentes equipes envolvidas no projeto, resultando em operações mais eficientes e coordenadas [5].

3. Metodologia

A metodologia deste estudo contém uma estratégia de revisão da literatura sobre a aplicação da dimensão 7D do BIM para a manutenção predial em shopping centers,

bem como uma pesquisa-ação com responsáveis do setor de manutenção dos shopping centers da cidade do Rio de Janeiro. A fase de revisão da literatura foi realizada de abril em 2023, utilizando a ferramenta de pesquisa ‘*Google Scholar*’. Neste estágio, foi selecionado publicações brasileiras relativas ao tema, empregando um conjunto de palavras-chaves específicas para realizar a busca. Essa maneira técnica visa compreender a presença de debate similar a este artigo à nível nacional, para isso foram filtrados artigos com os seguintes grupos de palavras-chaves:

- 1º grupo: “shopping center”, “manutenção predial” e “BIM”;
- 2º grupo: “7D/BIM”;
- 3º grupo: “7D/BIM” e “manutenção predial”;
- 4º grupo: “7D/BIM”, “manutenção predial” e “shopping center”.

A pesquisa-ação foi realizada com 10 responsáveis das equipes de operações dos shopping centers mais populares da cidade do Rio de Janeiro, no mês de março de 2023. Para desenvolvimento desse estudo foi aplicado um questionário via ‘*Google Forms*’ com 10 perguntas:

1. Qual é o seu nome?
2. Qual é a sua profissão?
3. Você possui quantos anos de experiência no setor de manutenção predial de shopping center?
4. Você já trabalhou em quantos shopping centers?
5. Qual é a dimensão do shopping ao qual você trabalha atualmente?
6. Em sua experiência, qual é o maior passivo do setor de manutenção predial do shopping center?
 - a) Alta quantidade de demandas emergenciais.
 - b) Ausência de especificação de materiais de fácil acesso.

- c) Baixo número de funcionários.
- d) Desperdício de tempo do funcionário em trajeto (localizar o problema e buscar material).
- e) Outros:
 7. Com relação a pergunta acima, você pode atribuir notas de 1 (baixo impacto) a 5 (alto impacto) ao nível de relevância do passivo no setor de manutenção predial?
 8. Você conhece a tecnologia BIM? Se sim, compreende o que é a sétima dimensão?
 9. Atualmente há algum software que supre as necessidades/demandas para o planejamento da manutenção predial em seu empreendimento?
 10. Você acredita que se houvesse um aplicativo que o setor de qualidade pudesse utilizar para alertar um problema encontrado no *mall*, e que essa alerta já fosse automaticamente disparada para a equipe de manutenção com as especificações do material e do local, o tempo de ação de reparo diminuiria?

4. Resultados e Discussões

Dessa maneira, foram encontradas as seguintes quantidades para cada grupo de pesquisa, conforme pode ser visto na Tabela 1:

Tabela 1 – Resultados da pesquisa de revisão bibliográfica

Grupo	Qtd.
1	1
2	33
3	2
4	0

Fonte: Autores

De base nesses dados, foi realizado uma análise mais detalhada de cada artigo para determinar se de fato aborda o tema proposto, ou se apenas possui essas palavras na composição de seu estudo sem explorá-las ou correlacioná-las à pesquisa conduzida neste artigo. Além disso, foi verificado se os artigos

estão enquadrados no grupo de pesquisa apropriado, como demonstrado detalhadamente na tabela 2 do Anexo B deste trabalho. Após essa avaliação, foi obtido as seguintes quantidades para cada grupo de pesquisa, conforme evidenciado na Tabela 3:

Tabela 3 – Resultados da pesquisa de revisão bibliográfica - verificado

Grupo	Qtd.
1	0
2	11
3	7
4	0

Fonte: Autora

O grupo 4 engloba as palavras chaves deste artigo, enquanto o grupo 1 apresenta o maior número de palavras-chaves correlacionadas ao desenvolvimento deste estudo. Diante desses dados, torna-se evidente a inexistência de uma discussão abrangente sobre a adoção da tecnologia 7D/BIM na manutenção predial de shopping centers no Brasil.

Com relação a pesquisa-ação foram separadas as respostas de cada pergunta em gráficos para melhor compreensão. Entretanto, as respostas da pergunta 1 são confidenciais, enquanto as individuais de cada entrevistado podem ser vistas na tabela 4 no Anexo C desse trabalho.

As cinco primeiras perguntas da pesquisa possuíam como objetivo conhecer o entrevistado, incluindo sua profissão e sua experiência no ramo de manutenção predial de shopping center. A entrevista englobou 4 arquitetos e 6 engenheiros, com experiência no setor variando de 1 a 24 anos. Além disso, eles já atuaram em diferentes shoppings, variando de 1 a 10, e atualmente, 5 trabalham em shoppings de porte ‘mega’, 3 no porte ‘regional’ e 2 no porte ‘pequeno’.

As últimas cinco perguntas abordam os pontos de vista dos entrevistados com relação ao tema desse artigo, como manutenção predial do shopping center e tecnologia BIM, conforme pode ser visto nas figuras abaixo:

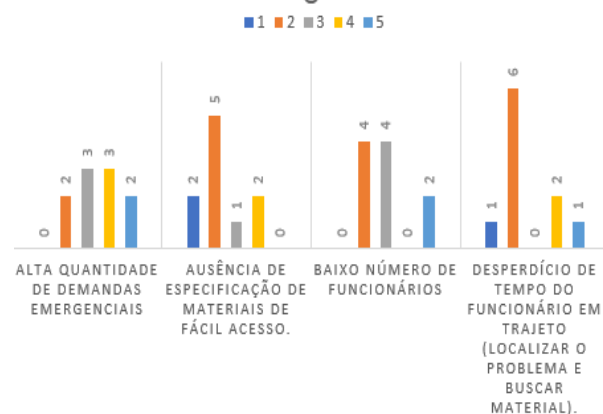
Apenas dois entrevistados optaram pela opção ‘Outros’ fornecendo como resposta “Se o shopping for ‘Greenfield’, a especificação de materiais importados, dificulta muito a manutenção corretiva, pós garantia de obra. Principalmente material de acabamento.”, essa resposta pode se encaixar na opção de ‘Ausência de especificação de materiais de fácil acesso’ e a outra resposta foi “Falta de informação ou localização correta.”, também podendo se enquadrar em ‘Ausência de especificação de materiais de fácil acesso’.

Figura 2 – Respostas da pergunta 6



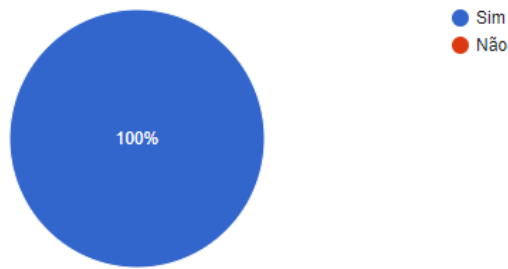
Fonte: Autora

Figura 3 – Respostas da pergunta 7



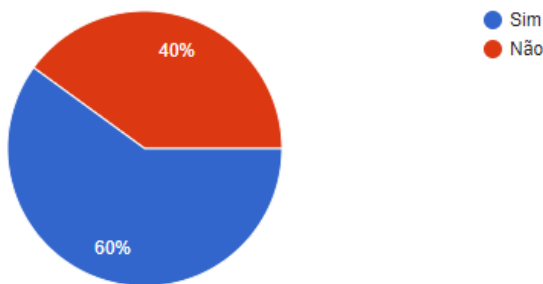
Fonte: Autora

Figura 4 – Respostas da pergunta 8



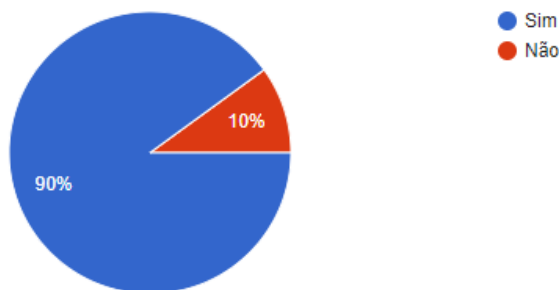
Fonte: Autora

Figura 5 – Respostas da pergunta 9



Fonte: Autora

Figura 6 – Respostas da pergunta 10



Fonte: Autora

Diante dos dados apresentados, pode-se verificar que a maioria dos entrevistados concordam que a alta quantidade de demandas emergenciais é o maior passivo do setor de manutenção predial de um shopping center, além disso 9 de 10 entrevistados acreditam que se houvesse um aplicativo que o setor de qualidade pudesse utilizar para alertar um problema encontrado no *mall* e que essa alerta fosse automaticamente disparada para a equipe de manutenção com as especificações do material e do local, o tempo de ação de reparo (MTTR) diminuiria.

5. Considerações Finais

Diante das análises e discussões apresentadas neste artigo, torna-se evidente a importância da manutenção predial em

shopping centers para garantir a segurança, o conforto e o bem-estar dos frequentadores. A ausência ou a má execução da manutenção pode resultar em incidentes graves, como os ocorridos em São Luís/MA e Osasco/SP no início de 2023, evidenciando a urgência de aprimorar os processos de gestão e manutenção.

A introdução da tecnologia BIM, especialmente a sua sétima dimensão, surge como uma solução promissora para otimizar a operação e manutenção de empreendimentos. A capacidade de integrar informações e facilitar a colaboração entre equipes multidisciplinares promete uma gestão mais eficiente, reduzindo erros e retrabalhos. Além disso, a sétima dimensão oferece a análise de dados em tempo real, permitindo uma tomada de decisão mais ágil e eficaz.

A pesquisa-ação realizada com profissionais da área de manutenção de shopping centers do Rio de Janeiro corroborou a importância da tecnologia 7D-BIM. A maioria dos entrevistados identificou a alta quantidade de demandas emergenciais como o principal desafio do setor. A proposta de um aplicativo integrado à sétima dimensão do BIM como o 'usBIM.facility' agilizará a comunicação e reparo de problemas emergenciais, indicando um potencial significativo para reduzir o tempo de ação de reparo (MTTR). Com a adoção desse software ou outra ferramenta computacional similar, a transmissão de informações sobre um problema para a equipe de manutenção seria substancialmente reduzida, conforme evidenciado na Figura 7 do anexo D deste trabalho.

Em vista disso, a adoção da tecnologia 7D-BIM no gerenciamento da manutenção predial em shopping centers se mostra como uma estratégia promissora e necessária. Embora exija investimentos iniciais em treinamento e infraestrutura, os benefícios a longo prazo em termos de eficiência operacional, qualidade dos serviços prestados e segurança dos frequentadores superam amplamente os custos envolvidos. O potencial da tecnologia BIM, especialmente

sua sétima dimensão, em facilitar a colaboração entre equipes, agilizar a detecção e correção de problemas, e proporcionar uma visão holística do empreendimento, coloca como um recurso valioso para os gestores e profissionais de shopping centers e seus frequentadores.

6. Referências

- [1] GIACOMONI, R; OLIVEIRA, A. *Parafusos que sustentavam vigas de laje de shopping Osasco não suportaram peso e levaram a desabamento, apontado laudo*. G1, São Paulo, 2023. Disponível em: <https://g1.globo.com/sp/sao-paulo/noticia/2023/04/25/parafusos-que-sustentavam-vigas-de-laje-de-shopping-em-osasco-nao-suportaram-peso-e-levaram-a-desabamento-apontado-laudos.ghtml>. Acesso em: 27 abr. 2023.
- [2] CARDOSO, R. *Shopping Rio Anil fazia manutenção no teto durante exibição de filmes, afirma Corpo de Bombeiros*. G1, São Paulo, 2023. Disponível em: <https://g1.globo.com/ma/maranhao/noticia/2023/03/08/shopping-rio-anil-fazia-manutencao-no-teto-durante-exibicao-de-filmes-afirma-corpo-de-bombeiros.ghtml>. Acesso em: 27 abr. 2023.
- [3] ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. *NBR 5462:1994: Confiabilidade e mantenedibilidade*.
- [4] MORSI, D.; ISMAEEL, W.; EHAB, A.; OTHMAN, A. *BIM-based life cycle assessment for different structural system scenarios of a residential building*. Egito: Ain Shams Engineering Journal, 2022.
- [5] MEHEDI, M.T.; SCHOCHCHO, A.H. *Exploring Facility Management (7D) with BIM Considering Quality and Performance Assessment Models*. 2ª Conferência Internacional de Engenharia Energética, Civil e Agrícola, 2021.
- [6] HOSEINI.A.; ZHANG, T.; NWADIGO, O.; HOSEINI.A.; NAISMITH.N.; TOOKEY, J.; RAAHEMIFAR.K. *Application of nD BIM Integrated Knowledge-based Building Management System (BIM-IKBMS) for inspecting post-construction energy efficiency*. Reino Unido: Renewable and Sustainable Energy Reviews, 2016.
- [7] PMI. Project Management Institute. *Um guiado conhecimento em gerenciamento de projetos. Guia PMBOK*. 6 ed. Newton Square: 2017.
- [8] GOMIDE, T.L.F. *A manutenção das obras de construção civil deve ser obrigatória e periódica?* Instituto de Engenharia, São Paulo, 2018. Disponível em: <https://www.institutodeengenharia.org.br/site/2018/04/16/a-manutencao-das-obras-de-construcao-civil-deve-ser-obrigatoria-e-periodica/> Acesso em: 04 set. 2024.
- [9] HELENE, P.R.L. *Manual de reparo, proteção e reforço de estruturas de concreto*. São Paulo: Red Rehabilitar, 2003.
- [10] KARDEC, A; NASCIF, J. *Manutenção: função estratégica*. 3 ed. Rio de Janeiro: Qualitymark, Petrobrás, 2009.
- [11] RUSCHEL, R.C. *TO BIM OR NOT TO BIM? São Paulo: III Encontro da Associação Nacional de Pesquisa e Pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo*, 2014.
- [12] EASTMAN, C.; TEICHOLZ, P.; SACKS, R.; LISTON, K. *BIM Handbook: A guide to Building Information Modeling for owners, managers, designers, engineers and contractors*. New Jersey: John Wiley&Sons, 2008.
- [13] RUSCHEL, R. C.; ANDRADE, M. L. V. X.; MORAIS, M. *O ensino do BIM no Brasil: onde estamos?* Porto Alegre: Ambiente Construído, 2013.
- [14] CHAREF, R.; ALAKA, H.; EMMITT, S. *Beyond the third dimension of BIM: A systematic review of literature and assessment of professional views*. Reino

Unido: Journal of Building Engineering, 2018.

[15] CARVALHO, J.R. *Vantagens do sistema BIM nos ambientes de projeto e gestão da construção civil*. São Paulo: Universidade de Taubaté, 2019.

[16] ACCA SOFTWARE. *Manage assets and maintenance plans in a BIM-integrated way*. Acca Software, Itália. Disponível em:

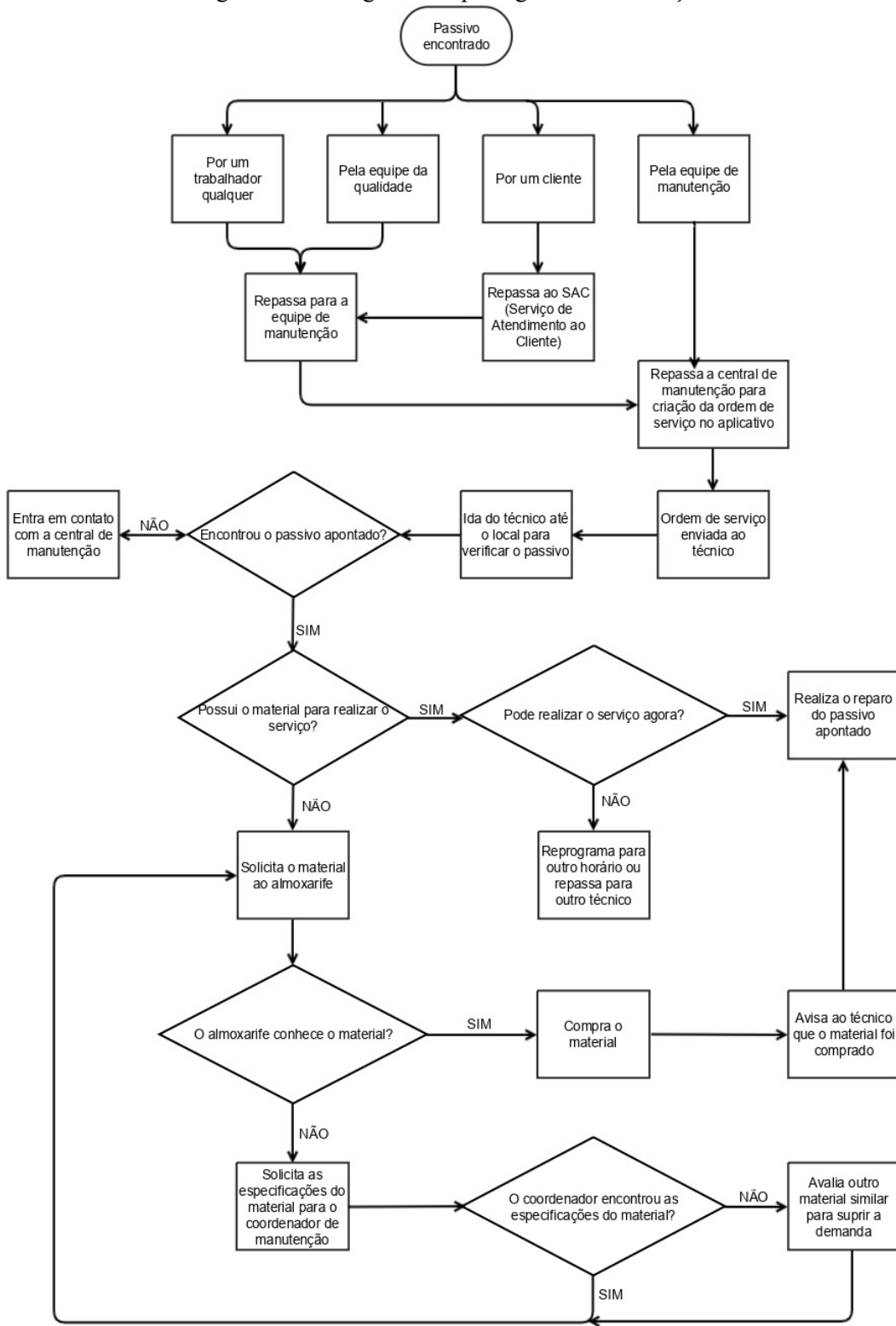
https://www.accasoftware.com/en/bim-facility-management?_gl=1*d3jtl5*_ga*MTQwNTU0MTc4MS4xNjY1ODYxNTcx*_ga_K4Y50QD36K*MTY4Mjk4OTI1MC4xLjEuMTY4Mjk4OTg2OC4wLjAuMA..

Acesso em: 15 abr. 2023.

7. Anexos e Apêndices

ANEXO A

Figura 1 – Fluxograma da passagem de informação



Fonte: Autora

ANEXO B

Tabela 2 – Análise dos artigos

Grupo	Título	Status	Justificativa	OBS
1	Análise crítica do modelo de medição de desempenho da área de facilities management de uma organização do setor sucroenergético	Reprovado	O estudo não utiliza a tecnologia BIM na gestão da manutenção predial em shopping centers	
2	A metodologia BIM – Building Information Modeling na gestão da manutenção das infraestruturas do Campus 2 do Instituto Politécnico de Leiria	Aprovado	O autor discorre acerca da tecnologia 7D/BIM e sua aplicação na gestão de manutenção	Esse artigo se enquadra melhor no grupo 3, haja vista que o autor discorre da aplicação da tecnologia 7D BIM diretamente na gestão de manutenção predial.
2	Vantagens do sistema BIM nos ambientes de projeto e gestão da construção civil	Aprovado	O autor discorre acerca da tecnologia 7D/BIM e sua aplicação na gestão de manutenção	Esse artigo se enquadra melhor no grupo 3, haja vista que o autor discorre da aplicação da tecnologia 7D BIM diretamente na gestão de manutenção predial.
2	Análise da tecnologia BIM no contexto da indústria da construção	Aprovado	A autora discorre brevemente acerca da tecnologia 7D/BIM	
2	Elaboração de Projeto residencial e compatibilização utilização software com plataforma BIM	Aprovado	O autor discorre brevemente acerca da tecnologia 7D/BIM	
2	ANÁLISE DO PLANEJAMENTO E COMPATIBILIZAÇÃO DE PROJETOS UTILIZANDO A PLATAFORMA BIM	Aprovado	Os autores discorrem brevemente acerca da tecnologia 7D/BIM	
2	UTILIZAÇÃO DA TECNOLOGIA BIM NA PREVENÇÃO DE INFILTRAÇÕES	Aprovado	As autoras discorrem acerca da adoção da tecnologia 7D/BIM para prevenção de patologias em um empreendimento	Esse artigo se enquadra melhor no grupo 3, haja vista que a autora discorre da aplicação da tecnologia 7D BIM diretamente na gestão de manutenção predial.
2	USO DA PLATAFORMA BIM: Uso da plataforma BIM: Otimização dos projetos Hidrossanitários e correlacionados	Reprovado	O autor discorre extremamente superficialmente acerca da tecnologia 7D/BIM	
2	Do início do ciclo à vida do edifício à gestão de informação: BIM -	Reprovado	O estudo foi realizado e publicado em Portugal, dessa forma não faz parte	

	metodologia e estudo de um caso		da discussão nível Brasil	
2	OTIMIZAÇÃO NO CONTROLE DE CUSTOS EM OBRAS ATRAVÉS DO SISTEMA BIM	Aprovado	O autor discorre brevemente acerca da tecnologia 7D/BIM	
2	Compatibilização de projetos: análise da plataforma BIM no município de Tubarão	Aprovado	O autor discorre brevemente acerca da tecnologia 7D/BIM	
2	Elaboração do orçamento de uma residência unifamiliar utilizando a metodologia bim para a extração dos quantitativos	Aprovado	O autor discorre brevemente acerca da tecnologia 7D/BIM	
2	Análise da aplicabilidade do sistema BIM para projetos de estruturas metálicas	Reprovado	A autora discorre extremamente superficialmente acerca da tecnologia 7D/BIM	
2	Aplicação da metodologia BIM na gestão de edifícios - caso de estudo de edifício multifamiliar e comercial de Pato Branco	Aprovado	O autor discorre acerca da tecnologia 7D/BIM e sua aplicação na gestão de manutenção	Esse artigo se enquadra melhor no grupo 3, haja vista que o autor discorre da aplicação da tecnologia 7D BIM diretamente na gestão de manutenção predial.
2	Orçamento de obras públicas auxiliado por tecnologia BIM	Reprovado	O autor discorre extremamente superficialmente acerca da tecnologia 7D/BIM	
2	Ações orientadas para gestão de processos de projeto para a implantação do BIM na DINFRA da Universidade Federal do Cariri	Reprovado	Esse artigo também foi encontrado no filtro do grupo 3, sendo considerado sua aplicação no grupo 3.	
2	Manutenção predial utilizando a metodologia BIM com ênfase na vida útil dos componentes construtivos	Reprovado	Esse artigo também foi encontrado no filtro do grupo 3, sendo considerado sua aplicação no grupo 3.	
2	Engenharia sequencial, engenharia simultânea e implantação da tecnologia BIM em empresas da área de construção civil	Reprovado	O autor discorre extremamente superficialmente acerca da tecnologia 7D/BIM	
2	Utilização da tecnologia bim no desenvolvimento das fases de operação e manutenção das edificações	Aprovado	A autora discorre acerca da tecnologia 7D/BIM e sua aplicação na gestão de manutenção	Esse artigo se enquadra melhor no grupo 3, haja vista que o autor discorre da aplicação da tecnologia 7D BIM

diretamente na gestão de manutenção predial.

2	Modelação BIM de edifícios existentes. Aplicação ao edifício CITMA do Campus da Penteada da Uma	Reprovado	O estudo foi realizado e publicado em Portugal, dessa forma não faz parte da discussão nível Brasil
2	Modelação BIM de redes prediais de drenagem adaptada ao processo de licenciamento de edifícios	Reprovado	O estudo foi realizado e publicado em Portugal, dessa forma não faz parte da discussão nível Brasil
2	Elaboração e compatibilização de projeto arquitetónico e estrutural de habitação social utilizando os programas Revit e TQS	Reprovado	A autora discorre extremamente superficialmente acerca da tecnologia 7D/BIM
2	Modelação em BIM de armaduras de betão armado de um edifício: análise da sua contribuição para processos de medição e orçamentação mais eficientes	Reprovado	O estudo foi realizado e publicado em Portugal, dessa forma não faz parte da discussão nível Brasil
2	A DIGITALIZAÇÃO DE ESTRUTURAS E PROCESSOS NAS INFRAESTRUTURAS DE TRANSPORTE	Reprovado	O estudo foi realizado e publicado em Portugal, dessa forma não faz parte da discussão nível Brasil
2	Avaliação do uso de Building Information Modeling (BIM) na implantação de pátio ferroviário	Aprovado	O autor discorre brevemente acerca da tecnologia 7D/BIM
2	CONTRIBUIÇÕES DO BUILDING INFORMATION MODELING(BIM) PARA OBRAS PÚBLICAS: UM ESTUDO DE CASO PARA A UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO(UFOP) DA SUBESTAÇÃO DE ENERGIA	Aprovado	O autor discorre brevemente acerca da tecnologia 7D/BIM
2	Implementação da metodologia BIM no desenvolvimento de projetos de estruturas	Reprovado	O estudo foi realizado e publicado em Portugal, dessa forma não faz parte da discussão nível Brasil
	Estudo da implementação da metodologia BIM na	Aprovado	A autora discorre acerca da tecnologia 7D/BIM e sua

2	coordenação de projetos de uma construtora		aplicação na gestão de manutenção
2	Uso do Building Information Modeling (BIM) no desenvolvimento do projeto hidrossanitário de uma unidade residencial unifamiliar	Reprovado	O autor discorre extremamente superficialmente acerca da tecnologia 7D/BIM
2	Adaptação do programa PAC-Pórticos ao EC2 e sua integração com o conceito BIM	Reprovado	O estudo foi realizado e publicado em Portugal, dessa forma não faz parte da discussão nível Brasil
2	Adaptação do Programa Pac-pórticos ao EC2 e Sua Integração Com o Conceito BIM	Reprovado	O estudo foi realizado e publicado em Portugal, dessa forma não faz parte da discussão nível Brasil
2	Estudo da viabilidade de aplicação do BIM no projeto de aeronaves para competição de aerodesign – SAE Brasil	Aprovado	O autor discorre brevemente acerca da tecnologia 7D/BIM
2	GESTÃO DE OBRAS PÚBLICAS: O PAPEL DOS ADITIVOS CONTRATUAIS EM OBRAS EXECUTADAS PELA COGIC	Aprovado	O autor discorre brevemente acerca da tecnologia 7D/BIM
3	Manutenção predial utilizando a metodologia BIM com ênfase na vida útil dos componentes construtivos	Aprovado	A autora prevê a utilização da tecnologia BIM, inclusive da sétima dimensão, para auxiliar na gestão de manutenção.
3	Ações orientadas para gestão de processos de projeto para a implantação do BIM na DINFRA da Universidade Federal do Cariri	Aprovado	O autor propõe a adoção da tecnologia BIM, inclusive da sétima dimensão, para auxiliar na gestão de manutenção.

Fonte: Autora

ANEXO C

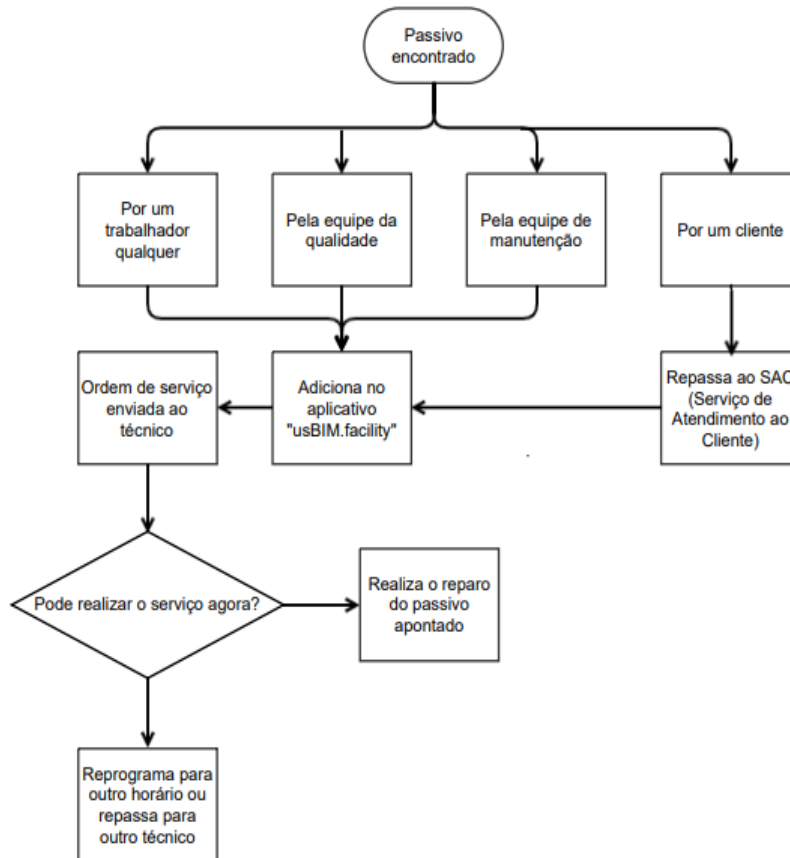
Tabela 4 – Respostas individuais dos entrevistados

Entrevistado	Qual é a sua profissão?	Você possui quantos anos de experiência no setor de manutenção predial de shopping center?	Você já trabalhou em quantos shopping centers?	Qual é a dimensão do shopping ao qual você trabalha atualmente?	Classificação de acordo com a Abrasce
1	Engenheiro	22 anos	4	Médio, acima de 270 lojas	Regional
2	Arquiteta	02 anos	3	40mil m² de ABL	Regional
3	Arquiteta	17 anos	1	77677m² de ABL	Mega
4	Arquiteta	08 anos	4	Pequeno	Pequeno
5	Arquiteta	07 anos	4	Médio	Pequeno
6	Engenheiro	05 anos	2	42mil m² de ABL	Regional
7	Engenheiro	03 anos	2	112mil m² de ABL	Mega
8	Engenheiro	24 anos	10	100mil m²	Mega
9	Engenheira	01 ano	1	Grande Porte	Mega
10	Engenheira	09 anos	3	115mil m²	Mega

Fonte: Autora

ANEXO D

Figura 7 – Fluxograma da passagem de informação com a adoção da tecnologia 7D/BIM



Fonte: Autora



Plano de Projeto para o ‘Roadmap da Qualidade’ de uma Organização de Manutenção de Motores Aeronáuticos

Project Plan for the ‘Quality Roadmap’ of an Aircraft Engine Maintenance Organization

OLIVEIRA, Pedro Henrique Kneitz de¹; ANTUNES, Reynaldo Galvão²,
kneitz@poli.ufrj.br; reynaldo.antunes@poli.ufrj.br²

¹Engenheiro Mecânico e Pós-graduando em Gestão e Gerenciamento de Projetos, NPPG Universidade Federal do Rio de Janeiro.

²Doutorando Programa de Engenharia Ambiental, Universidade Federal do Rio de Janeiro.

Informações do Artigo

Palavras-chave:
 Gerenciamento da
 Qualidade
 Roadmap
 Motores aeronáuticos

Keywords:
 Quality Management
 Roadmap
 Aeronautical engines

Resumo:

Dado o atual cenário global, cercado de incertezas, instabilidades e marcado pela grande competitividade entre as empresas do ramo aeronáutico, sobretudo neste período de retomada econômica e operativa pós-pandemia, é de fundamental importância que as empresas atuantes neste ramo adotem estratégias e medidas que garantam a qualidade dos seus produtos e serviços, de forma a destacarem-se e permanecerem competitivas no mercado. Esta proposta de plano de projeto engloba as disciplinas de Escopo, de Direcionamento Estratégico e de Qualidade; e visa apresentar a metodologia adotada no desenvolvimento de um plano de roteiro ou “Roadmap” futuro para a garantia e melhoria contínua dos resultados envolvendo a qualidade dos produtos e serviços entregues por uma organização de manutenção de motores de helicópteros. Este artigo busca apresentar boas práticas, métodos e ferramentas capazes de estabelecer um modelo para o desenvolvimento do projeto de diagnóstico e tomada de decisão no âmbito da Qualidade que seja aplicável a empresas atuantes no ramo de manutenção aeronáutica através da elaboração do projeto de Roteiro ou “Roadmap da Qualidade”.

Abstract:

Current global scenario, surrounded by uncertainties, instabilities and marked by high competitiveness between companies in aeronautical sector, moreover during the period of economic and operational recovery post-pandemics, it is substantially important that companies from this sector adopt strategies and actions to assure the quality of their products and services in order to stand out and keep competitive in the market. This project-planning proposal involves the subjects of Scope, Strategic Direction and Quality. Its goal is to present the methodology adopted to develop a plan of future roadmap to assure continuous improvement of the results regarding quality of products and services delivered by a helicopter engines maintenance organization. This article aims to present good practices, methods and tools capable of establishing a model for the development of diagnosis and decision making project, regarding Quality which may be applicable to companies on aeronautical maintenance sector through the project Quality Roadmap.

1. Introdução e objetivos

Este trabalho tem como objetivo principal a apresentação de um modelo de projeto para a elaboração do 'Roadmap' anual (ou roteiro) estratégico para o setor de Qualidade de uma Organização de Manutenção (OM) de motores de helicópteros de tipo turbina a gás.

Segundo Galvin [1], um "roadmap" é uma visão ampliada para o futuro em um campo selecionado de pesquisa composto por conhecimento coletivo e imaginação dos principais agentes de mudança no campo em questão. Roadmap podem incluir declarações de teorias e tendências, formulação de modelos, identificação de vínculos e descontinuidades de conhecimento, além da interpretação de experimentos. "Roadmaps" podem incluir a identificação de instrumentos necessários para solucionar problemas.

O 'Roadmap' anual da Qualidade entrega saídas que impactam substancialmente no nível de satisfação dos clientes da empresa, na redução de custos associados à não qualidade, na melhoria contínua dos processos e serviços executados pela organização assim como na mitigação de riscos de acidentes e eventos ligados à segurança de voo, direcionando os serviços e produtos entregues ao cliente ao nível de excelência.

O 'Roadmap' da Qualidade é um projeto que utiliza como base o ciclo de melhoria contínua PDCA (*Plan, Do, Check, Act*) para diagnosticar os resultados da empresa ao longo do ano. Tem o objetivo de desenvolver ações que possam contribuir com o aumento da maturidade e robustez na matéria de Qualidade em processos, serviços e produtos da organização.

A construção do 'Roadmap' é feita a partir da coleta de informações, análise e tratamento de dados relativos à Qualidade que servem de subsídios para definir as diretrizes estratégicas. Estas diretrizes devem ser aprimoradas para a obtenção de um resultado de redução da não qualidade exportada para os clientes e melhoria dos processos internos da empresa.

Após analisar os resultados dos dados, e, definir as diretrizes que serão trabalhadas, o projeto do 'Roadmap' define grupos multidisciplinares que irão analisar as causas raízes dos principais problemas ocorridos no ano anterior. Em conjunto, o grupo deve elaborar um plano de ações corretivas e preventivas para mitigar o risco de novas ocorrências de não qualidade em produtos e serviços entregues pela companhia.

Finalmente, o plano de ações é adicionado ao plano de competitividade da organização, e, seu acompanhamento é feito através de 'GEMBA Walks' da alta direção a cada três meses. Todas as ações devem ser fechadas até o último dia do ano.

2. Fundamentação teórica

O projeto do Roadmap da Qualidade se baseia em dois principais métodos de melhoria contínua e solução de problemas: o ciclo PDCA e o GEMBA Walk. Além disso, foi utilizada a ferramenta matriz SWOT para alinhar o projeto com o direcionamento estratégico da companhia.

2.1 Ciclo PDCA

O Ciclo PDCA é uma metodologia que tem como função básica o auxílio no diagnóstico, análise e prognóstico de problemas organizacionais, sendo extremamente útil para a solução de problemas. Poucos instrumentos se mostram tão efetivos para a busca do aperfeiçoamento quanto este método de melhoria contínua, tendo em vista que ele conduz a ações sistemáticas que agilizam a obtenção de melhores resultados com a finalidade de garantir a sobrevivência e o crescimento das organizações [2].

2.2 GEMBA Walk

GEMBA Walk é uma técnica utilizada para observar como o trabalho está sendo feito através de observações *in loco*, interagindo com as pessoas que realizam o trabalho em um determinado produto [3]. Através das observações e informações coletadas no GEMBA Walk, é possível detectar os desvios,

as dificuldades dos colaboradores e fontes de perda de eficiência ou de não qualidade. Essas informações permitem que a liderança dê o suporte necessário à equipe de projeto.

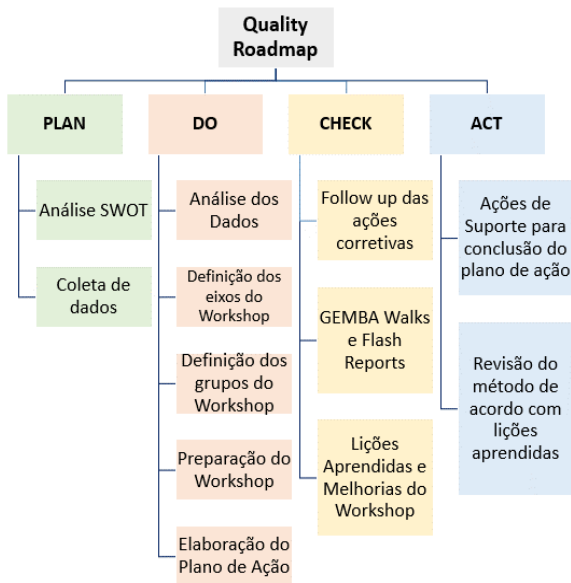
2.3 Matriz SWOT

Sarsby [4] define SWOT como estratégia uma de análise estratégica composta por quatro eixos: Forças (*Strengths*), Fraquezas (*Weaknesses*), Oportunidades (*Opportunities*) e Ameaças (*Threats*). Ainda segundo o autor, a matriz SWOT possui vantagens como o fácil entendimento através de um diagrama simples, sua aplicabilidade em diversos níveis da organização e ter seu conteúdo facilmente transmitido às partes interessadas. Como desvantagens, podemos citar o caráter subjetivo da análise e generalizações das percepções.

3. Estruturação do Projeto

A estrutura analítica do projeto (EAP) apresentada na figura 1 abaixo, para o *Roadmap* da Qualidade engloba os seguintes aspectos:

Figura 1 – Estrutura Analítica de Projeto com base no ciclo PDCA



Fonte: O autor

3.1 Contextualização da empresa

A empresa na qual este trabalho foi realizado e implementado é uma filial de médio porte de um grupo estrangeiro que atua no setor de aviação e localiza-se no estado do Rio de Janeiro há mais de vinte anos.

A organização de manutenção possui cerca de duzentos e cinquenta colaboradores e sua atividade principal é o fornecimento de serviços de manutenção, reparo e revisão de motores aeronáuticos de aeronaves de asas rotativas (helicópteros).

O faturamento anual da empresa é de cerca de cinquenta milhões de reais e ela atende a clientes nacionais e internacionais, prestando serviços aos mercados civil, parapúblico e militar.

3.2 Alinhamento do projeto com o direcionamento estratégico

O plano estratégico da empresa visa aumentar a capacidade produtiva anual, hoje de aproximadamente duzentos motores reparados e revisados para quatrocentos motores até 2027. Além do objetivo de aumento de produção neste período, a empresa deseja reduzir sua não qualidade exportada a zero, ou seja, não receber reclamações de clientes ou pedidos de garantia.

Além disso, a empresa busca expandir seus negócios, conquistando novos clientes e novos negócios a partir de uma boa reputação no mercado, obtida através de bons resultados da qualidade de seus produtos e serviços.

Outra importante diretriz estratégica da empresa envolve a implementação de novas linhas de produção, a construção de uma nova sede, e, o alinhamento com as novas tecnologias e realidades do mundo moderno, como por exemplo o uso da tecnologia para digitalização dos processos e tarefas, redução de emissão de CO2 e a promoção da diversidade de forma justa e igualitária.

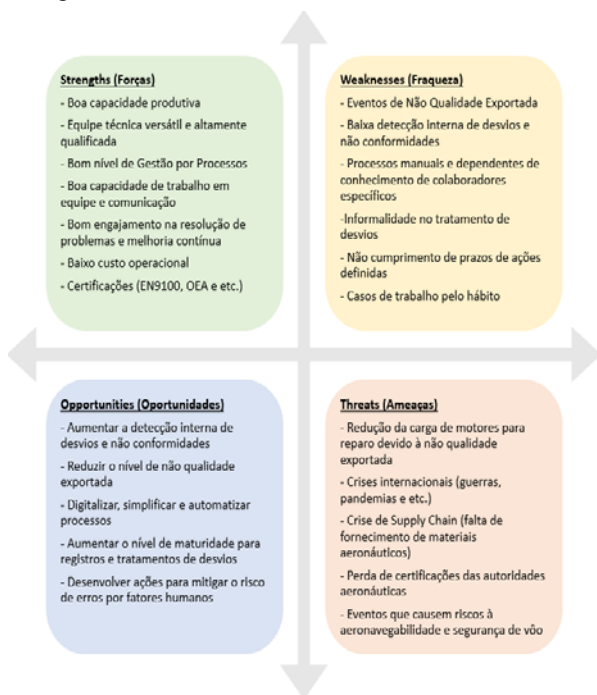
Este projeto se alinha com o direcionamento estratégico da organização através de sua metodologia de melhoria contínua com ações que têm impacto nos resultados de:

- Redução da não qualidade exportada,
- Simplificação e automatização dos processos internos,
- Digitalização e uso de novas tecnologias
- Aumento da satisfação do cliente

3.3 Elaboração da matriz SWOT da Gestão da Qualidade

Como forma de justificar os eixos de trabalho para o projeto de Roadmap da Qualidade, foi realizada uma análise SWOT em nível estratégico, de forma a apresentar, em uma matriz única os principais objetos de forças, fraquezas, ameaças e oportunidades da organização de manutenção, permitindo assim um maior direcionamento das ações e tomadas de decisões. A matriz SWOT é apresentada abaixo, na figura 2:

Figura 2 – Matriz SWOT relacionada à Qualidade.



Fonte: O Autor

As principais ameaças como redução da carga de motores para reparo devido à não qualidade exportada, além das fraquezas de baixa detecção interna, informalidade no tratamento dos desvios e casos de trabalho pelo hábito justificam a realização do projeto *Quality Roadmap*, com o objetivo de melhorar continuamente os processos e atingir um

melhor nível de qualidade nos serviços realizados, tendo como consequência o aumento da satisfação dos clientes internos e externos.

3.4 Identificação das partes interessadas

O projeto do Roadmap da Qualidade envolve todos os setores da empresa como Operações, Qualidade, Supply Chain, Recursos Humanos, Comercial e Financeiro.

Devido ao impacto que o projeto pode causar para a melhoria da qualidade dos produtos, serviços e processos da organização, podemos listar as seguintes partes interessadas no projeto, de acordo com sua respectiva razão de interesse:

3.4.1 Partes interessadas internas:

- **Presidência (CEO):** Aumento da satisfação dos clientes e melhoria dos resultados estratégicos
- **Corpo de diretores:** Melhoria dos resultados operacionais e redução do custo de não qualidade
- **Engenheiros da empresa:** Simplificação de processos e utilização de novas tecnologias para melhorar a forma de trabalhar.
- **Supervisores de operações:** Redução da carga de trabalho com tratamento de não qualidade e aumento da maturidade da equipe.
- **Colaboradores de cada setor:** Redução da carga de trabalho manual e melhoria de processos com o intuito de reduzir perdas, não qualidade e aumentar a motivação para realização de tarefas mais dinâmicas.

3.4.2 Partes interessadas externas:

- **Clientes:** Receber produtos e serviços com melhor qualidade e ter maior disponibilidade de suas aeronaves.
- **Matriz / Corporativo:** Melhoria dos resultados estratégicos relativos à qualidade, redução de custos e aumento da disponibilidade de motores conformes para o POOL.

- **Autoridades e Certificações:** Aumento da maturidade da equipe e atendimento aos requisitos de cada órgão;

3.5 Cronograma do projeto:

O cronograma do projeto teve início no ano de 2022, com a preparação do projeto e planejamento dos marcos e entregas, com o início em dezembro de 2022 e final em dezembro de 2023, totalizando um ano de duração:

01/dez/2022 - Coleta e tratamento dos dados de não qualidade

06/dez/2022 - Elaboração da apresentação dos dados

09/dez/2022 - Análise dos dados e definição dos principais assuntos a serem trabalhados durante o Workshop da Qualidade.

14/dez/2022 - Definição da composição dos grupos de do Workshop e seus respectivos pilotos, de acordo com cada eixo de trabalho

20/dez/2022 - Comunicação com os envolvidos no projeto e convite formal para os participantes do Workshop

05/jan/2023 - Preparação do Workshop, definição de brindes, locais de realização do *brainstorm* para cada grupo, duração, expectativas de entregas e elaboração da agenda.

13/jan/2023 - Preparação do material para discussão - casos de não qualidade interna e exportada a clientes ocorridos no ano de 2022.

18/jan/2023 - Apresentação dos resultados do roadmap da qualidade de 2022 e plano de projeto do roadmap da qualidade de 2023 para o corpo da diretoria e CEO.

31/jan/2023 - Realização do Workshop da Qualidade com apresentação do plano de ação para a diretoria da empresa.

10/fev/2023 - Registro do plano de ações corretivas no plano estratégico de competitividade da empresa

10/mai/2023 - Realização do primeiro GEMBA Walk da diretoria para acompanhamento do plano de ação

31/mai/2023 - Elaboração e divulgação do *flash report* informando sobre o andamento das ações definidas passados 25% do prazo de conclusão do projeto.

27/jun/2023 - Elaboração e divulgação do segundo *flash report*, marco apresentado na metade do projeto, com informações sobre o andamento das ações definidas a 50% do fim do prazo estabelecido para a conclusão das ações

29/ago/2023 - Realização do segundo GEMBA Walk da diretoria para acompanhamento do plano de ação

12/set/2023 - Realização da análise de eficácia das ações implementadas.

30/set/2023 - Elaboração e divulgação do terceiro *flash report* informando sobre o andamento das ações definidas passados 75% do prazo de conclusão do projeto.

22/dez/2023 - Elaboração e divulgação do quarto e último *flash report*, marco apresentado ao fim do projeto, com informações sobre o andamento das ações definidas ao atingimento do prazo (100%) estabelecido para conclusão do projeto.

29/dez/2023 - Encerramento do projeto, com uma apresentação dos resultados atingidos e principais ganhos.

4. Elaboração do Roadmap da Qualidade

Figura 3 – Ciclo PDCA aplicado ao projeto.



O Roadmap da Qualidade foi elaborado com base na metodologia do ciclo PDCA, e, foi estruturado da seguinte maneira:

4.1 Aplicação da metodologia PDCA

Na fase de planejamento (PLAN), foram definidas as diretrizes, informações e dados que devem ser coletados de fontes internas e externas de não qualidade.

Ainda nesta fase, foi realizada a coleta e análise dos dados, a partir de cada fonte de não qualidade, a serem descritas mais detalhadamente no item 4.3. Também escolhidos casos para discussão durante o *Workshop*, também preparado nesta fase.

Na fase (DO), serão formados os grupos de trabalho para cada eixo, e, durante uma manhã inteira, os principais casos de não qualidade são discutidos e planos de ação são elaborados pelas equipes durante o *Workshop* da Qualidade

Como fase de verificação (CHECK) todas as ações definidas durante o exercício, são adicionadas ao plano de competitividade, onde recebem atenção e acompanhamento especial pelos membros da diretoria da organização através de *GEMBA Walks* trimestrais.

Finalmente, com base nas lições aprendidas e oportunidades de melhoria observadas durante as verificações, ocorre a fase de atuação (ACT) para otimizar os resultados e adaptar as ações definidas a qualquer mudança.

A figura 1, abaixo, ilustra como o ciclo PDCA foi implementado para o projeto:

4.2 Fase PLAN (Fontes de Não Qualidade)

Para a realização deste trabalho, foram utilizados dados coletados de diversas fontes de não qualidade, que podem se classificar em dois grupos, a Não Qualidade Exportada e a Não Qualidade Interna:

4.2.1 Não Qualidade Exportada:

A não qualidade exportada pode ser definida como todo produto, serviço ou processo que esteja não conforme a um padrão

de qualidade definido, e, que tenha sido entregue a um cliente externo à organização. No caso em estudo, estes clientes externos são outras empresas filiais do grupo, clientes intermediários parceiros e clientes operadores de aeronaves.

A medição absoluta da não qualidade exportada em um determinado período está associada a uma manifestação efetiva da insatisfação do cliente, uma vez que, para tal, são incluídos na métrica três principais fontes:

- Pedidos de garantias de clientes:

Todos os pedidos de garantia de peças defeituosas, não conformes ou de peças geradas por serviços realizados detectadas antes ou nas primeiras horas de operação do motor na aeronave.

- Não conformidades intragrupo:

São eventos de não qualidade envolvendo motores ou serviços entregues para outras organizações do mesmo grupo empresarial. Estes eventos, apesar de não atingirem o cliente operador, geram custos e retrabalho, portanto, devem ser analisados e tratados.

- Reclamações de clientes operadores:

Reclamações formais de clientes abertas para a organização, com exigência de uma investigação da causa raiz e com uma proposta de ações corretiva, a ser validada pelo cliente. As reclamações de clientes têm um impacto considerável na imagem da companhia assim como em seus resultados de qualidade.

4.2.2 Não Qualidade Interna:

A não qualidade interna se define como a reunião de todos os eventos de não qualidade registrados em diversas fontes de detecção de não qualidade e ferramentas de tratamento de problemas.

A metodologia utilizada para a solução de problemas QRQC, ou *Quick Response Quality Control (Resposta Rápida para Controle da Qualidade)* se baseia em técnicas da qualidade tradicionais como 5W2H, PDCA, 6M e análise de causa raiz através de cinco por quês (5 WHY's).

Segundo Martins e Gonzalez [5]

“O QRQC promove ações de melhoria e correção dos processos no momento da identificação da oportunidade ou do desvio, abordando os seguintes fatores: objeto de melhoria, problema identificado, causa do problema, ação a ser tomada para correção, responsável pela ação de melhoria e prazo para conclusão”.

- **Tópicos QRQC da linha produtiva:** são linhas preenchidas em um quadro em papel com gestão à vista, disponível nas áreas produtivas, pelos próprios operadores e técnicos do setor. São tópicos de tratamento mais simples solucionados com ações rápidas e imediatas (*Quick Response*).
- **Tópicos QRQC administrativos:** são linhas preenchidas eletronicamente, em sistema de informática próprio ou planilhas, pelos próprios colaboradores do setor. De forma análoga ao QRQC da linha produtiva, apenas ações rápidas e imediatas são implementadas.
- **Tópicos QRQC com FRP / 8D's:** são tópicos de não qualidade para os quais foi conduzida análise de causas raízes através da metodologia 8D, Ishikawa e 5 Por quês. Caracterizam-se por problemas mais complexos e com um maior potencial de impacto na não qualidade, requerendo-se uma análise mais profunda.
- **Findings de Quality Wall:** são desvios detectados durante a verificação de documentação de saída de produtos aeronáuticos, operacionalizada através do programa ‘*Quality Wall*’ ou Muro da Qualidade, no qual um auditor certificado verifica a conformidade da informação documentada dos artigos aeronáuticos liberados pela organização de manutenção.
- **Findings de auditorias básicas:** são desvios detectados durante auditorias mensais nas áreas produtivas, realizadas pelo líder de cada setor com foco nos básicos da qualidade, como: documentação, qualificação e

treinamento, organização (5S), controle de ferramentas e consumíveis, operação em conformidade com os manuais e conhecimento nos métodos de reportes de desvios e não conformidades.

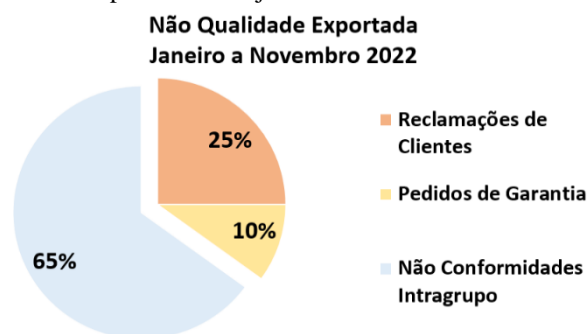
- **Findings de auditorias internas:** trata-se de não conformidades e recomendações identificadas durante auditorias internas, mais profundas do que as básicas, realizadas pelos auditores do setor de Qualidade anualmente em todos diversos processos da organização.
- **Findings de auditorias externas:** são compostas por não conformidades maiores, menores e recomendações identificadas por auditorias anuais realizadas por autoridades aeronáuticas, órgãos certificadores ou agentes externos à organização, como por exemplo, membros do corporativo.

4.3 Fase DO (Tratamento e apresentação dos dados)

Diante das fontes apresentadas no item 4.2, faz-se necessário realizar a coleta dos dados de não qualidade de cada uma das fontes durante o ano de 2022, apresentá-los e analisá-los.

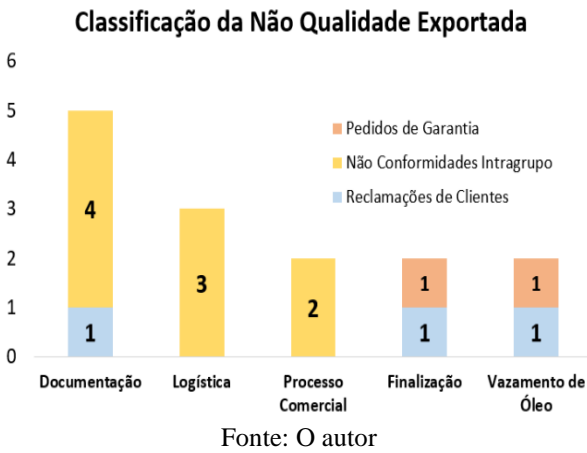
Iniciando-se pela Não Qualidade Exportada, abaixo é apresentada a distribuição dos dados coletados, no período de janeiro de 2022 a novembro de 2022, conforme gráfico 1 abaixo:

Gráfico 1 – Distribuição das fontes de Não Qualidade Exportada entre jan/2022 a nov/2022.



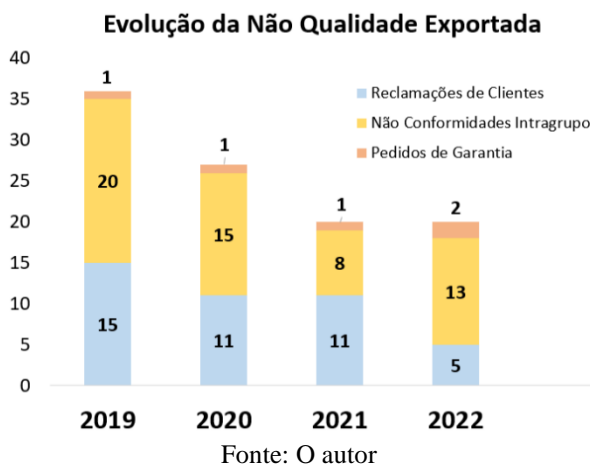
Dentre os principais assuntos da não qualidade exportada envolvendo produtos e serviços de 2022, considerando-se cada uma das três fontes de coleta de dados, pode-se listar como principais (Top 5 – Gráfico 2) temas:

Gráfico 2 – Classificação da Não Qualidade Exportada 2022



A Não Qualidade Exportada pela organização vem sofrendo uma redução gradual de cerca de 44% entre 2019 e 2022, conforme indicado no gráfico 3 abaixo. Entretanto, os resultados ainda são representativos e com alto impacto na satisfação dos clientes e na imagem da organização:

Gráfico 3 – Evolução da Não Qualidade Exportada de 2019 a 2022



A análise da não qualidade exportada durante o ano de 2022 demonstrou que há uma oportunidade de melhoria nos eixos de

documentação técnica, acondicionamento de materiais aeronáuticos e processos comerciais da organização.

Dada a importância e objetivo estratégico da empresa de reduzir a não qualidade exportada, a análise dos dados permitiu a tomada de decisão pela seleção dos tópicos que ocupam as primeiras três posições do gráfico da NQE como eixos a serem discutidos e trabalhados durante o *Workshop da Qualidade*.

A segunda etapa da fase DO é realizar a análise dos dados de não qualidade interna (NQI), através de cada uma de suas cinco fontes.

Como uma visão geral dos resultados, foi desenvolvida uma adaptação do gráfico pirâmide de Bird para a Qualidade, com a Não Qualidade Exportada no topo da pirâmide, de forma análoga aos acidentes na pirâmide de Bird original, utilizada para análise de segurança, meio-ambiente e saúde (SMS).

O objetivo desta analogia é maximizar a base da pirâmide (Detecção Interna), de forma que o topo (Não Qualidade Exportada e Multas) seja o mais estreito possível:

Gráfico 4 – Pirâmide de Bird adaptada à Qualidade

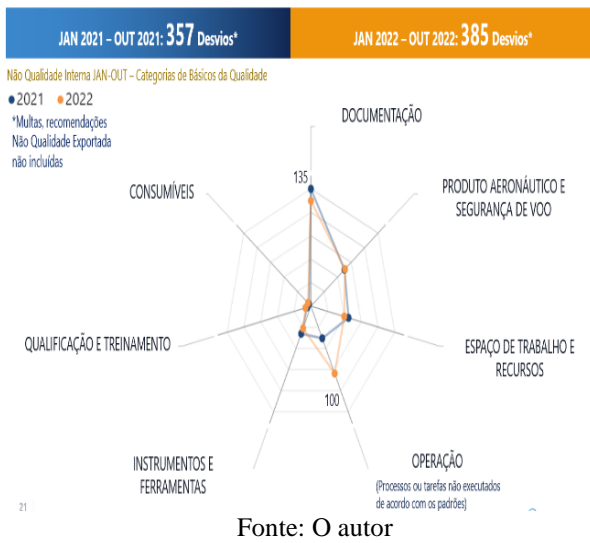


Foi avaliado que durante o período de janeiro a outubro de 2022 houve 18 eventos de não qualidade exportada a clientes além de 04 multas administrativas com valores superiores a R\$ 1.000,00.

No período foram produzidas cerca de quinhentos e quarenta e oito ordens de serviço (artigos aeronáuticos liberados para retorno ao serviço), e, podemos avaliar o resultado de 3,3% como positivo, se considerarmos o objetivo definido pela companhia que considera como aceitável um máximo de 5% das ordens de produção com algum tipo de não qualidade exportada aos clientes.

Com relação aos andares inferiores da pirâmide (Não Qualidade Interna), a análise distribui o reporte e identificação de desvios e não conformidades, através de reportes voluntários, auditorias e verificações da qualidade de documentação técnica da seguinte maneira, ilustrada no gráfico 5, abaixo:

Gráfico 5 – Distribuição dos desvios de qualidade detectados internamente em 2021 e em 2022.



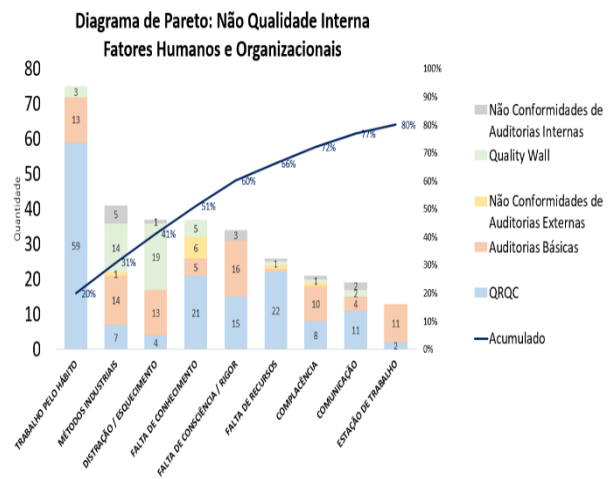
A comparação entre os resultados obtidos nos anos de 2021 e 2022 do gráfico acima, indicam que houve uma estabilização dos resultados de não qualidade nos temas de controle de consumíveis e ferramentas, controle de qualificações e treinamentos técnicos, desvios de recursos e estrutura, desvios relacionados ao produto aeronáutico e segurança de voo.

A análise também conclui que houve uma leve redução (cerca de 5%) de eventos relacionados à não qualidade da documentação técnica e registros de manutenção. Além disso,

foi observado que houve um aumento substancial na detecção de eventos de não qualidade relacionados à operação incorreta, traduzidos pela realização de tarefas e processos em desacordo com os padrões e regras estabelecidos.

Finalmente, foi realizada uma análise estatística dos principais fatores humanos causadores de eventos de não qualidade interna na empresa, o que forneceu o seguinte resultado, ilustrado no diagrama de Pareto (gráfico 6), a seguir:

Gráfico 6 – Fatores Humanos e Organizacionais dos desvios 2022.



Como observado no gráfico acima, com 20% das ocorrências, o trabalho pelo hábito apareceu como o principal fator humano associado à ocorrência de eventos de não qualidade, imediatamente a frente de métodos industriais de trabalho (11%), distração e esquecimento (10%), além de conhecimento técnico insuficiente (10%).

A conclusão desta análise da não qualidade interna da empresa possibilitou o direcionamento e concentração dos esforços na atuação e desenvolvimento de planos de ação com o objetivo de reduzir os desvios e não conformidades, relacionados ao tema de não respeito dos padrões e requisitos dos manuais técnicos e processos definidos.

Desta forma, foi possível identificar e qualificar os principais eventos de não

qualidade detectados pela organização, informações que serviram como entrada para a organização do Workshop da Qualidade, que será apresentado na próxima seção.

4.4 Fase DO (Workshop da Qualidade)

Diante dos resultados apresentados nas análises de dados apresentadas nos parágrafos anteriores, foi possível definir os eixos de Qualidade que serão trabalhados durante o Workshop. A escolha foi feita com base nas análises de Não Qualidade Exportada, Não Qualidade Interna e de fatores humanos associados às causas-raízes. Os eixos definidos para serem discutidos durante o Workshop da Qualidade, bem como as justificativas de suas escolhas podem ser visualizados na tabela 1, abaixo:

Tabela 1 – Eixos e justificativas dos eixos escolhidos

<p>Eixo 1: Fatores Humanos (trabalho pelo hábito)</p> <p>Piloto: Supervisor de Produção</p> <p>Justificativa: Não Qualidade Interna apresentou com maior frequência (76) causas de ocorrências devido ao trabalho pelo hábito</p> <p>Objetivo: Mitigar a influência de fatores humanos sobre os processos</p>
<p>Eixo 2: Processo Comercial</p> <p>Piloto: Representante Comercial</p> <p>Justificativa: Não Qualidade Interna apresentou com maior frequência (28) assuntos ligados ao processo comercial</p> <p>Objetivo: Aumentar a robustez dos processos e procedimentos administrativos</p>
<p>Eixo 3: Qualidade da Documentação</p> <p>Piloto: Supervisor de Produção</p> <p>Justificativa: Não Qualidade Exportada apresentou com maior frequência (05) assuntos ligados a erros de documentação</p> <p>Objetivo: Reduzir a não qualidade da documentação e as reclamações dos clientes</p>
<p>Eixo 4: Processos de Logística</p> <p>Piloto: Supervisor de Logística</p> <p>Justificativa: Não Qualidade Exportada apresentou com segunda maior frequência (03) assuntos ligados a processos logísticos</p>

Objetivo: Reduzir o impacto na cadeia de suprimentos, devido à não conformidades de acondicionamento de itens aeronáuticos

Eixo 5: Qualidade do Futuro

Piloto: Engenheiro da Qualidade

Justificativa: Direcionamento estratégico da organização

Objetivo: Aumentar a eficiência dos processos da Qualidade

Fonte: O autor

Os grupos de trabalho foram estruturados de forma que equipes multidisciplinares pudessem se reunir e discutir os principais eventos de não qualidade ocorridos e definirem juntos as melhores ações para desenvolver soluções e oportunidades de melhoria para os problemas identificados.

Nos grupos dedicados a análise de fatores humanos (1) e documentação (3), liderados por supervisores de produção, foram integrados profissionais e engenheiros técnicos de setores diferentes, que possuem interface para realização do *brainstorm* e proposição de ações corretivas para os problemas identificados.

No grupo dedicado a otimização de processos administrativos, liderado por um representante comercial, foram incluídos integrantes de áreas administrativas com foco nos processos comercial e financeiro que possuem muita interface e foram definidos como principal ponto fraco após as análises de dados de não qualidade.

Já no grupo dedicado a melhoria de processos logísticos, liderado pelo supervisor de logística, foram incluídas equipes de operação logística, compras e engenheiros técnicos.

Finalmente, um último eixo, justificado não pelas análises de dados, mas sim pela análise SWOT foi definido para trabalho. Trata-se do eixo Qualidade do Futuro, liderado por um engenheiro da Qualidade.

Este eixo tem o objetivo de propor soluções tecnológicas e adequar os processos do setor da Qualidade às novas realidades e

tecnologias do mundo contemporâneo, como por exemplo a automatização de procedimentos e coleta de dados, avaliação da possibilidade de utilizar ferramentas de IA para realização de tarefas e implementação de sistemas que mitiguem o risco de erros humanos.

O workshop tem uma duração de cerca de quatro (04) horas e é realizado em uma manhã, com os grupos de trabalho separados, cada grupo em uma sala de reunião, oficina ou escritório, dependendo do tema debatido.

A primeira etapa consiste na apresentação dos principais temas de não qualidade do ano anterior, previamente selecionados pelo setor de Qualidade, bem como o que foi adotado como ação imediata na época, quais foram as causas raízes para ocorrência do problema assim como as ações corretivas para tratá-las.

Em seguida, são discutidas as causas-raízes de cada um desses eventos, com o grupo, utilizando-se a metodologia de brainstorm, com o intuito de identificar novos fatores contribuintes e causas para a ocorrência dos problemas, com base na experiência e visão de cada participante, sob o ponto de vista ponto de sua participação no processo discutido.

Finalmente, após identificar novas fraquezas e oportunidades no processo discutido, a equipe de trabalho define ações que possam trazer em um curto prazo ganhos rápidos (*quick wins*).

Elaboração do plano de ação:

O workshop deve ter como entrega um plano de ação elaborado por cada um dos grupos de trabalho, de acordo com cada tema objeto de discussão. Portanto, como resultado, foram definidas as principais ações para cada um dos eixos trabalhados:

Eixo “Fatores Humanos – Não conformidades devido ao trabalho pelo hábito”:

- Acesso às versões digitais e interativas dos manuais técnicos

- Formação e nomeação de um especialista técnico para as áreas de produção que ainda não possuem.
- Criar uma identificação visual para evitar interrupções de tarefas sensíveis
- Desenvolvimento de check técnico para qualificar novos operadores
- Criar uma gestão visual simples para ferramentas e instrumentos.

Eixo “Não conformidades em processos administrativos com foco no processo comercial”:

- Desenvolver alertas e bloqueios nos sistemas de informática para evitar o input de informações incorretas
- Desenvolver uma matriz de competências e um programa de formação para os representantes comerciais

Eixo 3 “Não conformidades de documentação de liberação”:

- Desenvolvimento de guia de fotos para os produtos acabados.
- Parametrização do sistema de verificação das informações em documentos de liberação dos produtos, de forma a avaliar informações digitadas manualmente
- Reorganização e mudança de layout do setor de liberação

Eixo 4 “Não conformidades em processos logísticos”:

- Desenvolver um programa de treinamentos em Qualidade para a equipe logística
- Desenvolver uma matriz de qualificação para os operadores dos setores logísticos
- Realizar novos processos de embalagem dos produtos no recebimento, caso cheguem não conformes.

Eixo 5 “Qualidade do futuro”:

- Implementar um novo sistema digital para as auditorias internas

- Treinar os auditores internos neste novo sistema
- Desenvolver uma ferramenta de reporte de desvios de qualidade através de um aplicativo móvel
- Capacitar membros da equipe como tutores no método de solução de problemas.

4.3 Fase CHECK

Durante a fase CHECK, é realizado um acompanhamento da implementação das ações assim como verificações de eficácia das ações corretivas.

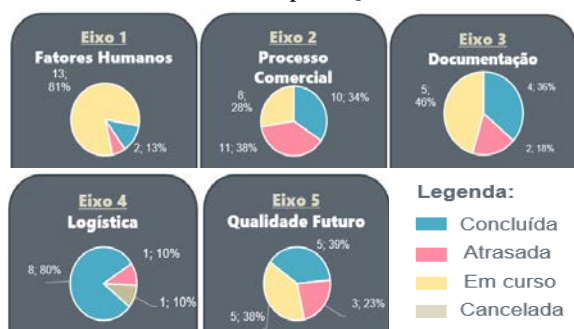
O objetivo desta fase do ciclo PDCA é, confirmar que todas as ações propostas foram realmente implementadas, e, avaliar se as mesmas foram eficazes para atingir os objetivos estratégicos da organização e de redução da não qualidade exportada e interna.

Como indicador de monitoramento do avanço do projeto, foi definido o percentual de ações concluídas no período, tendo como objetivos: 50% das ações concluídas até julho de 2023 e 100% das ações concluídas até dezembro de 2023.

Foi verificado que até o mês de julho de 2023, cerca de 48% das ações definidas durante o *Workshop* foram concluídas, o que está ligeiramente abaixo do objetivo definido para o período (50% das ações concluídas até julho de 2023).

A distribuição do andamento das ações para cada eixo foi analisada de acordo com os gráficos abaixo, ilustrados na figura 4:

Figura 4 – Indicadores de monitoramento dos eixos de trabalho do Roadmap da Qualidade 2022.



Fonte: O autor

Tal resultado evidenciou que o eixo mais avançado foi o de número 4 – processos logísticos. A análise também corrobora a necessidade de atuar no eixo de número 2 – processo comercial, uma vez que 38% das ações estão em atraso, impactando o resultado global do projeto.

Uma análise de eficácia também é realizada, e possui o objetivo de avaliar se a ação implementada realmente resolve os problemas de não qualidade identificados e evitam novas ocorrências de problemas similares.

Esta análise também alimentará o registro das lições aprendidas, que, dentro da filosofia de melhoria contínua, possibilitará uma melhor execução do projeto e direcionamento das ações corretivas no ano seguinte.

4.4 Fase ACT

A fase ACT do projeto consiste na atuação dos *sponsors* do projeto na implementação das ações, fornecendo o suporte os recursos necessários para a conclusão das ações definidas no projeto.

As lições aprendidas durante a realização do projeto também são avaliadas nesta fase e ações são definidas para agir sobre os pontos fracos identificados ao longo de todo o processo de elaboração, controle e integração do projeto, de forma que tais fraquezas sejam tratadas para o próximo ano.

6. Conclusão e Resultados

O plano de projeto do *Roadmap* da Qualidade proposto neste artigo provou-se robusto e eficaz. A metodologia de coleta e análise de dados de não qualidade interna e exportada mostrou-se como um ponto forte para alimentar e auxiliar na tomada das decisões e direcionamento dos planos de ação.

O Roadmap da Qualidade proposto provou seu valor após ter sido escolhido como *benchmarking* e exemplo de boa prática para ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 9100 [6]: outras empresas do

grupo, além de o método ter contribuído decisivamente para a redução da não qualidade exportada pela empresa.

Além disso, quando apresentado em auditorias externas, o projeto e seus resultados costumam figurar entre as forças e boas práticas dos relatórios das auditorias, fato ocorrido na auditoria de 2023 da norma ABNT ISO EN9100, realizada pelo *Bureau Veritas* e também na auditoria corporativa de controles internos.

Como oportunidades de melhoria observadas, pode-se observar que o método de realização do *workshop* pode ser aprimorado, além das ações corretivas propostas, que, muito longas, não trouxeram os resultados esperados em um curto prazo.

O acompanhamento das ações corretivas também se mostrou muito espaçado, o que dificultou uma rápida implementação das ações corretivas assim como reduziu o engajamento e *accountabilty* dos pilotos dos eixos de trabalho, sendo necessário que a Qualidade e a Diretoria atuassem diretamente para que as ações fossem concluídas.

Outra possibilidade é adotar métodos ágeis para realizar o acompanhamento das ações, com a implementação das ações em até doze (12) semanas, com acompanhamento semanal ou quinzenal das ações definidas.

Finalmente, é possível concluir através deste artigo que, de uma maneira geral, a metodologia proposta é eficaz e o projeto está alinhado com os objetivos estratégicos da organização, fato evidenciado pelo benefício entregue de redução de não qualidade

exportada, aumento da detecção interna de desvios e não conformidades além do aumento da maturidade e engajamento dos participantes do projeto nos assuntos de Qualidade.

8. Referências Bibliográficas

- [1] GALVIN, Robert. *Science Roadmaps*. Science, vol. 280, no. 5365, 8 May 1998.
- [2] QUINQUIOLO, J. M. *Avaliação da Eficácia de um Sistema de Gerenciamento para Melhorias Implantado na Área de Carroceria de uma Linha de Produção Automotiva*. Universidade de Taubaté, 2002.
- [3] DALTON, J. *Great Big Agile*. Waterford MI, USA 2019.
- [4] SARSBY, Alan *SWOT Analysis – A guide to SWOT for business studies students*
- [5] MARTINS, M. Fernando; GONZALES, R. V. Dominguez. *Melhoria contínua e aprendizagem organizacional: múltiplos casos em empresas do setor automobilístico*. Revista Gestão e Produção, Universidade Federal de São Carlos, 2011.
- [6] EN 9100:2018 - *Quality Management Systems. Requirements for Aviation, Space and Defense Organization*.
- [7] ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. *NBR 10520: informação e documentação: citações em documentos: apresentação*. Rio de Janeiro, 2002.



Aplicabilidade de *Fast Tracking* em Gestão de Projetos

Applicability of Fast Tracking in Project Management

DA CRUZ, Tawan¹; BRITO, Maurini²

tawan.gomes13@gmail.com¹; maurini.brito@poli.ufrj.br²

¹Engenheiro Mecânico, Pós-graduando em Gestão e Gerenciamento de Projetos, NPPG/POLI - UFRJ.

²Engenheiro Naval, M.Sc, Doutorando em Engenharia Ambiental, Universidade Federal do Rio de Janeiro - UFRJ.

Informações do Artigo

Palavras-chave:

Gestão de Projetos

Fast Tracking

Viabilidade

Keywords:

Project Management

Fast Tracking

Feasibility

Resumo:

Em ambientes corporativos cada dia mais competitivos, onde a agilidade na entrega dos projetos se faz primordial, o fast tracking, também citado em algumas bibliografias como overlapping, é uma prática usualmente aplicada por gestores de projetos na atualidade em projetos multidisciplinares onde há necessidade de sobreposição ou paralelismo na execução das atividades, a fim dos entregáveis de diversos perímetros se convergirem no momento final de cada marco e/ou fase do projeto. Uma análise crítica na fase de viabilidade com a definição das diretrizes, escopo, linha de base dos estudos com as premissas e restrições em questão, nível de qualidade requerida, peculiaridade/tipo do projeto, cronograma, recursos e riscos contribuirão para os gestores de projetos definirem se um determinado projeto será aplicável ou não a abordagem de fast tracking em gerenciamento de seus projetos. Os benefícios potenciais quando aplicado adequadamente esta técnica, sendo o principal deles, o cronograma com a redução considerável dos prazos dos projetos, também será abortado, de modo a criticar e ao mesmo tempo orientar os profissionais da área, de maneira direta e sucinta as boas práticas para aplicação de fast tracking em gestão de projetos.

Abstract

In increasingly competitive corporate environments where agility in project delivery the fast tracking it does paramount, also mentioned in some bibliographies as overlapping, is a practice usually applied by project managers nowadays in multidisciplinary projects where there is a need for overlap or parallelism in the execution of activities, so that deliverables from different perimeters converge at the final moment of each milestone and/or phase of the project. A critical analysis in the feasibility phase with the definition of guidelines, scope, baseline of studies with the premises and restrictions in question, level of quality required, peculiarity/type of the project, schedule, resources and risks will contribute to project managers define whether or not a given project will be applicable to the fast-tracking approach in managing their projects. The potential benefits when properly applied this technique, the main one being the schedule with a considerable reduction in project deadlines, will also be aborted, in order to criticize and at the same time guide professionals at the area, with a direct and succinct way the good practices for applying fast tracking in project management.

1. Introdução a Fase Inicial do Projeto com aplicação de *Fast Tracking*

Todo projeto surge a partir da origem de uma necessidade, onde uma ou várias partes interessadas idealizam um projeto através de considerações iniciais do conceito e do potencial do projeto. Nessa fase embrionária, é importante identificar e angariar o apoio do maior número de partes interessadas, principalmente, os quem iriam patrocinar e ser beneficiado pelo projeto.

Se as reações forem favoráveis, provavelmente, se seguirá com o estudo de viabilidade e, caso o estudo retorne com uma resposta positiva, elabora-se um importante documento, o Termo de Abertura de Projeto - TAP. Muito dos projetos tem esse documento com informações imprecisas, geralmente, superestimadas de modo a causar impacto, persuadir, "vender" o conceito e atrair apoio de todos, em especial do(s) patrocinador(es).

E seguindo as áreas de conhecimento do *Project Management Body of Knowledge* - PMBOK, que historicamente os projetos com as melhores e mais eficazes práticas de gestão e gerenciamento de projetos tem se destacado. Abaixo, de maneira sucinta comentaremos sobre algumas delas, mas lembrando que o sétimo tópico que daremos maior ênfase, devido ao enfoque na aplicação de *fast tracking* em gestão de projetos exatamente, na fase inicial do projeto.

1.1 Proposta Inicial

A proposta inicial tem alguns objetivos, são eles: introduzir o conceito, com o qual ambiente está inserido o projeto, necessidades estratégicas e propostas de solução, identificar os potenciais interessados e suas reações, obter apoio transmitindo clareza do propósito do projeto, com seus custos e ganhos esperados desde o início do projeto e estabelecer uma base para avaliação da viabilidade. Evitando detalhes desnecessários da mecânica de planejamento e implantação, na tomada de decisão a alta gestão das corporações almejam concentrar em questões fundamentais e diretas, como citadas anteriormente, custo x benefícios.

1.2 Requisitos Iniciais

Esses requisitos devem ser capturados desde a idealização do projeto, podem sofrer alteração, eles são moldados de acordo com as expectativas, necessidades e exigências apresentadas pelas partes interessadas. São fundamentais para traçar uma métrica de desempenho e funcionalidade dos entregáveis de um projeto. Temos quatro fatores primordiais para o melhor entendimento de quem está recebendo um descritivo técnico de um projeto, são eles: claros, evitando frases complexas, que gerem dúvidas e/ou duplo sentido, ser conciso e simples; relevantes, se for uma necessidade real, qual será a consequência de sua não realização. Se não houver problemas, então existe grande chance de não ser importante; mensuráveis, como será medido, é interessante evitar critérios subjetivos e difíceis de avaliar racionalmente; alcançáveis, respeitando as restrições do projeto, sejam elas legais ou arbitrárias devem ser tecnicamente, economicamente e viáveis, e nunca tender para solicitações que vão contra a ética e legislações vigentes onde o projeto será executado.

1.3 Especificações

Especificações estão ligadas com o que pode ser feito tecnicamente e com a solução do problema proposto (universo de solução). É diferente de requisitos, que estão relacionados com os desejos das partes interessada e que de alguma maneira, contribui na descrição do problema que precisa ser resolvido (universo de problemas). As especificações são originadas no desdobramento dos requisitos, até porque a solução técnica só será desenvolvida de acordo com as necessidades especificadas pelo cliente. O importante é que as partes interessadas não fiquem com falsas expectativas com relação aos entregáveis do projeto, portanto, negociar e realinhar os requisitos e especificações se faz necessário em um projeto, de modo a evitar frustrações.

1.4 Objetivo

Os objetivos devem ser de forma clara e específica, pois ele definirá a estrutura e metas que o projeto vai trazer para a

organização e de como direcionará seus esforços, ele deve ser em cinco palavras: temporal, onde ser requer um prazo para início (viabilidade), meio (integração e execução) e fim (medição dos resultados). Devem ser estimados de maneira razoável, nada precisa apenas uma visão macro da cronologia do projeto; mensurável, capaz de medir e ser comparado ao final do projeto, devem ser evitados critérios subjetivos; específico, especificações claras e que contribui na comunicação de todas as áreas, sejam operacionais, técnicas ou gerenciais; alcançável, propor algo que seja factível, sendo fiel e realista com as necessidades do projeto e por último; relevante, traçar objetivos que estejam alinhados com a estratégia vigente da corporação, evitando desperdício de energia e tempo de todos.

1.5 Premissas e Restrições

As premissas são fatores incertos, já as restrições são fatores que um projeto deve, obrigatoriamente, respeitar e não há incerteza aliada. Ambas as palavras são facilmente confundidas na área de projetos.

Quando se planeja um projeto, esbarra-se em determinadas necessidades ou fatores que são incertos e é necessário tomar uma decisão: se essa incerteza será assumida como verdade e o planejamento continuará sendo desenvolvido nessa base incerta, ou se ela será eliminada. Caso a primeira opção seja a escolhida, foi decidido assumir uma premissa de planejamento. (p. 93) [1]

Quando há incerteza com relação ao que é assumido para o projeto, no mínimo que se espera é que cada premissa assumida, um risco deva ser gerenciado. As premissas estão sensivelmente ligadas a fatores externos, que não conseguimos ter o controle na íntegra.

As restrições são limitadores de um projeto, tem como função restringir as possibilidades de solução e desenvolvimento de um projeto, muitas delas estão ligadas a normas e legislação ao qual devemos respeitar, mas também limitações operacionais, técnicas, cláusulas contratuais e requisitos obrigatórios.

1.6 Visão do Fornecedor

Com intuito de ganhar tempo além do domínio técnico de consultores, empresas de gestão e engenharia para levantamentos técnicos, muitas corporações subcontratam parceiros para suporte desde a fase de viabilidade, uma prática comum que também, tende a reduzir os riscos iniciais de um projeto. Escassez de recursos humano da própria corporação se faz necessário a subcontratação, e de alguma maneira ter ônus por indenização de lucro cessante, e o prazo de entrega/operação para o cliente é muita das vezes inegociável, por estar ligado diretamente ao *pay-back* do projeto.

1.7 Estudo de Viabilidade

Projeto que se preze pela boa prática de gestão de projetos, costuma-se exigir um estudo de viabilidade. Essa é a fase onde a equipe de projeto tem os primeiros contatos com a idealização do que esta sendo proposto para o projeto, não é que profissionais da área de projetos atuem antes dessa fase, pois existem projetos complexos onde é comum requerer o apoio de profissionais especializados para, por exemplo, auxiliar no levantamento de algumas informações técnicas e na elaboração do termo de abertura do projeto, algumas corporações tratam esse tipo de tarefa como, uma espécie de assistência técnica, onde esses recursos de anteprojeto são debitados em uma conta *Operational Expenditure* - OPEX, bem como toda a fase de estudo de viabilidade de um determinado projeto, por não ser considerado ainda um investimento.

O estudo de viabilidade é um dos passos mais importantes para o sucesso no desenvolvimento do projeto e com muita frequência é negligenciado ou inadequadamente realizado. (p. 89) [2]

Durante a fase de viabilidade os estudos buscarão modos de alcançar os objetivos, investigarão a exequibilidade, métodos e estratégias que serão aplicadas na intenção de antecipar os prováveis resultados, riscos e consequências de cada curso de ação. Um estudo bem gerenciado se mostrará como um bom investimento e propiciará de alicerce

conciso para as decisões, esclarecimento de objetivos, planejamento lógico, os riscos tendem a se tornarem mínimos, eficaz economicamente, com a qualidade necessária podendo assim se dizer um projeto de sucesso já em sua fase inicial. É primordial definir a tipo de abordagem que o projeto seguirá se preditiva, incremental, interativo ou ágil/adaptativo.

1.7.1 Aplicabilidade de *Fast Tracking*

Para melhor entendimento, se fez necessário uma sequência introdutória para chegarmos ao objeto de interesse desse artigo, a aplicação de análise para identificar se um determinado projeto é passível de método *fast tracking* ou não. E as razões que norteiam alguns projetos a aplicar, o porquê e qual seria o ganho para uma corporação quando incorporado em seu portfólio de projetos.

Os ganhos são consideráveis, o ciclo de vida do projeto com aplicação de *fast tracking* é sempre menor, em detrimento da redução do tempo de um dos marcos do projeto e consequentemente, os investimentos serão reduzidos, o retorno financeiro maximizado com a entrega e operação de forma antecipada para o cliente, mas requerem cuidados devido à sintonia que se deve existir durante a execução das tarefas em paralelo que normalmente são realizadas em sequência, muita perícia e bastante análise antes de tomar como verdade esse método para seu projeto. É sobre isso que vamos explicar mais detalhadamente na segunda seção desse artigo.

1.8 Estimativa de Tempo e Custos

Geralmente, quase todo projeto envolve equipe de profissional multidisciplinar, com um bom conhecimento de sua área e/ou tema do projeto, com isso é possível avaliar de forma sistêmica todo o trabalho a ser realizado numa visão macro, com estimativas de custos que podem variar na ordem de 30 até 50% algo aceitável para uma fase de viabilidade consolidada. Vale ressaltar que, critérios básicos de avaliação são importantes, como valor hora/homem de cada especialidade, região onde será executado o projeto, nível de dificuldade e se envolverá

infraestrutura e equipamentos auxiliares durante a fase de execução, condições climáticas, se as atividades deverão ser ininterruptas, ou seja, 24h por dia e se determinada atividade poderá ser executada em paralelo ou dependente, tempo processual na liberação de alvarás, licenças e outros trâmites legais para enfim estimarem-se todas as fases e/ou marcos do projeto. Afinal, um projeto pode não ser mais viável dependendo do custo, tempo e com recálculo de *pay-back*, são questões importantes tanto para o início do planejamento quanto para o cancelamento do projeto.

1.9 Riscos Iniciais

Todos os projetos existem riscos, em seus diversos níveis de severidade e probabilidade, ou seja, que são propensos a acontecer. Gerenciar os riscos é um processo contínuo, e que todo gestor de projetos conviverá até o seu encerramento. Riscos não poderão ser eliminados e sim, identificado, classificado, mitigado os efeitos caso o ocorra, desenvolver possíveis soluções para o tratamento do risco, gerenciar e monitorar os impactos residuais dessa ação. Em alguns casos adota-se custos de contingência para absorver impactos de determinados riscos, aplicável em situações mais complexas, onde compromete toda uma cadeia e planejamento dos projetos, onde determinados entregáveis não poderá falhar, onde os prazos de suprimentos são elevados, como de itens importados, repetitividade do processo com risco de falha por estresse e dentre outros, adotam-se a chamada reserva de contingência.

Todo patrocinador, financiador e proprietário de um projeto deseja avaliar a possibilidade de ameaça ao resultado desejado, saber das consequências do risco potencial e certificar-se de sua capacidade de ser gerenciado e, portanto, certificar-se da viabilidade do projeto, ANEXO A.

A sistêmica trivial para isso se assimila ao conhecido ciclo de planejar, fazer, checar e agir que em inglês é *Plan-Do-Check-Act* - PDCA, onde após identificação, classificação, análise, monitoramento e controle, caso necessário a adoção do plano de ação.

1.10 Equipe Envolvida

As partes envolvidas, também conhecidas como *stakeholders* de um projeto, são partes interessadas e que serão de alguma forma beneficiadas pelo êxito do projeto, como: patrocinadores, equipe de projeto, gerente de projeto, governo, órgãos regulamentadores, investidores, consultores, fornecedores, usuários, clientes internos, externos e outros que de alguma forma fazem parte e/ou contribuem para as atividades de um projeto. Mesmo com envolvimento de todos acima, a avaliação de risco em projetos de desenvolvimento e estratégicos é problemático já, projetos de implantação apresentam menos riscos, assunto melhor abordado na segunda seção desse artigo, onde diferenciamos os tipos de projeto e aplicabilidade de *fast tracking* durante a fase de viabilidade.

2. Aplicabilidade de *Fast Tracking* em Gestão de Projetos

Em ambientes corporativos cada dia mais competitivo, onde a agilidade na entrega dos projetos se faz primordial, o *fast tracking*, também citado em algumas bibliografias como *overlapping*, é uma prática a sobreposição ou paralelismo na execução das atividades.

A necessidade de acelerar o retorno de um investimento reduzindo o tempo total da execução de um projeto é chamada Fast Tracking. Esta técnica consiste em realizar tarefas paralelamente, levando-se em consideração os riscos do projeto. [4]

A análise de um projeto deve apresentar um quadro equilibrado que incorpore todos os aspectos possíveis de interesse, tais como: escopo, objetivo, premissas, dados existentes, esboço da estratégia, avaliação do ambiente ao qual está inserido o projeto, análise de custos, identificação dos riscos iniciais, quem será a fonte de apoio e influência do projeto, nível de qualidade e tecnologia que será aplicada, cálculo do retorno sobre o investimento, os esforços e recursos aplicados, impacto político quando cabível, principalmente quando envolvem

empreendimentos públicos e governamentais, impacto ambiental, impacto social e pôr fim a estrutura gerencial e administrativa do projeto.

No surgimento de uma idealização do projeto, existem basicamente dois tipos de projetos ao qual essa idéia está inserida, o primeiro um projeto de desenvolvimento, também conhecido como development project, e o segundo um projeto de implantação, chamado de deployment project. (p. 47) [3]

Para projeto de desenvolvimento, em sua maioria apresentam características e conceitos de desenvolvimento de protótipos, algo feito pela primeira vez, uma amostra e/ou modelo de um entregável que poderá ser um produto ou projeto feito para testar, simular um conceito e em seguida avaliar os resultados obtidos. As métricas dessa prototipagem do projeto tratarão resultados positivos e/ou negativos e que alimentarão o relatório de lições aprendidas e que poderão ser utilizados em projetos similares futuros. Podemos afirmar que, projetos que apresentam essa característica não são passíveis de aplicação de *fast tracking*, pois englobam um conjunto de esforços a ser atingido e atividades deverão ser sequenciais, pois é necessário um tempo de estudo, teste, análise e validação de cada sub-tarefa, para conseqüentemente seguir os próximos passos durante toda a fase de viabilidade. Em outras palavras, todo projeto novo, inédito e sem similaridade deverá obrigatoriamente, passar por toda análise recomendada para um estudo completo de viabilidade. Do modo a reduzir os riscos, incertezas, validar o escopo, objetivos e premissas do projeto, consolidar o conceito, trazer confiança ao que está sendo ofertado às partes interessadas, principalmente ao investidor ou patrocinador do projeto. A cerca de cronograma, pode-se dizer que a maioria dos projetos de desenvolvimento, sejam eles complexos ou não, demanda-se aproximadamente 30 a 40% de todo o ciclo de vida de um projeto, parece muito, mas não como citado anteriormente, essa fase requer muito esforço de equipe multidisciplinar para que o alicerce do projeto seja consistente, e não se abale com riscos

maiores não identificados há tempo durante essa fase. As estimativas de custos consomem ser maçante para esse tipo de projeto, uma vez que não se tem boas referências para algo que será inédito, é aceitável a aplicação de 30 até 50% sobre o montante durante o estudo de viabilidade.

Projetos de desenvolvimento são uma incógnita para quem está investindo e para as partes envolvidas. Há inúmeras incertezas que contribuem para essa linha de pensamento, podem dar muito certo ou muito errado. Portanto, um estudo de viabilidade com o máximo de coletas de informações, requisitos, premissas, objetivos, partes interessadas que de alguma forma lhe auxiliará durante todo o projeto se faz necessário, afinal em todo projeto existem influenciadores positivos e negativos, mas ambos com a sua devida importância e não devemos desconsiderá-los como uma boa prática de gestão de projetos. Outro fator importante, que traz segurança o que está sendo proposto de solução é a pesquisa de mercado com a análise de *benchmarking*, muito aplicado em projetos de implantação mas, que também em tese poderá ser utilizado mesmo que de forma parcial, em projetos de desenvolvimento.

A crítica do autor, é justamente a cerca de determinados gestores ou profissionais da área de projetos que se submetem às pressões da alta hierarquia das corporações, na tentativa de "ganhar tempo" muitas das vezes, almejam suprimir ou comprimir a fase de estudo de viabilidade dos projetos, alegando ser similar sendo que em muitas das oportunidades não é a realística do projeto. Com o anseio de atingir os prazos determinados pelo investidor e/ou patrocinador, o que poderá ser catastrófico no ambiente corporativo. É parte do processo de gerenciamento de um experiente gestor de projetos, o gerenciamento de comunicação, onde os conflitos são tratados, um plano de projeto verdadeiro é apresentado, as expectativas e realidade são colocadas na mesa, de maneira clara e direta.

Para projetos de implantação, os esforços na elaboração de um estudo de viabilidade são por sua vez, menos complicados se

comparado aos projetos de desenvolvimento. Por se tratar de soluções normalmente conhecidas, já executadas na corporação ou até mesmo em outros lugares. A linha de base da equipe de projetos é norteada pela similaridade da solução proposta, pela prática comum de *benchmarking* de solução, pela repetitividade de uma solução já entregue em um determinado projeto, o tal projeto de "replicação" esse termo é muito conhecido e foi aportuguesado no ambiente corporativo. Outra adoção comum envolve projetos onde a solução é comercial, como por exemplo, a compra de um equipamento ao qual o fabricante vende a solução completa, o chamado *turn-key*, onde o fornecedor será o responsável pela fabricação de um item já consolidado no mercado, instalação e comissionamento na planta do cliente, devido ao baixo risco, resultado e ganhos já alcançados pode-se suprimir e/ou realizar tarefas em paralelo na fase de viabilidade para esses casos citados acima.

Lembrando que, os riscos sempre irão existir para todo tipo de projeto, e a gestão de riscos nunca deverá ser desconsiderada. Quando a aplicabilidade de *fast tracking* é considerada no projeto, tenha se a convicção que já foi mitigado uma gama de riscos, avaliados, desenvolvido um plano de ação, calculada a probabilidade de ocorrência, o residual após execução do plano de ação e existe um controle e monitoramento para tal. Em alguns casos, o produto do risco pela probabilidade de ocorrer caso ainda seja elevado e oferecer um residual alto, é aconselhável a aplicação de uma reserva de contingência para amenizar os impactos, essa ocorrência é baixa em projetos de implantação.

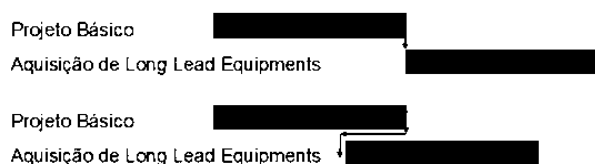
Baseando no histórico desse tipo de projeto, as estimativas de custos são menores se comparado com projetos de desenvolvimento, sendo aceita uma margem máxima de 20 a 30% do custo do projeto, uma vez que, as incertezas são mínimas e, portanto o tempo gasto durante a fase de viabilidade é menor, os recursos humanos também são em menor número, isso quando existe esta fase. A aplicação de *fast tracking*

nos projetos de implantação reduz ou elimina a fase de viabilidade do mesmo, por ser categoricamente viável a solução proposta e já realizada em algum momento. E as despesas de OPEX são mínimas.

Para as fases seguintes de integração e execução, o investimento e ganhos são consolidados e o tipo de despesa passa a ser de *Capital Expenditure* - CAPEX. Na fase de integração a revisão da estrutura analítica do projeto e suas respectivas tarefas, e se serão em paralela ou dependente as tarefas, em inglês conhecida como *Work Breakdown Structure* - WBS será fundamental, pois a elaboração da estrutura analítica de custo, em inglês conhecida como *Cost Breakdown Structure* - CBS, dependerá da WBS. O departamento de compras apoiará o projeto com o processo de abertura de concorrência e tática de compras, os custos diversos são refinados, apresentado o custo micro do projeto.

O cronograma dos projetos de implantação quando aplicado *fast tracking*, acredita-se que a redução alcance cerca de até 30% quando não considerada mais a fase de viabilidade. Seguindo essa análise consegue-se ter uma definição acerca da característica e tipo que se enquadra determinado projeto, e se concebível a aplicabilidade de *fast tracking* no mesmo. Abaixo, a figura 1 representa nas primeiras duas barras do cronograma, um projeto sem aplicação de *fast tracking* e na segunda um projeto com aplicabilidade de método *fast tracking*.

Figura 1 – Alteração de Sequência de Realização das Atividades



Fonte: Stonner [5]

A figura acima representa uma ação oriunda de projetos que solicita um pedido de antecipação de verba, provavelmente para a aquisição de algum equipamento que possui o

prazo de entrega elevado, importado ou que o fornecedor tem dificuldades para atender a alta demanda do mercado, uma vez que, se sabe exatamente quais as especificações, requisitos necessários e premissas para sua compra, não se faz jus aguardar o término da fase de integração para pós contratualização do projeto se adquirir o equipamento.

Quando se envolve recursos humanos, há diversas linhas de pensamento fazendo com que os riscos tendem a aumentar, caso o conceito de *fast tracking* não esteja bem claro para os envolvidos no projeto, de modo a evitar perdas, retrabalhos e superlocação de recursos, é de suma importância a sinergia de toda equipe de projeto. Já quando bem aplicada consegue-se manter os projetos dentro do prazo, compensar eventuais atrasos e/ou antecipar entregas, mas o conceito de sobrepor às tarefas com andamento das atividades em paralelo é mandatório um controle integrado do processo em todas as linhas de frente, e todo replanejamento deverá ser bem comunicado com as partes envolvidas, o entendimento do conceito se faz fundamental para os *stakeholders*, toda mudança de rota com relação o que não estava previsto no escopo deverá ser sinalizado coletivamente, e de forma imediata. Portanto, gestores de projetos que administram projetos que aplicam *fast tracking* carecem de uma excelente prática de gestão de comunicação. Afinal, entregar projetos dentro do cronograma estipulado acelera o retorno do investimento e gera satisfação para toda equipe, em especial quem está investindo, o patrocinador, ANEXO B.

3. Referências

- [1] KEELING, R.; BRANCO, R. H. F. *Gestão de Projetos, Uma Abordagem Global*. 4ª Edição, São Paulo, Editora Saraiva, 2019.
- [2] WYSOCKI, Robert K. *Gestão Eficaz de Projetos., Como Gerenciar com Excelência Projetos Tradicionais, Ágeis e Extremos*. 1ª Edição, Vol. 1, São Paulo, Editora Saraiva, 2020

- [3] WYSOCKI, Robert K. *Gestão Eficaz de Projetos, O ambiente organizacional de gerenciamento de projetos*, 1ª Edição, Vol. 2, São Paulo, Editora Saraiva, 2020
- [4] SILVA, Ana P. P.; FERREIRA, Daniele F. *Fast Tracking e suas aplicações na Engenharia de Planejamento*. Minas Gerais, 2014. Disponível em: <https://pmkb.com.br/artigos/fast-tracking-e-suas-aplicacoes-na-engenharia-de-planejamento/>. Acesso em: 14 ago. 2023.
- [5] STONNER, Rodolfo. *Aceleração de Projetos - Fast Tracking*. Rio de Janeiro, 2012. Disponível em: <http://blogtek.com.br/aceleracao-de-projetos-fast-tracking/>. Acesso em: 28 ago. 2023.

4. Anexos e Apêndices

ANEXO A

Tabela 1 – Exemplo de Classes e Definições de Projetos

Classe	Duração	Risco	Complexidade	Tecnologia	Probabilidade de Problema
Tipo A	> 18 m	Alto	Alta	Inovadora	Certa
Tipo B	9-18 m	Médio	Média	Atual	Provável
Tipo C	3-9 m	Baixo	Baixa	Melhor da Geração	Alguma
Tipo D	< 3 m	Muito Baixo	Muito Baixa	Prática	Pouca

Fonte: Wysocki [3]

ANEXO B

Tabela 2 – Tipo de Projeto e Aplicabilidade de Fast Tracking

Tipo do Projeto	Duração	Risco	Complexidade	Linha de Base	Aplicável Fast Tracking
Desenvolvimento	> 24 m	Alto	Alta	Protótipo	Não
Desenvolvimento	15-18 m	Médio	Média	Protótipo	Não
Implantação	9-12 m	Baixo	Baixa	Benchmarking	Sim, possível
Implantação	< 6 m	Muito Baixo	Muito Baixa	Replicação	Sim

Fonte: O autor



Gestão de riscos em um projeto de construção civil: estudo de caso de uma reabilitação de tubulação por método não destrutivo

Risk management in a civil construction project: Case study of pipeline rehabilitation using a non-destructive method

MARCONDES, Rodrigo Bressan¹; HERVÉ, Marcio²
rodrigobm@poli.ufrj.br; marcio_herve@yahoo.com.br

¹Engenheiro Civil, UFRJ/RJ, Especialista em Gestão e Gerenciamento de Projetos, Poli-UFRJ.

²Engenheiro Eletricista, Mestre em Engenharia Ambiental, Universidade Federal do Rio de Janeiro

Informações do Artigo

Palavras-chave
 Gestão,
 Risco,
 Método não destrutivo
 (MND)

Keywords
 Management,
 Risk,
 Non-destructive method
 (MND)

Resumo:

A elevada influência que o setor da construção civil exerce na economia do Brasil demanda ações de melhorias de rendimento e sustentabilidade de seus projetos. O objetivo desse artigo é mostrar os benefícios da implantação de uma gestão e gerenciamento de riscos em um projeto do setor da construção civil, mais precisamente do ramo dos Métodos Não Destrutivos (MND). Partindo de uma introdução que comprova tal demanda, esse artigo apresenta, no segundo capítulo, referência bibliográfica contextualizando os tópicos Gestão e Gerenciamento de Projetos, Gestão e Gerenciamento de Riscos, Métodos Não Destrutivos e a tecnologia Primus Line. O terceiro capítulo apresenta a implantação de ferramentas de Gestão de Risco em um “Projeto MND” em que se utilizou a tecnologia referenciada. Ao finalizar, são levantados alguns dos resultados provenientes de tal implantação, demonstrando o aumento do valor agregado gerado pela prática de Gestão e Gerenciamento de Risco em um projeto de Engenharia.

Abstract:

The high influence that the civil construction sector has on the Brazilian economy requires actions to improve the performance and sustainability of its projects. This article has the purpose to show the benefits of implementing risk management in a civil construction project, more precisely in the Trenchless Methods (MND) field. Starting from an introduction that proves this demand, this article presents, in the second chapter, a bibliographical reference contextualizing the resources Project Management, Risk Management and Management itself, Trenchless Methods and the Primus Line technology. The third chapter presents the implementation of Risk Management tools in a “Trenchless Project” in which the referenced technology was used. At the end, some of the results from such implementation are raised, demonstrating the increase in the added value generated by the Management and Risk Management practice in an Engineering project.

1. Introdução

A indústria da construção é um dos setores mais representativos do país,

chegando a atingir 8,0% do PIB brasileiro em 2017 segundo discurso do Presidente da Associação Brasileira de Incorporadoras

Imobiliárias, Rubens Menin [1]. A atividade movimentada diversas áreas e exerce influência direta e indireta no resultado econômico do Brasil. Sendo assim, a capacidade produtiva e o desenvolvimento nacional estão diretamente relacionados ao desempenho do setor. Para Teixeira e Carvalho [2], a indústria da construção pode ser classificada como um setor-chave da economia brasileira devido à sua forte interligação com outras atividades. Contudo, os projetos da construção civil estão sujeitos a diversos fatores internos e externos que podem provocar desvios dos objetivos iniciais definidos. Esperar que ocorram eventos adversos para depois reagir pode resultar em reações custosas e de pânico [3]. Sendo assim, torna-se um importante desafio amenizar o elevado grau de riscos que o setor gera, durante e após a realização de seus projetos. Impactos ambientais, poluição sonora, acidentes de trabalho com afastamento ou óbito, até mesmo quilômetros de engarrafamentos causados por obras, são alguns exemplos dos inúmeros riscos associados ao setor em foco.

Nesse contexto, a gestão e o gerenciamento de riscos tornam-se um processo de fundamental importância para o sucesso de projetos de construção civil. Para Olszeski *et al.* [3], controlar proativamente os riscos de um projeto aumenta as chances de seu sucesso. Casos de sucesso, como o da UTC Engenharia S.A, que ganhou o prêmio de Melhor Case em Gerenciamento de Riscos no Prêmio Proteção Brasil 2012, relata que com sua gestão de risco, obteve aproximadamente 90% de redução da exposição de seus colaboradores a alturas elevadas, o que contribuiu para maior segurança da obra [4]. Outro caso de sucesso é o da empresa LAMB – Construções e Engenharia, que conseguiu garantir uma acurácia de 99,5% no posicionamento de elementos importantes na construção de uma usina termoeletrica, mitigando os impactos neste processo [5].

O objetivo desse artigo é demonstrar os reais benefícios de uma gestão de riscos na realização de um projeto no setor da

construção civil, através de uma pesquisa qualitativa, por intermédio de um estudo de caso de gerenciamento de riscos inerentes a realização de um projeto de Reabilitação de Tubulação por Método Não Destrutivo (MND). Para tal estudo, a revisão de literatura focou nas áreas de Gestão e Gerenciamento de Projetos e Riscos, além de contextualizar o ambiente de empresas da construção civil, mais precisamente de Métodos Não Destrutivos. A coleta dos dados foi feita através de documentos da empresa, entrevistas pessoais e questionários fechados, respondidos pelos responsáveis pela realização do projeto em questão.

O presente estudo contribui para o aprendizado da empresa realizadora do projeto, assim como proporciona a adição de informação sobre o assunto gestão e gerenciamento de riscos e sua relevância para o sucesso de projetos semelhantes. Para isso, esse artigo foi dividido em quatro partes. Iniciando com a introdução, que apresenta a significância do assunto. No segundo tópico, é apresentada uma revisão bibliográfica com o objetivo de contextualizar o ambiente de empresas do ramo, técnicas e boas práticas de gerenciamento de riscos. No terceiro tópico é descrito o estudo de caso, finalizando esse artigo com as conclusões no quarto e último tópico.

2. Referencial Teórico

Neste tópico serão apresentados alguns conceitos básicos sobre gestão e gerenciamento de riscos em projetos, uma contextualização sobre Métodos Não Destrutivos em obras de construção civil, bem como uma breve apresentação da tecnologia utilizada no projeto do estudo de caso desse artigo. O objetivo é apresentar ao leitor os conhecimentos necessários para melhor compreensão, além de facilitar o entendimento das reflexões sobre conteúdo que será apresentado.

2.1. Gestão e Gerenciamento de Riscos em Projetos

Heldman [6] afirma que o gerenciamento de projetos é centrado no conceito de projeto, um empreendimento de natureza temporária, com datas definidas de início e fim, que tem o objetivo de desenvolver um bem ou serviço único, considerado um sucesso quando atende o(s) objetivo(s) traçados pelos interessados. “Projeto é um esforço temporário empreendido para criar um produto, serviço ou resultado único” [7]. Mann [8] vai além e completa as definições anteriores afirmando que um projeto apresenta uma sequência de atividades interdependentes e recursos limitados.

Com o passar do tempo, a evolução de tecnologias, a globalização e alguns outros fatores, o ambiente corporativo sofreu muitas metamorfoses, gerando uma quantidade crescente de desafios no gerenciamento de forma geral, além de maior complexidade. Como uma das tentativas de solução interna, o gerenciamento de projetos se apresenta com o objetivo de lidar melhor com as atividades corporativas no intuito de praticar melhor uso dos recursos e obter maior controle dos projetos [9]. O Project Management Institute (PMI) define Gerenciamento de Projetos como sendo a aplicação de conhecimento, ferramentas, habilidades, e técnicas a uma ampla gama de atividades para atender aos requisitos de um determinado projeto [7]. Como exemplo de ferramentas utilizadas no gerenciamento de projetos estão PERT, gráfico de Gantt, ciclo PDCA, curva de custos, Brainstorming e entre outros [10].

Segundo Silva [11], o Gerenciamento de Riscos (GR) tem sido considerado um importante mecanismo de gestão nos projetos de construção, tendo em vista que este tem a intenção de analisar os objetivos de cada projeto em termos de custos, prazos, segurança, qualidade e sustentabilidade.

Aven [12] define risco como sendo a incerteza de uma atividade e da severidade de suas respectivas consequências. Em projetos, Kendrick [13] define risco como sendo qualquer evento indesejável associado ao projeto, além de ser o produto entre os impactos supostos de algum evento e a

probabilidade desse mesmo evento vir a ocorrer. O PMI [7] define risco como sendo um evento e condição incerta que, caso ocorra, provocará um efeito negativo ou positivo nos objetivos de cada projeto.

Tomando como base o conceito de riscos, Davis [14] explica que GR é um processo lógico e sistemático, que as organizações utilizam, com o objetivo de identificar e avaliar os riscos para se obter melhor tomada de decisões e avaliações de desempenho. As ações a serem tomadas, como respostas aos riscos, devem ser para minimizar os impactos dos riscos negativos e maximizar as oportunidades dos impactos dos riscos positivos [7]. Papadakis [16] afirma que há diferentes formas de abordagens possíveis de avaliação dos riscos, podendo ser explícitas ou implícitas, qualitativas ou quantitativas, onde a aplicação de um processo complexo não é necessariamente uma regra. O GR deve ser um processo contínuo e presente em todas as fases do ciclo de vida de um projeto [17].

A Norma ABNT NBR ISO 31000 [15] aponta como pontos positivos de sua utilização a maior probabilidade de atingir os objetivos traçados, atender às normas internacionais e requisitos legais e regulatórios pertinentes, melhorar a governança, estabelecer uma base confiável para tomada de decisão e o planejamento, melhorar os controles de cada setor presente no projeto, alocar e utilizar eficazmente os recursos, melhorar a aprendizagem organizacional, aumentar a resiliência da organização e vários outros.

A mesma norma indica diferentes estratégias de acordo com o tipo de risco apresentado. Para riscos com impactos negativos, os tratamentos expostos são assumir o risco, compartilhar o risco com terceiros, mitigar, eliminar, prevenir e reduzir. Para os chamados riscos positivos, a norma apresenta a possibilidade de aumentar tais riscos, que são tratados como oportunidades.

Como citado anteriormente, a gestão e gerenciamento de projeto utiliza várias ferramentas em todos os processos, independente da área de conhecimento de

projetos. A ferramenta utilizada no estudo de caso desse artigo, o Brainstorming, foi criada por Alex Osborn e tem o objetivo de criar um ambiente onde “chovessem ideias”, visando facilitar a produção de soluções originais, dando origem ao seu nome [18]. Sua metodologia consiste em duas fases. Iniciando com a produção das ideias e finalizando com a avaliação de cada ideia proposta [19]. Os elementos presentes em um “Brainstorming” são; um líder mediador da reunião, um grupo de responsáveis por apresentar as ideias e um responsável por tomar nota de todas as ideias apresentadas durante a reunião [11]. As regras a serem seguidas, apresentadas por Siqueira [20], são 1 – Nenhuma ideia deve ser descartada, julgada ou desprezada; 2 – São proibidos debates e/ou críticas às ideias; 3 – Todos devem apresentar suas ideias.

2.2. Métodos Não Destrutivos

Fatos e dados científicos confirmam que a atividade humana tem afetado negativamente a saúde do planeta em que vivemos, fazendo com que a humanidade volte sua atenção para lidar com os impactos gerados pela sua atividade. Somando-se a isso, o desenvolvimento de áreas urbanas criou a demanda de processos mais ágeis e que causem menos impactos diretos no bem-estar e bom funcionamento das grandes cidades. Segundo Celestino [21], a preocupação crescente sobre questões ambientais e os impactos ambientais gerados pelo setor da construção civil foi a ideia central para o surgimento do Método Não Destrutivo (MND). Além disso, as tecnologias MND, comumente referenciadas pela palavra inglesa “*Trenchless*”, se apresentam como solução atraente para áreas urbanizadas que apresentam intenso tráfego de veículos e pessoas, afirma a Sociedade Internacional de Tecnologia *Trenchless* [22].

O diretor da Associação Brasileira de Tecnologias Não Destrutivas – ABRATT [23], Palazzo, define o MND como sendo “uma família de métodos, materiais e equipamentos cuja utilização pode ser na construção de novas redes ou na recuperação

de redes existentes (substituição ou reabilitação), com a menor ruptura possível da superfície, menor influência no sistema viário (tráfego), pouca ou nenhuma influência no entorno da obra (comércio e serviços) e outras atividades”. O uso das tecnologias e técnicas MND é muitas vezes a única opção viável ou a opção menos custosa e/ou mais correta ambientalmente [22].

ABRATT [23] explica que Os Métodos não Destrutivos podem ser divididos em três grandes categorias, representadas no Quadro 01 a seguir:

Quadro 01 - Categorias de métodos não destrutivos

Categoria	Função
Nova instalação	Criação de novas linhas de tubulações
Substituição	Substituindo a tubulação existente
Renovação	Reabilitando uma tubulação danificada

Fonte: Thomson [24]

São numerosas as vantagens que os Métodos Não Destrutivos apresentam, ABRATT [23]. Analisando essas vantagens, de forma geral, podem ser citadas a diminuição drástica ou eliminação da escavação e transporte de grandes massas de solo, maior cuidado com a vegetação e espécies devido a áreas de construção de pequeno porte, além de reduzir consideravelmente os impactos diretos sentidos pela sociedade, como por exemplo a interferência mínima, ou nenhuma, no tráfego de automóveis e pessoas. Mesmo assim, cada categoria (Quadro 01) apresenta, também, muitas vantagens quando comparadas aos métodos tradicionais de obras civis. Para novas instalações, podem ser citadas as vantagens de diminuição de ruídos e emissões e intervenção mínima em paisagens e áreas de proteção. Um exemplo de tecnologia MND para novas instalações é o “Shield”, máquina utilizada para criação de túneis e novas linhas de tubulações.

Quando o foco é a categoria substituição, os exemplos de vantagens são a necessidade de apenas um baixo nível de impacto destrutivo do ambiente e nenhuma, ou

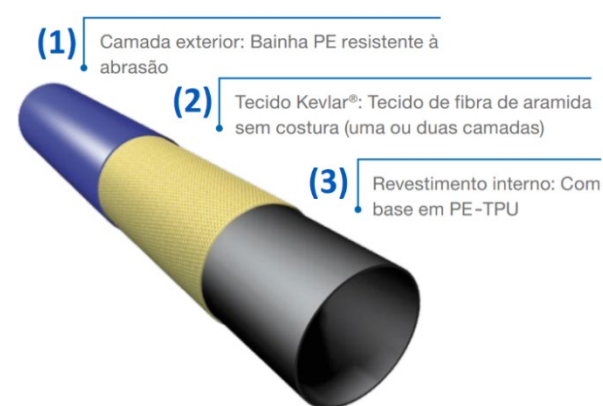
mínima, interrupção do tráfego rodoviário, ferroviário e marítimo. Uma tecnologia que se enquadra nessa categoria é o “Pipe Bursting”, que se resume na destruição do tubo hospedeiro ao mesmo tempo em que posiciona a nova tubulação por tração. Por fim, para a Renovação, categoria na qual a técnica utilizada no presente estudo de caso se enquadra, podem ser citados como exemplos a sustentabilidade, devido à utilização da infraestrutura existente (tubulação danificada) e o rápido reinício de serviço da linha reabilitada. Um exemplo de tecnologia/técnica é o Primus Line, detalhado no tópico a seguir.

Como mencionando anteriormente, o setor em foco apresenta muitas tecnologias e processos diferentes, porém o próximo tópico explica a tecnologia do estudo de caso, somente.

2.3. Reabilitação de Tubulações – Primus Line

Se encaixando na categoria “Renovação” de métodos não destrutivos (Quadro 01), a tecnologia Primus Line, foi lançada ao mercado, junto com a fundação de sua empresa fabricante, no ano de 2001. A companhia trabalha com o conceito de parceiros instaladores, fornecendo qualificação por meio de treinamento e certificação da mão de obra. O número desses parceiros juntamente com a quantidade de projetos utilizando o sistema em foco cresceu consideravelmente com o tempo e em todo o mundo. Hoje, a fabricante da tecnologia tem sua sede principal na Alemanha, além de subsidiárias na Austrália e nos EUA. Após um intenso trabalho de pesquisa e desenvolvimento, chegaram ao resultado que consiste em um processo que permite a inserção de uma mangueira flexível, que resiste a altas pressões, internamente à tubulação danificada, além de uma tecnologia de conexão desenvolvida especialmente para cada sistema e autoportante, ou seja, é independente da tubulação danificada, também conhecida como tubulação hospedeira.

O Primus Line se apresenta como uma solução para reabilitação de tubos de conduto forçado, ou seja, quando há variação de pressão interna ao sistema com o objetivo de transportar o fluido presente. As novas tubulações podem apresentar resistência de até 82 bar, podendo ser aplicadas em sistemas de abastecimento de água (potável, de combate a incêndios, do mar e residuais), gases, óleos brutos, óleos combustíveis, escórias e outros produtos refinados. A nova mangueira permite a reabilitação de tubulações com diâmetros nominais variando de 150 milímetros até 500 milímetros, além de comprimentos contínuos até 2500 metros. A inserção do Primus Line, ocorre através de pequenos poços construídos, descartando uma possível ruptura da superfície do processo de reabilitação. Tal processo, aplicação do Primus Line, está descrito no tópico 3.5, do



estudo de caso.

Figura 1 - Detalhe do Primus Line
Fonte: Primus Line [25]

O Primus Line tem uma estrutura composta por três camadas (figura 1). A Camada Externa (1) é feita de Poli Etileno (PE) resistente à abrasão, conferindo resistência mecânica de arraste. A Camada Intermediária (2) é um Tecido Kevlar, que são fibras de aramida tecidas sem costura que tem a função de suporte de carga. Por último, mas não menos importante, a Camada Interna (3), que dependendo das características do fluido que estará em contato, é uma camada com base em PE ou Poliuretano Termoplástico (TPU), tornando-o resistente

quimicamente, ou seja, passível de entrar em contato com alta variedade de fluidos, como já dito anteriormente.

Nas extremidades de cada trecho rehabilitado, a mangueira Primus Line é ligada a rede existente por meio dos conectores Primus Line (figura 2). Em função das pressões exercidas internamente pela rede rehabilitada, há dois tipos de conectores, um para pequenas pressões e um para média e altas pressões.

Figura 2 - Conector Primus Line



Fonte: Primus Line [25]

3. Estudo de Caso

3.1. Aspectos Gerais

Com o objetivo de verificar o exercício dos fundamentos de uma gestão e gerenciamento de riscos para a realização de um projeto no setor da construção civil, foi considerada a experiência do autor no período de ciclo de vida do projeto em estudo. Além disso, foram realizadas entrevistas com os profissionais e agentes envolvidos nas atividades inerentes ao planejamento e execução deste serviço.

3.2. Caracterização da empresa pesquisada

A empresa responsável pela realização do projeto em estudo, é Pipe MND – Reabilitação de Tubulações Ltda, que atua no setor da construção civil e que tem como seu carro chefe o fornecimento de serviços voltados, como o próprio nome esclarece, à reabilitação de tubulações por Métodos Não Destrutivos (MND). O quadro fixo de funcionários da empresa é composto de um

Engenheiro Civil, um Engenheiro de Materiais e um CEO. Além desses, o quadro de funcionários varia de acordo com a realização dos projetos, tendo em vista que é uma empresa projetizada, ou seja, para cada projeto são contratados, de forma temporária, os colaboradores necessários. Neste case houve a contratação de dois ajudantes e um Técnico Primus Line. Este último é uma mão de obra qualificada e certificada especificamente para realizar a parte técnica do projeto, uma vez que a fornecedora da tecnologia somente realiza suas vendas caso haja a garantia da presença desse profissional para executar a instalação das novas tubulações.

As funções de cada um são muito claras. O CEO, e também fundador, absorve as funções de prospectar novos projetos e gestão financeira da empresa. Os Engenheiros têm as funções de gerenciar os projetos e auxiliar em atividades de gestão da empresa.

3.3. Caracterização do Projeto

3.3.1. Justificativa do Projeto

A rede de abastecimento de água potável da zona portuária do Rio de Janeiro apresentava sinais de problemas. Após um breve trabalho de pesquisa, foi detectada a fonte do problema e o diagnóstico foi que havia trechos que apresentavam vazamentos. Como solução para o problema, foi apresentado o Método Não Destrutivo, Primus Line, pela Pipe MND – Reabilitação de Tubulações.

3.3.2. Escopo do projeto

O escopo do projeto consiste na reabilitação de aproximadamente 65,00 metros de tubulação de abastecimento de água potável com baixa pressão, que é composta por três trechos.

Quadro 02 – Informações por trecho

Trecho	Diâmetro (mm)	Comprimento (m)
01	200	27,00
02	300	28,00
03	300	10,00

Fonte: O autor

3.3.3. Premissas e restrições do projeto

As principais premissas estão listadas a seguir:

- Não haveria problemas significativos na fabricação do material importado, a ponto de atrasar o cronograma planejado para o projeto.
- No período de fabricação do Primus Line, não ocorreriam eventos político-econômicos que impedissem a realização do projeto.
- O local de estocagem dos recursos deve ocorrer no canteiro da Contratante (Concessionária Porto Novo).

As principais restrições estão listadas a seguir:

- As aplicações deveriam ser realizadas a partir das 10h da manhã devido ao intenso fluxo de veículos na região.
- O VLT não pararia suas atividades para realização das reabilitações
- Não havia permissão para interrupção completa das vias públicas presentes no projeto.

3.3.4. Cronograma do Projeto

O cronograma do projeto se resume em três etapas bem definidas, tendo como marcos de início e fim de projetos a celebração do contrato e o recebimento da última medição por parte da Contratada, respectivamente. A primeira etapa consiste na realização das atividades, presentes na EAP (anexo 01), 1.1 Realização da ordem de fabricação da nova tubulação; 1.2 Planejamento da execução das reabilitações; 1.3 Aquisições de recursos e serviços e 2.1 Intervenções civis. A última citada consiste em realizar atividades destrutivas com o objetivo de viabilizar tecnicamente a reabilitação, como por exemplo a remoção de peças existentes (válvulas e curvas) e a ampliação das dimensões dos Poços de Visita (atividades em verde na EAP). A duração dessa etapa foi de

três meses. A segunda etapa se resume em receber todos os recursos importados e a realizar as reabilitações (item 2.2 e 2.3 da EAP), com duração de quatro dias. Finalizando o projeto com os testes finais e entrega final (Itens 3.1 e 3.2 da EAP). Atividades que levaram somente um dia para serem realizadas.

Uma das muitas vantagens da prática de Métodos Não Destrutivos (MND) é o mínimo de interferência/ ocupação de espaço físico no do local onde serão realizados os serviços de reabilitação de tubulações. Com isso, a mobilização e desmobilização dos recursos se torna uma atividade diária, tendo como seus dois pontos físicos o Canteiro/ Almoxarifado do cliente e os locais onde se encontram os trechos de tubulações danificadas.

3.4. Metodologia utilizada no estudo de caso

A partir do momento em que o contrato para realização do projeto foi adjudicado, houve uma janela de aproximadamente três meses, que corresponde o período entre realizar o pedido da fabricação do material pela empresa fabricante da tecnologia e a chegada de todo esse material para sua aplicação. Durante este período ocorreu o planejamento para a realização do serviço de reabilitação das tubulações danificadas. A análise de riscos, inerentes ao projeto em estudo, serviu então como auxílio para o planejamento e tomada de decisão por seus responsáveis.

Esta análise ocorreu em 4 passos básicos. Primeiramente, foi realizado o Mapeamento do Processo de Reabilitação de Tubulação Primus Line, Em seguida, os sócios se reuniram e utilizaram a técnica de brainstorm (tópico 2.1) com o objetivo de listar o máximo de riscos, positivos ou negativos, existentes durante o ciclo de vida do projeto em estudo. De posse desta lista e utilizando a métrica criada pelo autor (tópicos 3.6 e 3.7), cada sócio classificou, de acordo suas opiniões, o grau de impacto e probabilidade de ocorrência de todos os riscos listados. Por fim, foi realizada outra reunião entre os sócios para análise crítica dos dados e

proposta de ações a serem tomadas em resposta a cada risco.

3.5. Mapeamento do Processo de Reabilitação de Tubulação – Primus Line

Seguindo a boa prática indicada pelo guia PMBoK [7] para gerenciamento de projetos, foi realizado o mapeamento de todo o processo de Reabilitação de Tubulação utilizando a tecnologia Primus Line. O fluxograma (anexo 02) ilustra esse processo. Contudo, cada trecho a ser reabilitado apresenta suas características próprias. Sendo assim, essa análise de risco também se baseou em um documento interno da empresa, nomeado de “Planejamento da Aplicação”, que apresenta o planejamento detalhado por trecho a ser reabilitado, expondo suas características exclusivas.

Em seguida está apresentado o glossário do fluxograma.

3.5.1. Glossário do processo:

1. Mobilização diária dos recursos

Como exposto anteriormente, o planejamento foi realizado objetivando atender a boa prática, informada pelo fabricante da tecnologia Primus Line, de não interromper o processo de instalação da nova tubulação, ou seja, foi previsto no planejamento realizar a reabilitação de um trecho por dia. Sendo assim, a primeira atividade, nos dias de instalação das novas tubulações, é a mobilização dos recursos, transportando-os do almoxarifado pertencente ao cliente para o exato local onde as tubulações danificadas se encontram.

2. Inspeção pré reabilitação

Antes de iniciar o processo de reabilitação é necessário que seja feita uma inspeção imediatamente antes para que se tenha um completo conhecimento do estado interno do tubo hospedeiro. Para essa atividade foi utilizado um recurso que consiste em uma mangueira flexível, porém com rigidez suficiente para que seja empurrada para dentro da tubulação, além de conter uma câmera de captação audiovisual em sua extremidade.

3. Passagem do cabo de aço

Essa atividade consiste na passagem de um cabo de aço que tem como função puxar a nova tubulação através de todo o trecho a ser reabilitado. Para a realização dessa atividade, foram utilizados uma corda leve e um caminhão auto vácuo, comumente chamado de Vacol (recurso para limpeza interna de tubulações).

4. Conexão do cabo de aço com o Primus Line

Com a utilização da devida técnica, conhecida pelo Técnico Primus Line, fazer a conexão do cabo de aço com a nova tubulação para realizar a etapa seguinte de inserção do liner.

5. Puxada/ inserção do liner

Como o índice adianta, a inserção do liner é realizada de forma tracionada pelo cabo de aço que está conectado a nova tubulação.

6. Preparo das extremidades

Etapas que exigem maior conhecimento técnico, consiste em preparar as duas extremidades do liner, com o objetivo de possibilitar que esse seja inflado, ou seja, essa atividade significa a instalação de dois tampões, um em cada extremidade da nova tubulação.

7. Inflar o liner

Utilizando um compressor que atenda às exigências para realização desse projeto e seguindo o manual de instalação do Primus Line, simplesmente inflar o liner para que esse tome a forma da tubulação hospedeira que se encontra danificada.

8. Instalação dos conectores Primus Line (baixa pressão)

Instalação dos conectores nas extremidades do trecho reabilitado. No presente projeto, a tubulação trabalha com pressões consideradas baixas, logo o tipo de conector é específico (tópico 2.3) e demanda o conhecimento técnico que somente o Técnico Primus Line possui.

9. Inspeção pós reabilitação

Imediatamente após a instalação dos conectores, é feita a verificação visual interna do novo tubo utilizando o mesmo recurso da atividade 2. (Inspeção pré reabilitação), definida anteriormente. O objetivo é averiguar possíveis não conformidades presentes na nova tubulação que possam, de certa forma, condenar o sucesso da reabilitação.

10. Limpeza final e Desmobilização diária

Finalizada a reabilitação, os colaboradores envolvidos realizam a limpeza da área, caso necessário, e desmobilizam todos os recursos, retornando-os para o almoxarifado, neste caso, do cliente,

Vale ressaltar que os testes hidrostáticos, presentes na etapa posterior a essa que acabou de ser detalhada, podem ser realizados imediatamente após a reabilitação ser finalizada. Contudo, estes testes foram realizados nos dias imediatamente seguintes a cada reabilitação devido ao seu longo tempo de execução e de modo a não interferir nas reabilitações dos outros trechos.

3.6. Lista de riscos detectados / Grau de Impacto e Probabilidade de Ocorrência

Como descrito anteriormente, a primeira reunião entre os 3 (três) responsáveis pela realização do projeto, e sócios da Pipe MND, com o auxílio da ferramenta brainstorm, identificou um total de 12 (doze) riscos, onde 10 (dez) são classificados como riscos negativos, ou seja, desfavoráveis aos objetivos do projeto, e 2 (dois) como riscos positivos, facilitadores para o sucesso do projeto. Vale ressaltar que a lista gerada tenta abranger o máximo de riscos inerentes ao projeto, podendo afetar diferentes áreas como por exemplo prazo, custo, segurança e qualidade.

Em uma segunda reunião e de posse da lista gerada anteriormente, cada responsável classificou o grau de impacto, seja negativo ou positivo, usando como métrica os numerais inteiros de 1 (um) a 5 (cinco), representando respectivamente os conceitos

Muito Baixo e Muito Alto de grau de impacto. A mesma lógica serviu para a classificação da Probabilidade de Ocorrência.

A tabela a seguir a seguir ilustra as saídas do processo descrito.

Quadro 03 – Análise de Impacto e Probabilidade de Ocorrência de um Risco

RN-01 - Acidente com o VLT devido à proximidade do mesmo ao local dos trechos		
Responsáveis	Impacto	Prob. Ocorrência
Eng. Rodrigo Bressan	4	5
Eng Lucas Roza	5	3
CEO Paulo Roza	5	3
Média	4,67	3,67

Fonte: O autor

3.7. Classificação de Risco

Com a posse de todos os dados, o autor finalizou a classificação dos riscos multiplicando o valor da média de cada impacto pelo valor, também da média, de cada probabilidade de ocorrência como demonstra a fórmula a seguir:

$$\text{Risco} = \text{Impacto} \times \text{Prob.de Ocorrência}$$

A métrica para classificação de risco, desenvolvida pelo autor desse documento, está expressa no quadro a seguir:

Quadro 04 - Faixa de variação de Risco

Faixa de variação de Risco		
$0 \leq$	Muito Baixo	5 <
$5 \leq$	Baixo	10 <
$10 \leq$	Médio	15 <
$15 \leq$	Alto	20 <
$20 \leq$	Muito Alto	25 \leq

Fonte: O autor

Sendo assim, o risco identificado RN-01 – Acidente com o VLT devido à proximidade do mesmo ao local dos trechos danificados, é classificado como um risco Alto, pois a

multiplicação entre a média do seu impacto e a média da probabilidade de ocorrência é igual a 17,11 (anexo 03).

3.8. Ações e medidas tomadas

Por fim, com todo material em mãos, os 3 (três) sócios se reuniram mais uma vez para realizar uma análise crítica e, por consequência, definir quais seriam as ações a serem tomadas como resposta para os riscos encontrados e classificados conforme explicado no tópico anterior. Além disso, os riscos com qualquer classificação, porém que apresentam grau Muito Alto e Alto de impacto também tiveram atenção especial na definição de medidas a serem tomadas.

Como citado anteriormente, os riscos negativos sofreram ações com o objetivo de prevenir ou minimizar seus impactos ao máximo. Ao mesmo tempo em que os riscos identificados e positivos foram trabalhados de forma a explorar seu potencial. Como exemplo destas medidas, foram tomadas as decisões de realizar uma análise minuciosa das dimensões disponíveis em campo para posicionamento dos recursos, em conjunto com um investimento em placas de sinalização de obra, além de avisar previamente a companhia responsável pela operação do VLT do Rio de Janeiro com o objetivo de evitar ou diminuir ao máximo a possibilidade de ocorrência de acidentes com o VLT, automóveis e pedestres que eventualmente passariam próximos ao local das reabilitações. Outro exemplo, agora sobre explorar o potencial de um risco positivo, foi a tomada de decisão por adquirir um recurso mais simples e muito mais barato para realizar a puxada da nova tubulação devido seu peso, considerado leve.

4. Considerações Finais

Com o objetivo de demonstrar os benefícios da realização de uma gestão de riscos em um projeto de construção civil, o presente documento relatou o caso de um projeto de reabilitação de tubulações utilizando Métodos Não Destrutivos (MND). Pode-se concluir que a gestão de risco

contribuiu consideravelmente para o sucesso do projeto, o qual ocorreu dentro do prazo previsto, de forma segura e com os custos para sua realização reduzidos em aproximadamente 7%.

As consequências diretas mais significativas da realização dessa gestão de risco foram a diminuição dos custos do projeto e a mitigação dos impactos no tráfego de veículos nas proximidades da obra. Como um relato interessante, a impossibilidade de obstrução completa de uma via se apresentou, após análise de riscos, como sendo um risco alto devido a sua grande probabilidade de ocorrência e seu forte impacto negativo. Foi decidido então, que a melhor solução seria alterar a logística de mobilização de todas as aplicações, assim como o posicionamento exato dos recursos de forma a eliminar esse risco. Porém, isto não foi possível e, em uma das mobilizações, o risco em foco foi assumido. Contudo, a logística conseguiu mitigar esse impacto planejando a mobilização de forma que a obstrução da via ocorresse somente para realização de uma única manobra de posicionamento de recursos, reduzindo o tempo de bloqueio da via para cinco minutos, tornando seu impacto muito menor.

Para falhas de equipamentos de pequeno porte e baixo custo, a Pipe MND delegou à um colaborador a função de ir ao mercado, no momento das ocorrências dessas falhas, para adquirir tal(is) recurso(s) faltante(s), como exemplos podem ser citados a compra de um compressor de pequeno porte e peças de conexão pneumáticas durante a primeira reabilitação somente. Como relato da exploração do risco positivo, dito anteriormente, a decisão de utilizar um equipamento menos sofisticado e muito mais barato para realizar a inserção do Primus Line ocorreu com sucesso.

Apesar do sucesso na utilização da gestão de riscos, a metodologia utilizada no estudo de caso apresenta pontos fracos, como por exemplo o pequeno espaço amostral, que não permite uma análise mais minuciosa e precisa da real relevância de cada risco encontrado.

Somando-se a isso, o fato de as três pessoas presentes no espaço amostral serem os responsáveis pela execução do serviço pode influenciar nas opiniões no que diz respeito aos impactos e probabilidade de ocorrência de cada risco, podendo gerar um resultado tendencioso. Contudo, tendo em vista as características do projeto, a falta de tempo e recursos, a escolha acabou por se mostrar acertada, tendo em vista as conclusões registradas pelo autor.

Pelo fato de os Métodos Não Destrutivos apresentarem inúmeras vantagens quando comparados aos métodos tradicionais de obras, uma sugestão de trabalho futuro seria a aplicação e análise dos conceitos de todas as áreas de conhecimento de gestão e gerenciamento de projetos, não somente gestão de risco. Vale ressaltar também que esse trabalho realizou um estudo de gestão e gerenciamento de riscos voltados à área técnica e engenharia, sendo válido também a realização de estudo sobre o assunto Riscos para as outras áreas como Riscos administrativos, econômico-financeiro, político, entre outros.

5. Referências

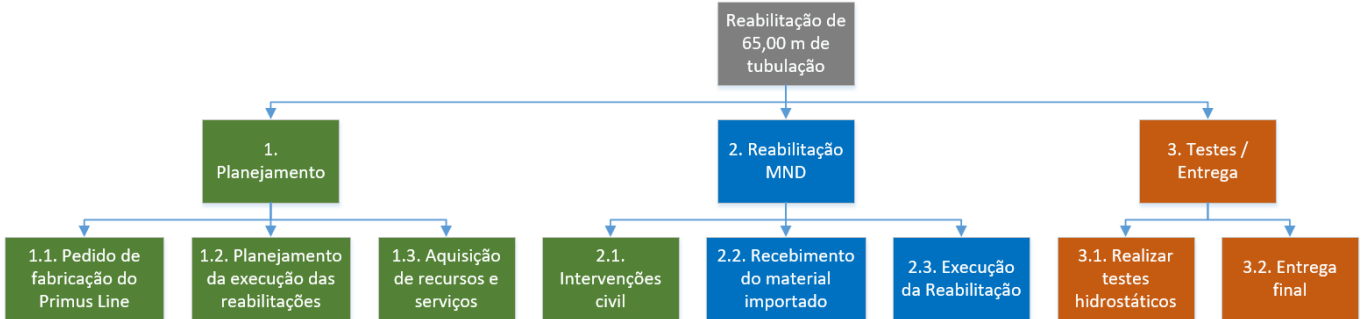
- [1] MENIN, R. *Setor da construção civil aposta em crescimento e geração de empregos com mudanças no MCMV*. [online] Planalto. Disponível em: <http://www2.planalto.gov.br/acompanhe-planalto/noticias/2017/02/setor-da-construcao-civil-aposta-em-crescimento-e-geracao-de-empregos-com-mudancas-no-mcmv>. (2017) Acesso em 10 de Junho de 2019.
- [2] TEIXEIRA, L. P., CARVALHO, F. M. A., *A construção civil como instrumento do desenvolvimento da economia brasileira*. Revista Paranaense de Desenvolvimento, 109 (2005) 9–26.
- [3] OLISZESKI, C., COLMENERO, J., *Gerenciamento de Riscos e Gestão de Projetos Agroindustriais através de Redes de Petri*. [online] Portal de Periódicos UNINOVE. Disponível em: <https://periodicos.uninove.br/index.php?journal=gep&page=article&op=view&path%5B%5D=9406>. (2010). Acessado em 17 junho de 2019.
- [4] PROTEÇÃO. *Metodologia inovadora permite visualização de todos os cenários da obra antecipando perigos e riscos*. Revista Proteção. [online] Disponível em: <https://protecao.com.br/cases-premio-protecao-brasil/melhor-case-na-categoria-gerenciamento-de-riscos-2012/> (n.d.) Acessado em 9 de Julho. 2019.
- [5] LAMB Construções e Engenharia. *Case de Sucesso - melhores práticas de gestão de riscos do PMI utilizadas na construção da Usina Termelétrica Pampa Sul*. [online] Disponível em: <https://www.lamb.eng.br/case-de-sucesso-melhores-praticas-de-gestao-de-riscos-do-pmi-utilizadas-na-construcao-da-usina-termeletrica-pampa-sul/>. (n.d.) Acessado em 8 de julho, 2019.
- [6] HELDMAN, K. *Gerência de projetos: guia para o exame oficial do PMI*. 3ª ed. (Revisada e Atualizada). Rio de Janeiro: Elsevier, 2006.
- [7] PMI. Project Management Institute. *A guide to the Project Management Body of Knowledge - PMBoK Guide*. (6a. ed., tradução livre). Newtown Square, PA, USA: 2017.
- [8] MANN, D. *estudo dos riscos em obras verticais da construção civil na região de Curitiba*. Trabalho de Conclusão de Curso de especialização, Gerenciamento de Obras. Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR. (2013).
- [9] KERZNER, H. *Project Management: A Systems Approach to Planning, Scheduling, and Controlling (8a ed.)*. New Jersey, USA: John Wiley & Sons, 2003.
- [10] PRADO. D. S. *Planejamento e Controle de Projetos*. INDG: Minas Gerais. V2 8ª Edição. (2014).
- [11] SILVA, V. *Análise de risco na construção – Guia de procedimentos*

- para gestão. Universidade do Porto. (2012).
- [12] AVEN, T, RENN, O. *Risk Management and Governance – Concepts, Guidelines And Applications* . (2010th ed). Stavanger, Norway (2012).
- [13] KENDRICK, T. *Identifying and Managing Project Risk: Essential Tools for Failure-Proofing Your Project* (1a ed.). New York, NY, USA: Amacom. (2003).
- [14] DAVIS, Marcelo David; BLASCHEK, José Roberto de Souza. *Deficiências dos sistemas de controle interno governamentais atuais em função da evolução da economia*. In: congresso usp de controladoria e contabilidade. Anais. São Paulo, 2006.
- [15] ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. *ISO 31000 Gestão de Riscos – Princípios e diretrizes*, 2009.
- [16] PAPADAKIS G. A. *Assessment of requirements on safety managementsystems in EU regulations for the control of major hazard pipelines*. Journal of Hazardous Materials vol.78. (2000) p 63–89.
- [17] IPMA. International Project Management Association. *The ICB – IPMA Competence Baseline*. Versão 3.0. (2006)
- [18] BEHR, A. MORO, E. ESTABEL, L. *Gestão da biblioteca escolar: metodologias, enfoques e aplicação de ferramentas de gestão e serviços de biblioteca*. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/ci/v37n2/a03v37n2.pdf> . (2008). Acessado em: 25 de julho de 2019.
- [19] MACHADO, S. S. *Gestão da Qualidade*. Inhumas, GO: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás; Santa Maria, RS: Universidade Federal de Santa Maria, 2012.
- [20] SIQUEIRA, J. *Ferramentas de criatividade- Brainstorming*. Disponível em: http://www.ricardoalmeida.adm.br/brains_torming.pdf. Acesso em: 25 de julho de 2013
- [21] CELESTINO, R. *Método não destrutivo (mnd) como alternativa de execução em sistemas de esgotamento sanitário – estudo de caso envolvendo análise em campo e de projeto*. Ensino Superior - Graduação. Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC. (2016).
- [22] ISTT. The International Society for Trenchless Technology (ISTT) - *Why Trenchless?* Disponível em: <http://www.istt.com/index/why-trenchless> Acessado em 29 de Agosto de 2019.
- [23] ABRATT. Associação Brasileira De Tecnologias Não Destrutivas. *Definições, técnicas e tecnologias MND*. Disponível em: <https://www.abratt.org.br/institucional/#collapseTwo> . Acessado em 29 de agosto de 2019.
- [24] THOMSON, J. *Pipejacking e Microtunnelling*. 1 ed. Londres: CRC Press, (1993) pp.1-2.
- [25] PRIMUS LINE. *Tudo sobre o produto Primus Line*. Disponível em: <https://www.primusline.com/primus-line/> Acessado em 13 de Setembro, 2019.

6. Anexos

Anexo 01

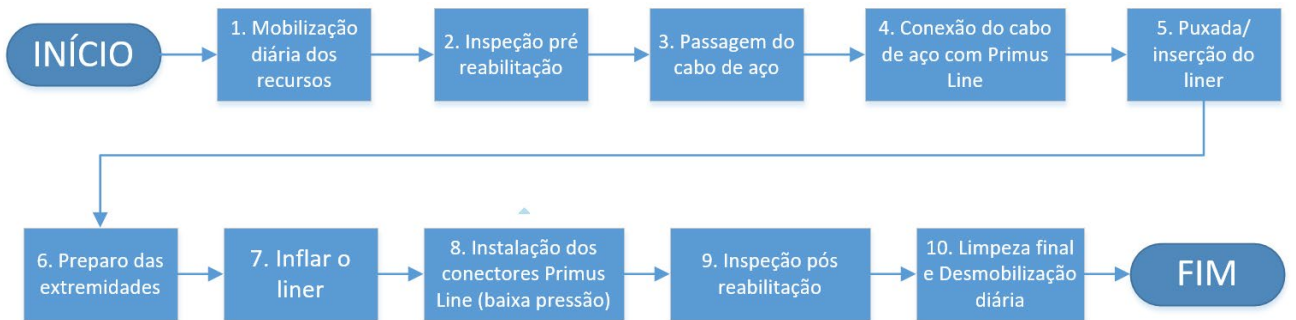
Estrutura Analítica do Projeto



Fonte: O autor

Anexo 02

Mapeamento do processo de reabilitação utilizando a tecnologia Primus Liner



Fonte: O autor

Anexo 03

Riscos Identificados e Classificação dos mesmos

ITEM	RISCO IDENTIFICADO	IMPACTO	PROB. DE OCORRÊNCIA	RISCO	CLASSIFICAÇÃO
Negativo					
RN-01	Acidente com o VLT devido à proximidade do mesmo ao local dos trechos	4,67	3,67	17,11	Alto
RN-02	Corte do liner devido a presença de algo pontiagudo internamente a tubulação danificada, ou por qualquer outra razão	5,00	2,33	11,67	Médio
RN-03	Acidente com veículos devido à alta densidade destes na região da obra	4,00	3,00	12,00	Médio
RN-04	Falha em conexões, por exemplo as conexões pneumáticas de compressores de ar ou conexões elétricas dos equipamentos	3,67	3,00	11,00	Médio
RN-05	Má Instalação dos conectores Primus Line	5,00	2,00	10,00	Médio
RN-06	Engarrafamento crítico gerado pela ocupação do espaço da obra	3,00	3,33	10,00	Médio
RN-07	Falhas de equipamentos como geradores e compressores	4,33	1,67	7,22	Baixo
RN-08	Acidentes durante o processo de inflar o liner	4,67	2,00	9,33	Baixo
RN-09	Falta de documentação	3,33	2,00	6,67	Baixo
RN-10	Liner com dimensões não condizentes com o real presente em campo	5,00	1,33	6,67	Baixo
Positivo					
RP-01	O peso do material Primus Line ser leve, facilitando a puxada do mesmo	3,67	4,00	14,67	Médio
RP-02	Facilidade técnica de instalação	3,67	4,00	14,67	Médio

Fonte: O autor



Estudo da Aplicação de embarcação autônoma para transporte de cargas na Amazônia

Study of the Application of an Autonomous Vessel for Cargo Transport in the Amazon

VIEIRA, Priscila¹; Duailibe, Paulo²; TERROLA, Thales³
priscilavieirasilva@id.uff.br; pauloduailibe@id.uff.br; thalesterrola@id.uff.br³.

¹Engenheira Civil, Montagem Industrial, Niterói.

²Engenheiro Eletricista, Engenharia Elétrica, Niterói.

³Engenheiro Eletricista, Engenharia Elétrica, Niterói.

Informações do Artigo

Palavras-chave:

*Embarcação Autônoma
Energia Renovável
Transporte de Carga*

Keywords:

*Autonomous Vessel
Renewable Energy
Cargo Transport*

Resumo:

O artigo apresentado é um estudo preliminar a respeito da utilização de uma embarcação autônoma do tipo solar/elétrica na região da Amazônia, com o foco na análise técnica da implantação da embarcação como transporte de carga, contando com os componentes para elaboração do sistema. A Amazônia é uma das regiões mais importantes do mundo em termos de biodiversidade e recursos naturais, incluindo minerais, madeira, petróleo e gás, além de ser habitat de uma grande variedade de espécies animais e vegetais. Infelizmente, a Amazônia vem sendo ameaçada por atividades humanas, como expansão da agricultura, a pecuária, a mineração e a exploração madeireira. As atividades que têm causado uma perda acelerada de florestas e espécies, além de prejudicar os povos indígenas que vivem na região há milhares de anos. O objetivo deste artigo é estudar a aplicação da embarcação autônoma como meio de transporte de carga mais energeticamente eficiente e sustentável para a região da Amazônia.

Abstract

The article presented is a preliminary study regarding the use of an autonomous solar/electric vessel in the Amazon region, with a focus on the technical analysis of its implementation as cargo transport, counting on the components for the elaboration of the system. The Amazon is one of the most important regions in the world in terms of biodiversity and natural resources, including minerals, wood, oil and gas, as well as being the habitat of a wide variety of animal and plant species. Unfortunately, the Amazon has been threatened by human activities, such as the expansion of agriculture, livestock farming, mining and logging. Activities that have caused an accelerated loss of forests and species, in addition to harming indigenous peoples who have lived in the region for thousands of years. The objective of this article is to study the application of autonomous vessels as a more energy-efficient and sustainable means of transporting cargo for the Amazon region.

1. Introdução

A geração e o consumo de energia são fatores relacionados com um grande número de alterações ambientais produzidas no planeta [1] e a alta demanda nos setores industrial e de transporte, vem demonstrando a crítica situação do modelo energético atual, e no presente momento há um período de redução dos recursos energéticos, principalmente os de combustíveis fósseis originados do petróleo.

Em vista desses fatos, esforços são realizados na busca de novas alternativas para a geração de energia de forma sustentável. Conforme [2], uma das tecnologias sustentáveis mais recentes e que vem sendo cada vez mais utilizada é a energia solar.

O Brasil é um país com suporte para a sustentabilidade, tendo em razão as suas reservas naturais e biodiversidade, apresentando um grande potencial de contribuição para as mudanças climáticas. Ainda com uma infraestrutura industrial e tecnológica em desenvolvimento, o Brasil, vem possibilitando o acesso à novas tecnologias para atender as exigências da sustentabilidade e avanço.

Apresentando a Amazônia, vê que se tem gerado sempre mais recursos para fora (Metrópole e Federação) do que tem recebido como retorno, assim, tem sido permanentemente, um lugar de exploração, abuso e extração de riquezas em favor de outras regiões e outros povos. Mesmo nos últimos trinta anos, quando grandes investimentos foram feitos em infraestrutura, estes visaram possibilitar a exploração de riquezas [3].

A geografia da área é intensamente irrigada por grandes rios e por cursos d'água de variado tamanho e volume de vazão. Essas condições naturais, especialmente a grande extensão de vias navegáveis e o difícil acesso as áreas remotas, fazem com que o transporte hidroviário seja tomado como ponto de referência básico para a rede de transporte da Amazônia. Na Figura 1 é demonstrado os rios que compõem a Amazônia.

Figura 1 – Rios que compõem a Amazônia



Fonte: Ministério dos Transportes (2023)

Com isso, a utilização de uma embarcação autônoma do tipo solar/elétrica pode atuar no monitoramento ambiental (medir parâmetros como temperatura, umidade, qualidade da água e transmitir essas informações em tempo real), batimetria e varredura (pode ser equipado com vários tipos de sensores, como câmeras, lidars e sonares, para coletar dados de profundidade e topografia do fundo dos rios), transporte de cargas (a embarcação pode ser usada para transportar cargas, como mantimentos, produtos agrícolas e equipamentos, entre as cidades e comunidades ribeirinhas, sem a necessidade de tripulação), patrulha e vigilância: o barco pode ser aplicado para patrulhar as águas da Amazônia, monitorando as atividades ilegais, como pesca ilegal, garimpo, e desmatamento, enviando alertas para as autoridades.

Esse tipo de embarcação tem despertado um crescente interesse e se destacado como uma área de pesquisa em constante evolução. Com a capacidade de operar de forma independente essas embarcações representam uma promissora alternativa para diversas aplicações, desde exploração marinha até monitoramento ambiental e transporte de carga. Diversos pesquisadores têm se dedicado ao estudo e desenvolvimento dessas embarcações, buscando avançar em tecnologias como inteligência artificial, sistemas de navegação autônomos e gerenciamento de energia.

Na Amazônia, o uso dessa tecnologia pode vir a trazer alguns benefícios, como: eficiência operacional, redução de acidentes, menor exposição humana a riscos, aumento da capacidade de carga e impacto ambiental reduzido.

O artigo em questão traz um aspecto relevante, que é um dos grandes problemas enfrentados pelas plataformas autônomas, a energia disponível para operação, visto que esses dispositivos são, em sua maioria, alimentados por um conjunto de baterias [4], que por mais eficientes que sejam, impõe restrições em relação ao tempo de operação, potência de propulsão e carga útil a bordo [5].

Com o foco no objetivo da pesquisa, o método escolhido será de uma pesquisa descritiva exploratória, que pode ser entendida como um estudo de caso em que após a coleta de dados, é realizada uma descrição entre as variáveis para uma posterior determinação dos resultados, e a pesquisa é realizada através de materiais bibliográficos como livros, revistas, artigos e outros materiais publicados.

Se faz fundamental, que os veículos autônomos tenham capacidade de autogeração de energia para melhorar a autonomia energética, especialmente em situações em que o autoabastecimento não é viável [6], acrescentando também a minimização da poluição atmosférica provenientes da queima de combustível fóssil principal forma de locomoção atualmente.

Além disso, existem benefícios para a população com uma suma importância, e através da embarcação autônoma o acesso ao porto mais próximo será facilitado e menos custoso impulsionando a economia, como também a qualidade de vida da população que será expandida, acreditando que ao realizar a análise de viabilidade técnica e econômica para aplicação de embarcação autônoma do tipo solar/elétrica para a região da Amazônia e isso poderá proporcionar boas contribuições.

A embarcação autônoma em estudo é tipo catamarã, criando facilidades e vantagens

em relação as outras para este tipo de estudo pois uma embarcação deste tipo possui a disposição de dois cascos paralelos que confere aos catamarãs uma grande estabilidade e no estudo, o catamarã é movido à energia solar com sistema de armazenamento de energia e propulsão elétrica.

A motivação do estudo está em descrever a embarcação autônoma catamarã e suas aplicações na Amazônia, destacando o ambiente e os recursos naturais como importantes elementos na manutenção do saber e do conhecimento de sua população, sendo esse o seu objetivo geral e com linhas específicas como, descrição da embarcação em seus aspectos funcionais, as práticas que serão utilizadas na embarcação e suas contribuições para a Amazônia com relação ao seu funcionamento.

Com o objetivo de demonstrar a base teórica e contextual sobre a importância da análise técnica na utilização de uma embarcação autônoma como transporte de carga, contribuindo para uma ação benéfica na região da Amazônia com base em estudo bibliográfico.

Podendo ser vista com uma inovação tecnológica para a sustentabilidade, de acordo com Cavalcanti [7], que argumenta que, embora a sustentabilidade tenha se tornado uma espécie de mantra no mundo atual, não existe grandes compromissos relacionados com a redução do impacto ambiental e os limites sobre o uso dos recursos que devem ser estabelecidos para conciliar no crescimento econômico e desenvolvimento sustentável.

2. Referencial Teórico

O levantamento das bibliografias para compor o referencial teórico deste trabalho foi realizado, inicialmente, através do acesso ao portal de periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES). Utilizou-se, através da pesquisa por base de dados, a plataforma Web os Science no dia 07 de julho de 2023.

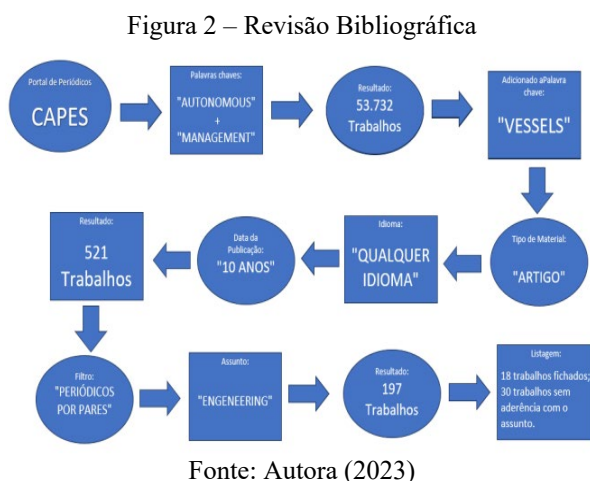
Em uma primeira pesquisa realizada na plataforma CAPES no dia 18 de maio de 2023 foram utilizadas as palavras chaves “Autonomous” + “Management”. O resultado mostrou 53.732 trabalhos.

Em um segundo momento, foi adicionado mais um campo para refinar a busca inserindo a palavra-chave “Vessels”. Em tipo de material foi selecionado a opção de “Artigo”, na aba de idiomas “qualquer idioma” e na data de publicação “últimos 10 anos”, com isso obteve-se o total de 521 trabalhos.

Agora, utilizando-se dos critérios de filtros na aba lateral, foram utilizados os filtros “Periódicos revisados por pares”, no campo Assunto o filtro “Engineering” e no campo Idioma o filtro “Inglês”. A partir desses parâmetros estabelecidos foram totalizados 197 trabalhos.

A partir da descrição apresentada, 197 trabalhos foram definidos como fonte de consulta para o desenvolvimento dessa dissertação. Essas obras estão sendo consultadas através da leitura do abstract e realizado o fichamento dos artigos.

O desenvolvimento da pesquisa também está ocorrendo através da utilização de autores renomados da área de engenharia elétrica, bem como indicação de trabalhos por parte do orientador e coorientador, normas e procedimentos por professores. A Figura 2 é um fluxograma da Revisão Bibliográfica.



3. A embarcação e suas características

Com a sua estabilidade superior e resistência à inclinação lateral, os catamarãs são conhecidos por proporcionarem uma navegação suave e confortável, mesmo em condições meteorológicas adversas, como em tempestades ou ventos fortes.

A sua forma aerodinâmica reduz a resistência ao avanço, permitindo uma maior velocidade e eficiência energética em comparação a outros tipos de embarcação, sendo amplamente utilizado em diversas atividades, desde o transporte de passageiros até competições de vela ou pesquisa marinha [8], [9], [10].

Para se governar uma embarcação há diversas maneiras, sendo o leme um dispositivo mais comum para controlar a direção de uma embarcação, composto geralmente por uma superfície plana ou curva, chamada de pala, colocada na parte traseira do casco da embarcação, abaixo da linha d'água [11].

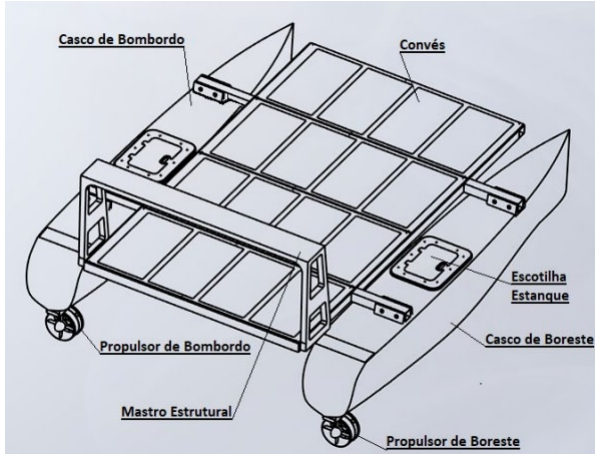
O leme é uma parte essencial do sistema de governo de uma embarcação e desempenha um papel fundamental na sua operação e manobrabilidade, e no caso dos veículos autônomos, a minimização da quantidade de dispositivos mecânicos também reduz a necessidade de manutenção, diminuindo assim, o risco de falhas não previstas durante a operação [12].

Com isso, a parte de governar a embarcação terá dois propulsores fixos, cada um em um casco, de modo que a diferença de potência fornecida a eles gerando a manobrabilidade da embarcação.

Outro elemento que pode ser citado é o mastro, sendo este projetado com muito cuidado e de acordo com a função que irá desempenhar, e nas embarcações não tripuladas, os mastros estruturais são os mais utilizados, e devido a sua robustez é possível o posicionamento de sensores e dispositivos de comunicação a uma altura que maximize a sua eficácia durante a utilização e sua estrutura reforçada reduz as vibrações que

ocorrem durante a navegação, permitindo um melhor funcionamento dos equipamentos [13]. A Figura 4 mostra as seções e componentes de um catamarã.

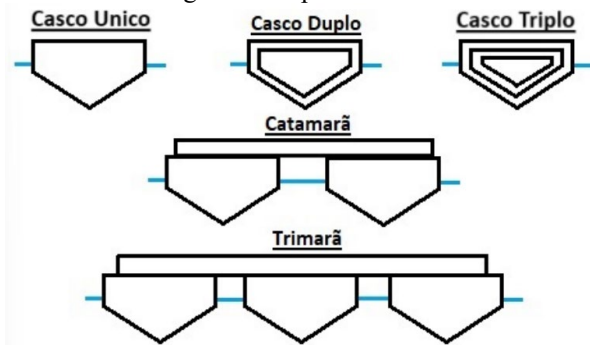
Figura 3 – Principais seções e componentes de um catamarã



Fonte: Corrêa (2023)

Citando os cascos das embarcações, elas são fundamentais para a sua estrutura, desempenho e segurança. Atualmente existem diversos modelos de casco usados, cada um com a sua característica específicas para atender às necessidades do tipo de embarcação e do ambiente em que ela será utilizada. A Figura 5 demonstra os tipos de casco existentes.

Figura 4 – Tipos de Casco



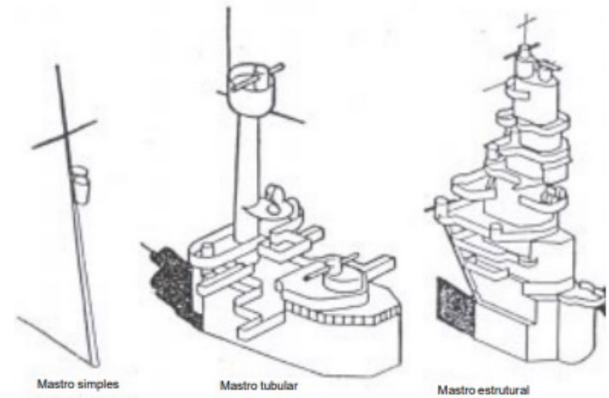
Fonte: Corrêa (2023)

O casco catamarã é caracterizado por ter dois cascos paralelos separados por uma plataforma central, essa configuração proporciona uma maior estabilidade,

velocidade e eficiência em comparação com as embarcações de casco único [13].

[11] cita sobre os mastros, eles desempenham um papel essencial na arte da navegação, erguendo-se altivos sobre os conveses das embarcações, sendo responsáveis pelo sustento das velas e dispositivos eletrônicos de comunicação, rastreamento e posicionamento, cada um com sua característica, sendo possível ver na Figura 5.

Figura 5 – Tipos de mastro



Fonte: Corrêa (2023)

3.1. Características Físicas da Embarcação Autônoma

A embarcação trata-se de um catamarã, possuindo um casco duplo de fibra de vidro, que são conectados por uma estrutura rígida conhecida por plataforma, configurando uma série de características distintas [13]. Na Figura 6 demonstra o modelo da embarcação autônoma elaborada para o estudo e na Tabela 1 as suas especificações.

Figura 6 – Embarcação Autônoma



Fonte: Autora (2023)

Tabela 1 – Dados da Embarcação Autônoma

ESPECIFICAÇÕES	
Comprimento	3.00 m
Largura	2.05 m
Altura do mastro	1.00 m
Velocidade cruz.	10 km/h
Velocidade máx	35 km/h
Peso	32 kg

Fonte: Autora (2023)

Na embarcação autônoma, o mastro é o estrutural, projetado para suportar cargas pesadas, como o peso de radares, equipamentos e até mesmo a pressão do vento durante a navegação, sendo construído com materiais robustos e duráveis, como alumínio, aço inoxidável ou até mesmo materiais compostos de alta resistência, para garantir sua capacidade de resistir às forças externas e ao ambiente marítimo [11]; [13].

Conforme [11], além de fornecer suporte e robustez, o mastro estrutural também serve como ponto de ancoragem para outros equipamentos e sistemas, como o sistema de iluminação, antenas de comunicação, câmeras, e até mesmo sistemas de segurança, como o sistema de guincho de âncora. Portanto, é importante que o mastro estrutural seja projetado e construído de forma apropriada para a instalação segura desses componentes adicionais.

O marinheiro que manobra o leme para governar uma embarcação chama-se timoneiro, ou homem do leme. Nas embarcações miúdas, o timoneiro atua diretamente na cana do leme; contudo, nos navios em movimento, o esforço necessário para girar o leme é muito grande [13].

Os sistemas de controle autônomo podem incluir recursos como navegação autônoma, desvio de obstáculos, controle de colisão, monitoramento e manutenção de sistemas a bordo, entre outros. Eles podem ser implementados em diferentes tipos de embarcações, desde pequenos barcos de recreio até grandes navios comerciais [14]; [15].

A implementação do controle autônomo de embarcações apresenta desafios e considerações importantes, como a necessidade de garantir a segurança das operações, a conformidade com regulamentos marítimos, a confiabilidade dos sistemas e a mitigação de riscos em caso de falhas [16]; [17]; [18]. Os controles autônomos trabalham comumente com 3 tipos de dispositivos, atuadores, sensores e controladoras [19].

Atuadores elétricos são dispositivos que convertem energia elétrica em movimento mecânico. Eles são amplamente utilizados em uma variedade de aplicações para controlar e mover diferentes componentes ou sistemas. Os atuadores elétricos são projetados para substituir ou complementar os atuadores tradicionais, como hidráulicos e pneumáticos [20]; [15].

Sensores são dispositivos que detectam e medem mudanças em variáveis físicas ou condições ambientais e as convertem em sinais elétricos ou outros tipos de sinais mensuráveis. Eles desempenham um papel fundamental em várias aplicações, desde automação industrial até eletrônica de consumo, saúde, transporte e muito mais [21].

3.2. Características Técnicas da Embarcação Autônoma

Os sensores captam informações sobre o ambiente ao seu redor por meio de diferentes princípios de detecção, como óptico, acústico, elétrico, magnético, térmico, entre outros. Dependendo do tipo de informação que precisam detectar, os sensores podem medir grandezas físicas como temperatura, pressão, luz, umidade, movimento, presença, nível de um fluido, aceleração e muitas outras [11].

Após capturar as informações do ambiente, os sensores convertem esses dados em sinais elétricos ou digitais que podem ser processados, interpretados e utilizados em sistemas de controle, monitoramento, tomada de decisões ou exibição de informações relevantes para os usuários [22]; [23].

Sistemas elétricos são conjuntos de componentes e dispositivos interconectados que permitem a geração, distribuição,

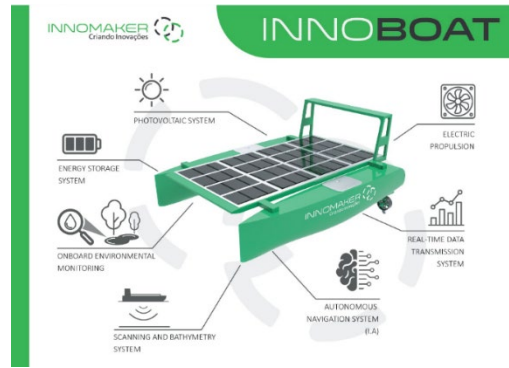
controle e utilização da energia elétrica [24]. Fontes de energia convencionais são aquelas produzidas a partir de fontes de energia que se esgotam na natureza e, portanto, causam diversos impactos ambientais [11]. Essa energia normalmente de origem orgânica é limitada e demora milhões de anos para se formar na natureza. Com o aumento da participação de fontes de energia renovável, como energia solar e eólica, na matriz energética, a gestão da energia envolve a integração eficiente dessas fontes no sistema elétrico.

A comunicação sem fio permite que informações vitais sejam transmitidas de um barco autônomo para uma estação de controle em terra ou uma embarcação de suporte [25]. Os barcos autônomos podem usar comunicação sem fio para interagir com sensores e dispositivos externos, como sistemas de detecção de obstáculos, sistemas de navegação, sistemas de posicionamento global, sistemas de monitoramento ambiental e muito mais. Essa troca de dados em tempo real permite que o barco autônomo tome decisões informadas e adapte seu comportamento de acordo com as condições do ambiente.

É importante ressaltar que a comunicação sem fio em barcos autônomos precisa ser confiável, segura e resistente a interferências, garantindo uma operação eficiente e segura. Protocolos de comunicação robustos e criptografia de dados são essenciais para proteger as informações e evitar interrupções indesejadas [26].

Na Figura 7 e na Tabela 2 são demonstrados os recursos de Inteligência Artificial presentes na embarcação autônoma elaborada para o estudo.

Figura 7 – Recursos da Embarcação Autônoma



Fonte: Autora (2023)

Tabela 2 – Recursos de IA da Embarcação Autônoma

RECURSOS DE IA	
Marujo Digital	detecção de embarcações, pessoas, obstáculos, marcação da linha do horizonte e marcação de trajetória.
Sistema de Segurança Automático	Caso alguém se aproxime da embarcação com atitudes suspeitas, ele entra em modo de segurança, retornando a base.

Fonte: Autora (2023)

4. Aplicabilidade da Embarcação Autônoma

A embarcação é projetada para operar em águas interiores, como lagos ou rios, e poderá ser utilizada para diversas aplicações, como monitoramento ambiental, patrulhamento, entre outros. A tecnologia de propulsão elétrica e navegação autônoma serão integradas de forma a garantir uma operação segura e eficiente.

O veículo em questão possuirá capacidade para operar de forma remota, ou seja, controlado remotamente por meio de uma conexão Wireless Fidelity (WiFi) estabelecida com uma estação em terra. Para possibilitar o controle autônomo, o veículo é equipado com diversos sensores de navegação essenciais para uma operação segura. Esses sensores incluem um receptor Global

Positioning System (GPS) de alta precisão e um sistema inercial de posicionamento com acelerômetro e giroscópio.

Além disso, o veículo conta com um sistema fotovoltaico que auxilia na manutenção da energia necessária para seu funcionamento. Para garantir a segurança e o controle eficiente do sistema elétrico, foi desenvolvida uma placa de instrumentação específica que realiza a medição de corrente e tensão em diferentes partes do sistema. Essa placa permite o gerenciamento e controle autônomo da energia do veículo, proporcionando um maior nível de autonomia e eficiência em sua operação.

Em geral, os catamarãs têm uma melhor eficiência de deslocamento na água em comparação com embarcações monohull tradicionais. Seus cascos paralelos geram menos resistência, permitindo que atinjam velocidades mais altas com menor consumo de combustível. Os catamarãs possuem um calado mais raso, o que os torna mais adequados para áreas costeiras, lagoas e rios rasos, onde embarcações monohull podem encontrar dificuldades de navegação.

Devido à sua forma e velocidade, os catamarãs podem ser mais eficientes em termos de consumo de combustível, o que é benéfico para operações comerciais e ecológicas. A plataforma ampla de um catamarã proporciona mais espaço para a instalação de painéis solares. Os catamarãs podem ser adaptados para várias aplicações, dentre elas:

- Exploração de recursos: barcos autônomos podem ser utilizados para explorar recursos minerais e outros recursos no fundo dos mares, oceanos, rios melhorando a eficiência das operações de exploração;
- Monitoramento de águas costeiras: barcos autônomos podem ser usados para monitorar águas costeiras, monitorando a qualidade da água, as espécies aquáticas e outras variáveis que afetam a saúde dos ecossistemas costeiros;

- Pesquisa científica: investigar fenômenos e formular novas hipóteses através do levantamento de dados, análise de informações e formulação de teorias;
- Segurança marítima: Barcos autônomos também estão se tornando uma forma cada vez mais popular de patrulhamento de águas costeiras e marítimas. Eles têm sido usados para detectar invasores, resgatar naufragos, e monitorar áreas de águas para prevenir atividades ilegais de desmatamento nas margens de rios, áreas de garimpo ilegal, etc;
- Exploração oceanográfica: Um mercado em ascensão para veículos autônomos é a exploração oceanográfica. Esses barcos permitem a realização de pesquisas a longo prazo, monitoramento de águas costeiras, monitoramento de animais marinhos e muito mais;
- Batimetria de solos de rios: levantar a topografia do fundo de barragens e reservatórios;
- Transporte de carga: transporte de insumos básicos para áreas remotas, retirada de resíduos das aldeias e condados ribeirinhos de difícil acesso;

5. Considerações Finais

Um aspecto relevante que o estudo conduzido evidenciou foi que, muito embora a tecnologia apresente custos de investimento elevados, com a desvantagem de proporcionar baixa produtividade de energia em dias nublados ou durante estações do ano com baixos índices de radiação solar, como no outono e inverno, sua aplicação se reflete em muitos outros benefícios como os socioambientais que, além de representarem um incentivo à inovação, pode ser explorada comercialmente por meio do marketing ambiental e da melhoria da imagem da empresa perante os passageiros, investidores e sociedade em geral, visto que a empresa que operacionaliza a travessia presta um serviço público.

O transporte da embarcação autônoma ainda não foi avaliado para a funcionalidade de transportar pessoas e carga, todavia, os testes com uma análise mais abrangente são estudados no decorrer dessa função. Mesmo que o estudo esteja avaliando a parte de carga e resistência para a navegação e estudo fluvial e seus monitoramentos.

O estudo fala sobre a embarcação direcionando-a para a fonte de carga e estrutura da embarcação, pode-se dizer que as amplas utilidades da mesma são eventualmente estabelecidas para um estudo fortificado pela análise de abrangência. Os meios de transporte permitem à população ter acesso as suas diversas necessidades sociais e econômicas básicas como, saúde, trabalho, educação e lazer.

Os países que alcançaram um grau de desenvolvimento econômico investiram em uma malha de transporte bem estruturada, contudo, o estudo no estado da Amazônia torna-se mais amplo, pois os relevos e suas fluidez torna-se uma vereda bem mais complicada para ampliar esse devaneio.

No Brasil, a malha de transporte apresenta-se desproporcional, isso porque nas últimas décadas concentrou suas atenções no modal rodoviário desprezando o seu potencial natural que é a navegação.

Na região amazônica, a embarcação autônoma catamarã atingiu seu ápice durante todo teste que a mesma foi atribuída, dando um anteparo para os pesquisadores e os desenvolvedores a poder ampliar essa concepção de embarcação, podendo no futuro adentrar para uma embarcação tripulada, transporte de carga, segurança ampliada para o estado e processo de proteção do IBAMA, contudo essas análises serão mais vigentes e introduzidas em um estudo mais amplo na base de um doutorado por uma outra mestrando, pois as aplicações da mesma, vem sendo estabelecida e rompida a cada dia, pois, as aplicações da mesma, vem sendo estabelecida e rompida a cada dia, pois os testes tem mostrado um equilíbrio e segurança para sua aplicação.

O transporte para tripulantes ou até de carga pode se estabelecer em cima de uma melhoria do aumento de energia trabalhada, força e estruturação para obter e conter pessoas em seu interior, concomitantemente, nota-se que o transporte aquaviário de passageiros nesta região se caracteriza como mista, ou seja, as embarcações transportam tanto cargas quanto pessoas.

Outro fator de grande significado para a precariedade do setor é a questão da qualidade dos serviços oferecidos, com a embarcação, será desenvolvida um novo layout para satisfazer os pontos essenciais.

Por essa razão, discorrer dessa análise mais ampla e fortificada, pode-se entender a questão do meio ambiente e a contaminação, visto que, esse tipo de embarcação não polui o meio e não a satura com os poluentes, contudo, além de manter o meio ambiente menos poluente, a embarcação Catamarã veio para ficar e ajudar a Amazônia na sua contribuição de minimizar e equacionar os planos de ação para obter uma segurança satisfatória para todo seu percurso e uso.

Mesmo assim, o transporte hidroviário na Amazônia funciona em condições precárias de eficiência, segurança e conforto e está muito aquém dos modelos implantados em outros países, porém o estudo da Embarcação Autônoma Catamarã, o enfoque é na sua obtenção de carga e seu aumento de utilidades para energia e poder atingir maiores distâncias, por essa razão o trabalho veio demonstra a sua utilização como embarcação autônoma e como análise clínicas e laboratoriais que são feitas na própria embarcação e o monitoramento, além disso, o aumento de uso de energia trabalhada e gerada para contribuir e fornecer que a mesma possa fluir para uma distância que rompa o que primeiramente foi estabelecido.

Visto que, a embarcação além de ser eficiente e muito efetiva na sua performance, pode-se Alencar as funções primarias com a melhoria e a minimizar a contaminação por transportes que contaminam ao meio e que agride a sociedade, portanto, a mesma conduziu uma satisfação de implementação

ainda maior por ser benéfico ao meio ambiente e poder usar energia renovável, sem que tenha perda de trabalho útil, mostrando que a sociedade tem condições de criar meios que possa satisfazer qualquer geografia e meio para melhorar a segurança e viabilidade para o ambiente.

Com isso, então, enfim, discorrer sobras manobras de uso e suas aplicações torna-se o estudo ainda mais interessante e diverso, pois a necessidades daquela população vai muito além, os governantes necessitam implementar meios e diretrizes para polarizar o estado da Amazônia em si, para poder extrair os benefícios que a natureza oferece de maneira segura e controlada, a embarcação pode adentrar nesses lugares onde que hoje a sociedade rejeita ou não busca o entendimento sobre, portanto, o estudo fenda esse artigo mostrando as contribuições e sua funcionabilidade especificadas dentro de todo o artigo, alicerçando as embarcações autônomas como um meio extremamente funcional e essencial para poder assegurar à sociedade e as pessoas que aquele povo necessita de um lugar seguro, saudável para sua sobrevivência diária.

Uma vez concluído o estudo de viabilidade técnica e econômica da região da Amazônia, o projeto de pesquisa espera como resultado uma nova proposta de modelo de negócio voltado para utilização da embarcação autônoma do tipo solar/elétrica. Os resultados obtidos serão fundamentais para orientar tomadores de decisão, formuladores de políticas públicas e investidores interessados na adoção de embarcações mais sustentáveis na região amazônica.

6. Referências Bibliográficas

- [1] PINTO, Fátima C. V.; SANTOS, Robson N. dos. *Potenciais de redução de emissões de dióxido de carbono no setor de transportes: um estudo de caso da ligação hidroviária Rio-Niterói*. ENGEVISTA, v. 6, n. 3, p. 64-74, dez. 2004.
- [2] MARINOSKI, Deivis L.; SALAMONI, Isabel T; RÜTHER, Ricardo. *Pré-dimensionamento de sistema solar fotovoltaico: estudo de caso do edifício sede do CREA-SC*. X Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, 2004. São Paulo. Anais... São Paulo: ENTAC, 2004. V.1, p. 678- 691. METROPLAN. Portal da Fundação Estadual de Planejamento Metropolitano e Regional.
- [3] LOUREIRO, V. R. *Amazônia: uma história de perdas e danos, um futuro a (re)construir*. Estudos avançados, 16 (45), 107-121, 2022.
- [4] WERNLI, R. L. AUV's – *The Maturity of the Technology*. Oceans'99 MTS/IEEE. Riding the Crest into the 21st Century, v. 1, p. 189-195, 2000.
- [5] MANLEY, Justin E. Unmanned surface vehicles, 15 years of development. In: OCEANS 2008. Ieee, 2008. p. 1-4.
- [6] NEGREIROS, A. *N-Boat: Projeto e Desenvolvimento de um Veleiro Robótico Autônomo*. 2019.
- [7] CAVALCANTI, C. *Sustentabilidade: mantra ou escolha moral? Uma abordagem ecológico-econômica*. Estudos Avançados, 2012.
- [8] FOSSEN, T. I. *Handbook of Marine Craft Hydrodynamics and Motion Control*. Journal of Field Robotics, 2019.
- [9] MASCARO S., T. A. *Design and development of a low-cost autonomous boat for environmental monitoring*. Journal of Field Robotics, 2021.
- [10] BENETAZZO, A. C. S. B. F. B. D. S. M. *Design and development of a small autonomous boat for environmental monitoring in Venice Lagoon*. Journal of Field Robotics, 2019.
- [11] CORRÊA, W. S. *Proposta de arquitetura para uma embarcação elétrica do tipo catamarã não tripulado para monitoramento ambiental*. Dissertação de Mestrado. Engenharia Elétrica e de

- Telecomunicações, Universidade Federal Fluminense, Niterói, Rio de Janeiro, 2023.
- [12] FOSSEN T. I., P. K. Y. *Hydrodynamic modeling and control of an autonomous surface craft*. IEEE TRANSACTIONS ON CONTROL SYSTEMS TECHNOLOGY, 2022.
- [13] FONSECA, M. M. *Livro da construção de embarcações O Arte Naval*. [S.l.]: SDM, 1954.
- [14] KAEDING P., H. G. *Real-time trajectory optimization and path planning for autonomous ships*. Ocean Engineering, 2019.
- [15] FOSSEN, T. I., J. T. A. B. M. *Nonlinear observer design for marine craft: tracking and motion control*. *Control Engineering Practice*. Springer, 2017.
- [16] RATTI, Y. Q. J. Y. W. W. F. D. J. Y. C. *A survey of autonomous surface vehicles: Recent advances, current challenges, and future directions*. IEEE Transactions on Vehicular Technology, 2023.
- [17] RACHID O., R. B. O. L. T. F. A. *Path planning and obstacle avoidance for autonomous maritime vehicles: A review*. Journal of Marine Science and Technology, 2022.
- [18] CHEN T., L. B. W. F. Y. *Deep reinforcement learning-based path planning for autonomous surface vehicles in uncertain environments*. Journal of Marine Science and Technology volume, 2022.
- [19] LIU Y., Z. H. *Vision-based perception and control for autonomous docking of unmanned surface vehicles*. IEEE/OES Autonomous Underwater Vehicles Symposium, 2020.
- [20] BIRK A., P. M. S. S. *Autonomous Underwater Vehicles: Technology and Applications*. journal CRC Press, 2017.
- [21] NI J., C. W. T. M. *Sensor-based path following for autonomous surface vessels in inland waterways*. IEEE International Conference on Information and Automation, 2023.
- [22] JOHNSON L. E., S. R. S. E. G. G. *Autonomous Underwater Vehicles: Technology and Applications*. Journal of Ship Production and Design, 2019.
- [23] FRAZZOLI E., F. E. E. *Springer Handbook of Robotics*. Springer, 2019
- [24] IDRIS, M. I. S. M. H. M. *Development and testing of an autonomous surface vehicle for hydrographic surveying*. ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences, 2022.
- [25] ZHOU Y., R. J. C. H. *A cooperative control strategy for multiple autonomous surface craft in environmental monitoring tasks*. J. Mar. Sci. Eng, 2021.
- [26] WANG Y., L. H. Y. J. *A survey of algorithms for collision avoidance of unmanned surface vehicles*. Journal of Marine Science and Technology volume, 2022.



Planejamento estratégico na construção de edifícios residenciais

Strategic planning in the construction of residential buildings

SILVA, Agnaldo Bento da¹; Hervé, Marcio²
agnaldo.silva03@hotmail.com¹; marcio_herve@yahoo.com.br²;

¹ Engenheiro civil; Pós-graduando em Planejamento, Gestão e Controle de Obras Civis, Escola Politécnica da UFRJ

² Engenheiro eletricitista, M.Sc., Universidade Federal do Rio de Janeiro.

Informações do Artigo

Palavras-chave:
 Planejamento;
 Controle;
 Construção Civil;
 Gerenciamento.

Keyword:
 Planning;
 Control;
 Construction;
 Management.

Resumo:

O presente trabalho aborda o tema planejamento estratégico na construção de edifícios residenciais. A metodologia utilizada na construção desta pesquisa permaneceu alinhada ao que foi proposto por este estudo e seus respectivos objetivos, sendo utilizado o método de pesquisa bibliográfica. O presente estudo, através de seu objetivo geral, deve apontar a importância do planejamento estratégico para a construção de edifícios residenciais. Enfim, esta pesquisa permite que o tema continue em aberto, ficando proposto que futuramente seja realizado uma nova pesquisa, a fim de contextualizar com os pontos aqui abordados. Junto à pesquisa proposta, também fica sugerida a aplicação de um estudo de caso, e, neste sentido sugere-se que seja feito um estudo em um canteiro de obras, onde seja possível observar a aplicação do planejamento e controle na construção, evidenciando as questões sustentáveis que foram projetadas e apontando quais foram cumpridos ou não e seus motivos, desta forma, talvez seja possível obter melhorias durante os processos nesta e em outras situações.

Abstract

This work addresses the topic of strategic planning in the construction of residential buildings. The methodology used in the construction of this research remained aligned with what was proposed by this study and its respective objectives, using the bibliographic research method. The present study, through its general objective, should highlight the importance of strategic planning for the construction of residential buildings. Ultimately, this research allows the topic to remain open, and it is proposed that new research be carried out in the future, in order to contextualize the points covered here. Along with the proposed research, the application of a case study is also suggested, and, in this sense, it is suggested that a study be carried out on a construction site, where it is possible to observe the application of planning and control in construction, highlighting the issues that were designed and pointing out which ones were fulfilled or not and their reasons, in this way, it may be possible to obtain improvements during the processes in this and other situations.

1. Introdução

O planejamento do projeto de construção é a fase inicial e mais importante do gerenciamento do projeto. O planejamento compreende a definição dos objetivos do projeto, sequência de trabalhos, métodos de construção, planejamento de recursos, preparação de estimativas de custo e duração de várias atividades, a fim de garantir a conclusão satisfatória do projeto. Os documentos para o planejamento da construção consistem em projetos e desenhos, estimativas de quantidade, métodos de construção a serem adotados, documentos de contrato, condições do local, pesquisa de mercado, recursos locais, ambiente do projeto e requisitos do cliente [1].

Planejamento e programação é uma parte importante do gerenciamento da construção. O planejamento e a programação das atividades de construção ajudam os engenheiros a concluir o projeto no prazo e dentro do orçamento [2].

Um cronograma bem pensado e um planejamento completo são essenciais para o sucesso do projeto. O planejamento é um processo usado para determinar o tempo, a sequência e a montagem das operações em um projeto para prever o tempo geral de conclusão. O plano é realizar as entregas definidas contra o tempo. O agendamento é apenas um componente dos esforços de planejamento [3].

É provável que grandes projetos de construção iniciados sem controles eficazes de projeto falhem. O planejamento e o cronograma da construção são essenciais para o sucesso de um projeto; eles criam um ambiente de trabalho integrado, onde fica fácil alocar recursos adequadamente, colocar todas as partes interessadas na mesma página e continuar a produção sem gargalos [4].

O planejamento é um componente essencial que continua até o encerramento do projeto e requer a devida diligência. As partes interessadas envolvidas em um projeto precisam e se beneficiam do planejamento e

programação do projeto, mas de perspectivas diferentes [5].

O planejamento e a preparação da construção desempenham um papel muito importante na construção atual. A eficácia do planejamento e preparação leva ao sucesso de um projeto, incluindo a qualidade da obra e o tempo consumidos na conclusão do projeto. Um canteiro de obras bom e adequadamente planejado pode melhorar a eficiência e até a segurança da operação de construção. Portanto, para construir um bom edifício, a etapa do planejamento não pode ser eliminada ou ignorada para economizar tempo e dinheiro da construção [6].

Os controles do projeto são uma subfunção e concentram-se em apenas dois parâmetros: custo e cronograma. O gerenciamento de pessoas e o controle de qualidade, por exemplo, não se enquadram no âmbito dos controles do projeto. O principal objetivo dos controles do projeto é minimizar a variação de custos e cronograma em relação ao planejado originalmente [7].

Neste contexto a presente pesquisa tem como foco responder a seguinte questão: qual a importância do planejamento estratégico para a construção de edifícios residenciais?

Desta forma, os objetivos específicos buscarão contextualizar o gerenciamento de construção, conceituar o planejamento em obras, definir o papel do controle em obras, entender o papel da integração da sustentabilidade no projeto de obra através do planejamento e controle e por fim, abordar o planejamento estratégico para a construção de edifícios residenciais visando uma execução bem-sucedida

A pesquisa é justificada como uma forma de contribuir ao meio acadêmico em que está inserido, além de ser possível enriquecer a temática referente a importância do planejamento e controle de obras. Justifica-se também como uma forma de agregar conhecimento em seu meio social, onde pretende-se apresentar um material concreto, possibilitando também a compreensão dos leitores que, mesmo sem conhecimento

técnico, buscam maior conhecimento sobre o tema.

Este trabalho foi elaborado a partir de pesquisas e análises baseadas na bibliografia existente sobre a área temática e na prática de sua atuação. Utilizamos critérios de citação, pesquisas relacionadas ao tema, publicações que trazem o tema em questão, além de textos traduzidos, artigos e citações. O objetivo do estudo foi estabelecer se o material selecionado contribuiu ou não para o alcance dos objetivos especificados. Também foram listados os nomes e anos de publicação das fontes utilizadas para embasar esta pesquisa. Por fim, uma leitura analítica foi usada para organizar todas as informações adquiridas para resolver o problema em questão.

2 Referencial teórico

2.1 Gerenciamento de construção

Gerenciamento é a ciência e arte de planejar, organizar, liderar e controlar o trabalho dos membros da organização e de usar todos os recursos disponíveis da organização para atingir as metas declaradas. O gerenciamento da construção lida com o consumo econômico dos recursos disponíveis no menor tempo possível para a conclusão bem-sucedida do projeto de construção. 'Pessoas', 'materiais', 'máquinas' e 'dinheiro' são denominados como recursos no Gerenciamento da construção [3]. Os principais objetivos do gerenciamento da construção são:

- Conclusão do trabalho dentro do orçamento estimado e do tempo especificado;
- Manter uma reputação de mão de obra de alta qualidade;
- Tomar decisões sólidas e delegar autoridade;
- Desenvolver uma organização que trabalha em equipe.

2.1.1 Funções de Gerenciamento de Construção

As funções de gerenciamento de construção são [8]:

- Planejamento em administração de obras: é o processo de seleção de um método específico e a ordem do trabalho a ser adotado para um projeto de todas as maneiras e sequências possíveis em que isso pode ser feito. Ele abrange essencialmente os aspectos de 'O que fazer' e 'Como fazer'.
- Programação em Gerenciamento de Obras: a programação é a adequação do plano de trabalho final a uma escala de tempo. Mostra a duração e a ordem de várias atividades de construção. Ele lida com o aspecto de 'quando fazê-lo'.
- Organização: está preocupada com a divisão do trabalho total da construção em departamentos / seções gerenciáveis e com o gerenciamento sistemático de várias operações, delegando tarefas específicas a indivíduos.
- Pessoal: é o fornecimento de pessoas certas para cada seção / departamento criado para a conclusão bem-sucedida de um projeto de construção.
- Direção: se preocupa com as sub-coordenadas de treinamento para realizar tarefas atribuídas, supervisionando o trabalho e orientando os esforços. Também envolve motivar a equipe a alcançar os resultados desejados.
- Controle: envolve uma revisão constante do plano de trabalho para verificar as realizações reais e descobrir e retificar os desvios através de medidas corretivas apropriadas.
- Coordenação: envolve reunir e coordenar o trabalho de vários departamentos e seções, a fim de ter uma boa comunicação. É necessário que cada seção esteja ciente de seu papel e da assistência esperada de outras pessoas.

2.1.2 Importância da Gestão da Construção

As boas práticas de gerenciamento de construção invariavelmente levam a

"produção máxima pelo menor custo". Uma boa gestão da construção resulta na conclusão de um projeto de construção no orçamento estipulado. O gerenciamento da construção fornece importância para a utilização ideal dos recursos. Em outras palavras, resulta na conclusão de um projeto de construção com uso criterioso dos recursos disponíveis [4].

O gerenciamento da construção fornece a liderança necessária, motiva os funcionários a concluir bem as tarefas difíceis dentro do tempo disponível e extrai talentos potenciais dos funcionários. O gerenciamento da construção é benéfico para a sociedade, pois evitará o aumento de custos, excesso de tempo, desperdício de recursos, exploração ilegal do trabalho e poluição do meio ambiente [1].

2.2 Aplicando o planejamento

O planejamento da construção é o processo específico que os gerentes de construção usam para definir como gerenciarão e executarão um projeto de construção, desde o design da estrutura até a encomenda de materiais, a implantação de trabalhadores e subcontratados para concluir várias tarefas. Um plano de construção lista cada etapa que será necessária para alcançar o resultado desejado [2].

O planejamento da construção abrange essencialmente a escolha de políticas, procedimentos e processos relevantes para atingir os objetivos do projeto. O cronograma de construção adapta os planos de ação do projeto de construção para escopo, tempo, custo e qualidade em um calendário funcional. Esse processo de adaptação das especificações do projeto, incluindo requisitos de recursos (mão-de-obra, equipamentos, materiais etc.), comunicações, riscos e compras em um sistema operacional de fluxo de trabalho, é fundamental para sua equipe de projeto [9].

2.2.1 Objetivos do planejamento do projeto

O planejamento do projeto fornece orientação e padrões de desempenho. Também ajuda a saber sobre os riscos e

oportunidades que estão por vir. Nesta fase, um plano é feito e as estratégias são definidas considerando as regras, procedimentos e políticas da empresa [10].

Os objetivos de um projeto devem ser fornecidos com muita clareza, pois são essenciais para a conclusão do projeto dentro do tempo determinado. Os objetivos do planejamento do projeto não são independentes. Eles estão inter-relacionados, direta ou indiretamente. Os objetivos devem seguir a regra "SMART". Aqui, cada letra implica uma certa qualidade de um objetivo e essas são específicas, mensuráveis, atingíveis, realistas e tangíveis [8]. Outros objetivos do planejamento do projeto de construção são:

- Planejamento de cada atividade: o planejamento do projeto de construção deve identificar e incluir todas as atividades do projeto em uma ordem sequencial. Toda atividade deve ser agendada em um cronograma para o rastreamento do projeto de construção [11].
- Abordagens construtivas: é essencial que os projetos contemplem as estratégias construtivas a serem empregadas nas diversas tarefas, assim como o planejamento e a seleção de ferramentas e equipamentos específicos para cada uma dessas atividades. Isso garante a disponibilidade dos recursos necessários no momento apropriado [3].
- Planejamento para equipamentos e máquinas para construção: o custo de uma construção pode variar muito em função do uso de equipamentos de construção e máquinas pesadas, pois o custo de aluguel pode ser muito alto por dia. Portanto, o planejamento e a programação desses equipamentos e máquinas devem ser feitos com antecedência, para que as atividades do projeto decorram sem problemas, sem manter esses equipamentos em espera. O projeto deve ser planejado de forma que o uso dessas máquinas possa ser maximizado ao longo do período especificado, a fim de torná-lo econômico [12].
- Suprimento de materiais: o planejamento do projeto também deve incluir o

planejamento de compras de materiais, uma vez que estes materiais, normalmente, representam grande parte do custo da obra. Não é aconselhável manter o material não utilizado no local por um longo tempo, já que isto pode degradar o material. Portanto, o planejamento adequado da aquisição de material também ajuda a concluir o projeto dentro do orçamento [11].

- Planejando as habilidades dos funcionários: algumas das atividades de construção requerem a disponibilidade de pessoas qualificadas para executar esse trabalho. Não é necessário empregar essa pessoa durante todo o projeto, para que o planejamento adequado desse trabalho possa reduzir o custo de operação dessa atividade [5].

- Planejando documentos e desenhos necessários: os projetos de construção são executados com base nos desenhos e especificações. É necessário rastrear e disponibilizar esses desenhos no local no prazo, para que as atividades de construção não sejam interrompidas. Assim, o planejamento do projeto de construção também deve incluir os cronogramas de desenhos, especificações e outros documentos a serem disponibilizados no local para revisão e execução sem atrasar o projeto [6].

- Planejamento Financeiro: o planejamento financeiro da construção é um dos aspectos mais importantes. Quantidades diferentes são necessárias em diferentes estágios do projeto de construção. O planejamento adequado dos fundos para a construção ajuda o projeto a prosseguir sem problemas. Não faz sentido investir todo o valor orçado no projeto de construção durante o início do projeto. Isso pode ser feito em fases, como e quando necessário [2].

2.2.2 Importância do planejamento do projeto de construção

O planejamento e a programação adequados da construção são importantes para garantir que o projeto seja concluído dentro do prazo e do orçamento. Um cronograma de construção bem planejado não apenas

descreve o ritmo do trabalho, mas também determina como o trabalho é realizado. Também ajuda a definir os processos, métodos e sequências para quando os materiais são colocados no lugar [8]. Desta forma, o planejamento:

- Ajuda a minimizar o custo através da utilização otimizada dos recursos disponíveis;
- Reduz abordagens irracionais, duplicação de obras e conflitos entre departamentos;
- Incentiva a inovação e a criatividade entre os gerentes de construção.

Preparar o cronograma de construção meticulosamente e com antecedência maximiza a eficiência e produtividade. Como o cronograma de construção permite melhorar as medidas de controle de qualidade, é fácil sequenciar o trabalho e garantir que se tenha a qualidade e a quantidade corretas de materiais usados em cada etapa [4].

A aquisição de materiais e recursos está no caminho certo, pois pode usar a programação para comprar os materiais certos exatamente quando precisar deles. O desempenho da segurança é aprimorado à medida que se usa a programação para rastrear qual trabalhador está no local e garantir que as diretrizes de proteção sejam seguidas corretamente [13].

Ter um cronograma de construção confiável também permite que se aloque melhor o tempo entre todos os envolvidos no projeto, o que ajuda a planejar melhor as atividades. Ao obter o controle total do projeto, se reduz surpresas desagradáveis, evitando excessos de custos e atrasos [1]. O planejamento do projeto de uma obra pode ser dividido em três partes:

- Planejamento estratégico: envolve uma seleção de alto nível dos objetivos do projeto. O planejamento estratégico geralmente é feito pelos planejadores corporativos do proprietário do projeto. Para atingir os objetivos do proprietário, eles decidem qual projeto construir e o prazo de conclusão com as equipes do projeto desenvolvendo o plano de execução principal da construção que se

enquadra nas diretrizes definidas nos planos estratégicos e de contratação [8].

- **Planejamento operacional:** envolve um planejamento detalhado pelas equipes de construção para atender aos objetivos estratégicos do projeto. Antes que as equipes do projeto possam detalhar o cronograma da construção, elas devem responder uma série de perguntas para poder preparar o plano mestre da construção [10]:

- a. O plano operacional alcançará a data prevista pelo planejamento estratégico?
- b. Existem recursos e serviços de construção suficientes disponíveis na empresa para atender aos objetivos do projeto?
- c. Qual o impacto do novo projeto na carga de trabalho existente?
- d. Onde obter os recursos para lidar com qualquer sobrecarga?
- e. Quais políticas da empresa podem impedir o plano de atingir a data prevista?
- f. Equipamentos ou materiais de entrega longa estão envolvidos?
- g. Os conceitos e o projeto do projeto estão firmemente estabelecidos e prontos para iniciar a construção?
- h. O plano de contratação original ainda é válido?
- i. Será mais econômico usar uma abordagem de agendamento acelerado?

- **Planejamento de prazos:** Refere-se à elaboração de um cronograma operacional detalhado, alinhado dentro de um período específico e conforme os objetivos estratégicos propostos [14].

2.3 O papel do controle

Por várias razões, os projetos de construção podem se desviar do cronograma criado inicialmente. O controle do projeto estuda os detalhes de como o progresso é medido e o desempenho é rastreado. Ele fornece as ferramentas necessárias para avaliar um projeto em qualquer estágio. A

qualidade dos dados do cronograma da linha de base desempenha um papel fundamental durante o processo de rastreamento do projeto [5].

Os controles do projeto desempenham um papel crítico quando se trata de antecipar e analisar problemas. Em grandes projetos de construção, é essencial observar o status atual do projeto e calcular a variação de desempenho do projeto. No ambiente competitivo de hoje, observar a estrita aderência ao cronograma e a entrega de um projeto no prazo muitas vezes define a diferença entre falha e sucesso [7].

Os controles do projeto são processos para coletar e analisar dados do projeto para manter os custos e cronogramas no caminho certo. As funções dos controles do projeto incluem iniciar, planejar, monitorar e controlar, comunicar e fechar os custos e o cronograma do projeto. Por fim, os controles do projeto são processos iterativos para medir o status do projeto, prever resultados prováveis com base nessas medições e melhorar o desempenho do projeto se esses resultados projetados forem inaceitáveis [3].

Os controles do projeto podem incluir as seguintes atividades:

- Alinhar os projetos com as metas e objetivos do portfólio / organização;
- Desenvolvimento de uma estrutura de divisão de trabalho (WBS);
- Colaborar nos cronogramas iniciais do projeto;
- Desenvolver um plano de gerenciamento de riscos;
- Realizar o orçamento e previsão do projeto;
- Monitorar os custos do projeto;
- Dar Feedback e emitir relatórios;
- Otimizar as estratégias do projeto para permitir resultados melhores no futuro.

Embora um projeto possa lidar com muitos parâmetros, como qualidade, escopo etc., a disciplina dos controles do projeto se

concentra nos fatores de custo e cronograma, monitorando continuamente qualquer risco associado a eles [6].

Hierarquicamente, os controles do projeto são alinhados no gerenciamento de projetos. Um controlador de projeto pode estar se reportando a um gerente de projeto em um projeto específico ou em um portfólio inteiro de projetos. Os controles do projeto são essenciais para o gerenciamento bem-sucedido do projeto, pois alertam as partes interessadas do projeto sobre as possíveis áreas problemáticas e permite que elas sejam corrigidas se necessário [15].

Para que os controles do projeto sejam bem-sucedidos, eles não podem ser aplicados em surtos ou no vácuo. Em vez disso, as atividades de controle do projeto devem percorrer todo o ciclo de vida do projeto - desde a fase de iniciação até o fechamento - para monitorar e controlar os vários fatores que afetam o custo e o cronograma [13].

Entrelaçar os controles do projeto com o restante do gerenciamento do projeto fornece informações oportunas que capacitam as partes interessadas do projeto a tomar as decisões corretas no momento certo [5].

2.4 Integração da sustentabilidade através do processo de planejamento e controle da obra

Sustentabilidade é um termo amplo que descreve o desejo de realizar atividades sem esgotar os recursos ou causar impactos prejudiciais, definido pela Comissão Brundtland como atender às necessidades do presente sem comprometer a capacidade das gerações futuras de atender às suas próprias necessidades. Algumas descrições mais amplas incluem a sustentabilidade social e econômica (que, juntamente com a sustentabilidade ambiental, compreende os três pilares da sustentabilidade), embora possam confundir a questão básica do esgotamento de recursos [13].

A construção sustentável pode ser caracterizada como um método de construir que adota e integra os princípios fundamentais do desenvolvimento

sustentável. Essa abordagem à construção visa garantir responsabilidade ambiental, consciência social e viabilidade econômica, tanto para o ambiente quanto para as novas instalações, beneficiando assim toda a comunidade [16].

Os três pilares principais que fundamentam a construção sustentável são:

- **Proteção Ambiental:** Relaciona-se com o impacto no ambiente construído e a utilização de recursos naturais, buscando minimizar a pegada ecológica e gerenciar de forma responsável os materiais e processos.
- **Bem-estar Social:** Refere-se à influência que a construção tem sobre os indivíduos e a comunidade. Isso inclui a segurança, satisfação e conforto das pessoas, além de considerar as contribuições que elas podem oferecer, como habilidades, saúde, conhecimento e motivação.
- **Prosperidade Econômica:** Envolve a análise dos benefícios financeiros do projeto, não só para os clientes e agentes da construção, mas também para o público em geral e para o governo, assegurando que as práticas sustentáveis também sejam economicamente viáveis [15].

Um conceito teórico foi desenvolvido para definir as estratégias mais significativas a serem consideradas para garantir a integração eficiente da sustentabilidade em um projeto de construção durante seu processo de planejamento. Existem quatro estratégias principais que foram consideradas como as mais importantes a serem implementadas durante o processo de planejamento do projeto [10], como segue:

- Orientação de Projeto Sustentável;
- Equipe integrada do projeto;
- Processo de Design Integrado;
- Regulamentos de sustentabilidade e conformidade com códigos.

2.4.1 Orientação de Projeto Sustentável

Para entregar um projeto de construção sustentável, as metas e prioridades de sustentabilidade devem ser definidas desde o estágio estratégico e de planejamento inicial do projeto, pois elas estabelecem a estrutura na qual todas as decisões futuras do projeto serão tomadas. O planejamento inicial de um projeto geralmente inclui uma discussão em grupo sobre as necessidades e requisitos do projeto, a definição do escopo do projeto, a formulação inicial dos projetos, a tomada de decisões críticas e a abordagem específica de execução do projeto. É a fase do projeto, que abrange todas as tarefas entre o início do projeto e o design detalhado, que é o ponto de partida para alcançar a sustentabilidade e atingir o objetivo da sustentabilidade [7].

Os princípios de sustentabilidade devem ser apresentados aos membros da equipe durante esse estágio, para que eles possam melhorar o resultado, garantindo que todos os sistemas construtivos trabalhem cooperativamente da maneira mais sustentável. O sucesso do detalhamento, da construção e da fase restante do projeto depende muito do nível de esforço despendido durante esse estágio [14].

2.4.2 Equipe integrada do projeto

O envolvimento ativo dos profissionais de design no planejamento foi repetidamente reivindicado como a chave para aumentar o sucesso do projeto. Assim, para planejar um projeto de construção sustentável bem-sucedido, as partes interessadas envolvidas no processo de planejamento devem entender completamente os problemas e as preocupações de todas as partes e interagir de perto durante todo o processo de planejamento do projeto [2].

Cada projeto deve ter uma equipe integrada central multifuncional para realizar as várias tarefas do projeto. As partes interessadas do grupo de operação e manutenção, financeiro, ambiental, saúde, segurança, tecnologia da informação e instalações ou planejamento de espaço também devem ser inclusos, envolvidos e mantidos durante todo o processo de planejamento e entrega do projeto. Elas

devem estar comprometidos e ter o núcleo do conhecimento do projeto de edifícios sustentáveis. Sem uma base de conhecimento sustentável de projetos de construção, eles não serão capazes de avaliar e entregar tais projetos com precisão e eficácia [16].

A educação para o desenvolvimento sustentável precisa ir além dos projetistas e arquitetos para a aceitação da construção sustentável dos edifícios. O pessoal do projeto deve ser educado para garantir que se concentrem na sustentabilidade em seu trabalho para os projetos. Os membros da equipe do projeto devem ser informados sobre as questões de sustentabilidade. Qualidade e capacidade de sustentabilidade devem ser consideradas durante a seleção dos membros da equipe durante a fase de estudo de viabilidade e planejamento. Eles são selecionados com base na familiaridade com o tipo e o mercado do produto e devem participar a todas as fases do projeto de construção sustentável [4].

As comunicações e o treinamento contínuo para todo o pessoal do projeto são essenciais durante a fase de planejamento, para garantir o cumprimento das metas sustentáveis do projeto de maneira econômica e dentro do prazo. A falta de entendimento das características do projeto levará a um processo de entrega com defeito e a um aumento de custo e tempo [11].

2.4.3 Processo de Design Integrado

O processo tradicional de gerenciamento de projetos era executado de forma linear e, geralmente, recebia o mínimo de contribuições das disciplinas de engenharia, grupos de operação e manutenção ou de terceiros durante o estágio de planejamento e design. Também havia falta de comunicação eficaz entre vários especialistas técnicos que tendiam a usar suas próprias ferramentas, protocolos e padrões do setor para tomar decisões e rastrear informações. Hoje sabemos que um projeto de construção sustentável funciona melhor quando o grupo expandido de partes interessadas trabalha em conjunto para concentrar a maioria de seus

esforços criativos no início do processo de planejamento [5].

É necessário adotar estratégias que facilitem o trabalho colaborativo entre as equipes do projeto, como pré-requisito para alcançar os objetivos de sustentabilidade. Os princípios de sustentabilidade na construção são integrados com sucesso ao projeto, aplicando um processo de design integrado ao longo do processo de planejamento [7]. O processo incorpora nove sub-estratégias:

- Envolver um conjunto diversificado de partes interessadas na equipe;
- Ter uma equipe comprometida e colaborativa ao longo do processo;
- Reunir a equipe o mais cedo possível;
- Incluir sustentabilidade, requisitos de design integrado e o processo nas documentações do projeto, no plano estratégico e abrangente;
- Fazer todo o projeto de construção e análise do sistema;
- Incluir no planejamento o processo de comissionamento, que deve ser descrito em uma seção específica;
- O planejamento deve refletir todas as partes interessadas do projeto (internas e externas);
- O design deve refletir as necessidades da comunidade de usuários finais;
- Comunicação e incorporação eficazes do processo de charrette. (o que é charrette?)

A adoção dessas estratégias garante a redução dos custos gerais de construção, promovendo sinergias entre os sistemas de construção que podem minimizar ou eliminar a necessidade de certos recursos. A incorporação antecipada e a modelagem dos recursos do projeto podem minimizar as solicitações de alteração durante os estágios posteriores, reduzindo possíveis aumentos de custo e prazo. A estratégia também permite a produção de uma estrutura mais eficiente e durável, o que reduzirá os custos operacionais e de substituição a longo prazo [12].

2.5 Planejamento estratégico na construção de edifícios residenciais

O planejamento estratégico é uma etapa importante na construção de estruturas residenciais, pois afeta diretamente o sucesso das iniciativas imobiliárias [17]. Deve ser realizada uma investigação minuciosa do mercado local para descobrir tendências e solicitações que servirão de bússola do projeto. Esta investigação apoia a seleção criteriosa dos terrenos, crucial para o sucesso e sustentabilidade do projeto, tendo em consideração elementos como a acessibilidade e o potencial de valorização [18].

Identificar a demografia alvo é uma parte chave do planejamento estratégico. Isso permite que o projeto seja ajustado às necessidades específicas do público-alvo, que inclui jovens profissionais, famílias e outras categorias, resultando em uma adaptação mais bem-sucedida do produto ao mercado [19]. De acordo com estas especificações, o projeto arquitetônico é elaborado pensando na eficiência do espaço e na comodidade dos futuros moradores. Para garantir a satisfação do cliente, é fundamental fazer escolhas acertadas de materiais e de soluções de valor agregado para o imóvel [17].

A construção requer uma gestão eficiente de recursos, que inclui limitações rigorosas de custos e prazos de conclusão. É fundamental manter continuamente elevados padrões de qualidade e segurança no local de trabalho, bem como estar preparado para corrigir quaisquer desvios que possam surgir [18]. Ao mesmo tempo, as técnicas de vendas e marketing buscam transformar potenciais consumidores em clientes reais. Estratégias como a criação de materiais promocionais e a utilização de tecnologias digitais são utilizadas para aumentar a exposição do empreendimento [17].

O foco muda então para entrega e pós-venda na tentativa de garantir a satisfação do cliente e aprimorar iniciativas futuras. A análise do desempenho do projeto é fundamental para este método, porque permite a identificação de sucessos e a

retificação de falhas para apoiar o progresso contínuo [18]. A transparência e a boa comunicação são cruciais para garantir o sucesso do projeto, e isto inclui todas as partes interessadas, como investidores, funcionários e futuros moradores do edifício [19].

Assim, o planejamento estratégico representa um caminho para o sucesso na área de construção residencial, envolvendo análise rigorosa, julgamento sólido e execução bem-sucedida. A execução eficaz conduz a projetos de sucesso que se destacam no setor imobiliário pela sua notável qualidade e viabilidade financeira.

3. Considerações Finais

Por meio desta pesquisa foi possível entender que, para ter sucesso em projetos de construção, é necessário um planejamento cuidadoso para criar um cronograma que permita que todos os prazos sejam cumpridos e o orçamento seja respeitado. O planejamento e o controle necessitam de tempo para serem criados e implementados, mas entende-se que este investimento de tempo é reposto de forma econômica na implementação de tais recursos

É importante que medidas sustentáveis sejam aplicadas ainda no planejamento e que através do controle seja garantido que estas medidas sejam devidamente implementadas, garantindo que a construção respeite as diretrizes previamente impostas (como citado, o cronograma e orçamento). Isto também possibilitará que, durante e após a finalização do projeto, as medidas sustentáveis sejam respeitadas e aplicadas, alcançando um dos objetivos do planejamento.

Referências

- [1] RESENDE, C. *Atrasos de obra devido a problemas o gerenciamento*. Rio de Janeiro. UFRJ, 2013.
- [2] MATTOS, Aldo Dórea. *Planejamento e Controle de Obras*. 1ª Edição. São Paulo: Editora PINI, 2010. 420 p.
- [3] MARQUES, Ana Carolina. *Planejamento e Controle de Obra Integrado ao BIM, com Foco no Processo de Conhecimento*. Dissertação (Mestre em Engenharia de Produção) - PUC-GO, Goiânia, 2019. 106 p.
- [4] UCHOA, Marcelo Kraichete. *Planejamento e Controle de Obras Utilizando Tecnologia BIM*. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção). - UFPE, Recife, 2017. 95 p.
- [5] POLITO, G. *Gerenciamento de Obras - Boas Práticas para a Melhoria da Qualidade e da Produtividade*. São Paulo, 2015.352p.
- [6] YIN, Roberto K. *Estudo de Caso: Planejamento e Métodos*. 4ª Edição. São Paulo. Editora Bookman, 2010.
- [7] GEHBAUER, Fritz; EGGENSPERGER, Marisa; ALBERTI, Mauro Édson; NEWTON, Sérgio Auriquio. *Planejamento e Gestão de Obras: um resultado prático da cooperação técnica Brasil-Alemanha*. Curitiba: CEFET-PR, 2002. 525 p.
- [8] MICHALOSKI, Ariel Orlei. *Modelo de Diagnóstico do uso de TI para Gestão de Pequena e Média Empresa de Construção Civil*. 2011. Universidade Federal de Pernambuco.
- [9] COELHO, H. O. *Diretrizes e requisitos para o planejamento e controle da produção em nível de médio prazo na construção civil*. (Dissertação de mestrado em Engenharia Civil). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. 2003.
- [10] WIEZBICKI, Eduardo. *Planejamento de obra nas empresas: estudo exploratório junto a algumas construtoras do mercado imobiliário de Curitiba*. Trabalho de Conclusão de Curso. Curso Superior de Engenharia de Produção Civil.

- Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2014.
- [11] ALVES, T. C. L. *Diretrizes para a gestão dos fluxos físicos em canteiros de obras: proposta baseada em estudos de caso*. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2000. 139 f.
- [12] GOLDMAN, Pedrinho. *Introdução ao Planejamento e Controle de Custos na Construção Civil Brasileira*. 4ª Edição. São Paulo: Editora PINI, 2004. 234 p.
- [14] VARALLA, Ruy. *Planejamento e controle de obras*. São Paulo: O Nome da Rosa, 2003.
- [13] S, T. C. M. *Planejamento e controle de Obras*. Monografia (Trabalho de Conclusão do Curso de Engenharia Civil). Escola Politécnica, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2011.
- [15] MESQUITA, A. S. G. *Análise da geração de resíduos sólidos da construção civil em Teresina, Piauí*. HOLOS-ISSN 1807-1600, V. 2, 2012
- [16] NOCÊRA, Rosaldo de Jesusl. *Planejamento e controle de obras*. 2ª edição. Editora RJN. 2010.
- [17] COSTENARO, Alessandro Voos et al. *Criação de painéis de controle para acompanhamento do planejamento de tempo e custo de um edifício residencial*. TCC (graduação) - Universidade Federal de Santa Catarina. Centro Tecnológico. Engenharia Civil. 2016.
- [18] FRANÇA, Katia Maria de Souza. *Planejamento estratégico e estratégias empresariais de construção civil de edifícios verticais multifamiliar*. RECIMA21-Revista Científica Multidisciplinar-ISSN 2675-6218, v. 2, n. 9, p. e29762-e29762, 2021.
- [19] SILVA, Daysa Palloma et al. *Planejamento e gerenciamento de obras: variáveis que ocasionam atraso na construção civil*. Brazilian Journal of Development, v. 5, n. 12, p. 31190-31204, 2019.



Abordagem a dificuldades encontradas em introduzir melhorias nos processos em construtoras em crescimento no segmento Minha Casa Minha Vida

Addressing difficulties encountered in introducing process improvements in growing construction companies in the Minha Casa Minha Vida segment

MENDONÇA, Luiz Felipe¹; MELLO, Isabeth²

felipe.simiao@hotmail.com; isa@poli.ufrj.br

¹Engenheiro Civil, Pós-graduando em Planejamento Gestão e Controle de Obras Civis, UFRJ.

²Arquiteta, M.Sc. Universidade Federal do Rio de Janeiro

Informações do Artigo

Palavras-chave:
Construção enxuta
Produção
Controle

Keywords
Lean Construction
Production
Control

Resumo:

A construção civil ainda precisa ser levada mais a sério pela população, um segmento extremamente antigo é visto como algo artesanal e que não se tem muitas vezes padrões de qualidade e segurança em pequenas empresas que não detém de recursos para montar um time de profissionais qualificados, com prazos apertados e orçamentos defasados, empresas em ascensão sofrem na busca de espaço no mercado imobiliário do programa do governo federal MCMV, com custos altíssimos devido ao desperdício de materiais e mão de obras sem controle, onde não se é medida a produtividade, e não se tem um prazo bem definido para conclusão das atividades, gerando atrasos, retrabalhos, estouro de orçamento e sendo entregue um produto péssimo. Com o passar dos anos profissionais com bom conhecimento técnico estão buscando meios de corrigir esse longo período visto como algo rudimentar em uma indústria de produção em linha de construir e entregar imóveis, padronizados dentro do custo, prazo e qualidade, utilizando de indicadores para gerenciar projetos.

Abstract

Civil construction still needs to be taken more seriously by the population, an extremely old segment is seen as something artisanal and that often does not have quality and safety standards in small companies that do not have the resources to assemble a team of qualified professionals, with tight deadlines and outdated budgets, rising companies suffer in the search for space in the real estate market of the federal government program MCMV, With very high costs due to the waste of materials and uncontrolled labor, where productivity is not measured, and there is no well-defined deadline for completion of activities, generating delays, rework, budget overruns and a terrible product being delivered. Over the years, professionals with good technical knowledge are looking for ways to correct this long period seen as something rudimentary in an industry of production in line of building and delivering properties, standardized within cost, time and quality, using indicators to manage projects

1. Introdução

O modo como construímos reflete os desejos, necessidades e preocupações de cada

cultura e época. Por isso, é importante que a área de construção esteja sempre atualizada e alinhada com as tendências.

Este artigo visa explicar superficialmente o processo enfrentado na construção civil para implantação de melhorias devido à falta de padronização na execução da obra, ciclo vicioso na contratação de profissionais com baixa qualificação usando como parâmetro indicações de pessoas conhecidas e subcargos com salários pífios, enfrenta-se um grande batalha para que a construção civil seja enxergada por todos que fazem parte dela como um indústria, onde existe uma linha de produção, padrão de qualidade, processos a serem seguidos, prazo de entrega e um cliente, onde faria o marketing gratuito ratificando que a construtora entrega um produto de qualidade voltando a comprar e incentivando seus conhecidos a comprarem com a mesma construtora que lhe entregou o sonho da casa própria.

Isso se dá por meio do uso de novos processos, ferramentas e materiais, permitindo uma maior produtividade com um menor custo. Indicadores e métricas trazidas das indústrias e adaptadas para a construção civil estão sendo usadas cada vez mais por profissionais do segmento, que buscam analisar pontos de melhorias e corrigi-los a fim de otimizar os custos e prazos com a construção civil.

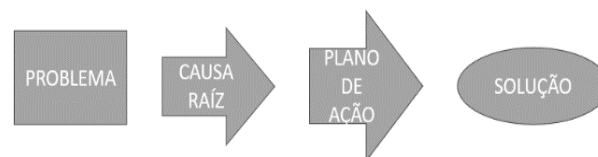
Daqui para frente, a tendência é que esses recursos sejam regra e não exceção. Por isso, com a competitividade aumentando, as empresas que não se atualizarem estarão abrindo espaço para a concorrência. [1].

O programa Minha Casa Minha Vida tem sido uma iniciativa de grande valia para fornecer moradia acessível as famílias que não possuem condições de terem imóveis de luxo. No entanto, a execução nem sempre é uma tarefa simples. Na hora da construção empresas do ramo construção civil que utilizam desse programa para obtenção de lucro nesses projetos, enfrentam inúmeras dificuldades na implantação de novas metodologias para aprimoramento de seus

processos e sofrem com a resistência à mudança aos avanços adotados.

2. Dificuldades de implementação

A implementação da filosofia LEAN (construção enxuta) vem sendo aplicada na construção civil com o intuito de poder gerar diversos ganhos importantes para construtoras aumentando a sua eficiência em



diversas frentes de serviço gerando um ótimo resultado no final do projeto.

Figura 1: Estruturação para solução
Fonte: Autor

Porém há uma dificuldade muito grande em introduzir a metodologia dentro da empresa, pois a cultura arcaica de construir atacando várias frentes de serviço ainda é muito forte. E com isso as empresas acabam sofrendo bastante durante o período de introdução de uma nova ferramenta, a mentalidade de toda a empresa tem que estar alinhada para dar certo. Os funcionários precisam entender o motivo da mudança e ter ciência de como a metodologia funciona, um método eficaz que deve ser introduzido logo no início de adaptação seria o PDCA no exemplo do anexo A, atuando na melhoria contínua controlando processos e produtos.

Lantelme ousou afirmar que foram feitas diversas entrevistas com pessoas do alto escalão da empresa gerentes e diretores de empresas do setor da construção civil e de outros setores do ramo da indústria que vêm utilizando indicadores de medições no gerenciamento de processos. A análise desses relatórios, combinada com observações feitas pelos pesquisadores durante a implementação do SISIND, possibilitando a identificação de dificuldades e a proposição de algumas

diretrizes para a introdução de sistemas de métricas de desempenho. [2]

Quando é buscada a origem da construção, usando como inferência as construções das pirâmides, como diz Limmer, não é relatada a história nessa situação houve algum projeto de engenharia conceitualmente aplicado, um projeto básico de engenharia contendo detalhes minuciosos para execução do projeto, também não é registrado se o empreendimento era adequadamente planejado, programado e controlado. O que é contato é que a história desse projeto com data de 2500 a. C., levou um período de 20 anos para ser concluído. É contado também a história de que se o arquiteto de Faraó, a quem destinavam-se as pirâmides como tumbas, e não fossem terminadas antes da passagem para outro plano, o arquiteto que estava de frente no projeto seria petrificado vivo dentro da estrutura, É o único sinal de que havia alguma preocupação por parte do andamento de obra. [3]

Se você quisesse comprar um carro em 1900, por exemplo, visitaria um dos produtores artesanais de sua região. O dono da oficina, em geral um empresário cujo trabalho incluiria desde a manufatura até consertos, tomaria nota de suas especificações. Alguns meses depois, você receberia seu carro. Você o testaria na estrada, acompanhado de um mecânico que o modificaria de acordo com seu gosto. O carro seria único e o custo seria alto. Contudo, você teria a satisfação de lidar diretamente com o fabricante e sua equipe.

A construção ainda feita de maneira artesanal, continua se mantendo em pequenos nichos, em boa parte dos casos os produtos de luxo, por exemplo, em empresas que confeccionam peças personalizadas e/ou únicas como exemplo a Ferrari e Aston Martin, que continuam a confeccionar pequenos volumes de automóveis com um alto valor para pessoas com excelente poder aquisitivo em busca de exclusividade e prestígio e a oportunidade de negociar e adquirir diretamente da fábrica.[6]

Já no segmento da construção civil isso só ocorre em alto padrão, onde o cliente administra o projeto com auxílio de especialistas e determina cada ponto da sua unidade deixando o produto personalizado.

Em unidades de baixo padrão realizados por pessoas com baixo poder aquisitivo, muitas vezes a casa é feita sem sequer um projeto. Sem controle de custos ou qualidade e sem prazo de entrega.

Em unidades baixo padrão realizadas por especialistas como empreiteiros e construtoras é podido observar que se segue um padrão de construção denominados unidades tipo, que são unidades que são replicadas ao longo do projeto tento como base o mesmo projeto, metragem, custo, qualidade e prazo de entrega definidos.

3. Perspectivas dos processos internos

As medidas dos processos internos estão voltadas para os processos que terão maior impacto na satisfação do cliente e na consecução dos objetivos financeiros da empresa.

A perspectiva dos processos internos revela duas diferenças fundamentais entre a abordagem tradicional e a abordagem do BSC para a medição de desempenho. As abordagens tradicionais tentam monitorar e melhorar os processos existentes e podem ir além das medidas financeiras de desempenho incorporando medidas baseadas no tempo e na qualidade.

Entretando, o foco vem sendo mantido na melhora dos processos já existentes. A abordagem do scorecard, todavia, habitualmente resulta na identificação de processos inteiramente novos nos quais a empresa tem como meta atingir a excelência para alcançar bons resultados no setor econômico e a satisfação dos clientes. Por exemplo, uma construtora pode perceber que precisa ter um desenvolvimento em algum processo que possa antever as necessidades de seus clientes, ou ofertar novos serviços

aos quais seja uma agregação valorosa aos olhos dos clientes.

Os objetivos BSC processados internamente, destacam os processos que podem não estarem sendo colocados em prática, atualmente são absolutamente críticos para a estratégia traçada para o sucesso da empresa. [4]

4. Um olhar novo e mais eficiente na gestão da produção

Certas pesquisas acadêmicas direcionam que as atividades de fluxo dentro de um canteiro de obras podem vir a representar até 80% do total executado dentro do canteiro de obras. Ademais, segundo dados do Lean Institute Brasil, a adoção da metodologia Lean tem o potencial de redução de custo e produção de obras em até 5%. É levado em consideração as margens atuais do setor, fica explícito que se trata de valores expressivos. A metodologia Lean Construction facilita a visualização não apenas os serviços de conversão, mas também as de fluxo, tais como, transportes, esperas e movimentos, ou seja, atividades que fazem parte do fluxo de produção, não representando uma conversão de um produto.

É possível inferir de estudos em projetos industriais que expõem as atividades de fluxo podendo a vir representar até 80% de um processo produtivo. Seja dito de passagem, podem ser feitas mudanças profundas em um canteiro de obras apenas observando as atividades de fluxo, que de uma forma resumida, é uma estrutura de processos que são realizados dentro de uma atividade. Dentro da construção esse fluxo pode vir a representar até 95% do processo produtivo. [7]

4.1 Valor aplicado à construção civil

O primeiro princípio do Lean Thinking é o valor, por um bom motivo: Precisa se criar uma forma de otimizar ou eliminar tudo o que não está agregando valor ao produto final. Sendo assim, cria-se uma visão onde os envolvidos na execução da atividade, ficam mais alertas na detecção de desperdícios e trabalham no que é de fato importante.

4.2 Fluxo de valor na construção civil

O segundo passo é identificar o Fluxo de Valor, isso é, analisar a cadeia de produção e desagregar os processos em 3 tipologias:

- Os que geram valor;
- São aqueles que não agregam valor, contudo são importantes para manter os processos rodando e o padrão de qualidade;
- Aqueles que não agregam valor e não devem ser mantidos no processo.

É possível dividir o processo em 3 etapas, nas quais a primeira envolve o mapeamento do fluxo de produção, a segunda parte inclui a identificação de bloqueios que atrapalham o processo e precisam ser ajustas, e a terceira é o redesenho do fluxo, com as melhorias necessárias para produtividade.

De forma sucinta a sugestão é: Vá ao “chão de fábrica”(prática chamada de Gemba pelos gestores que utilizam o Lean) e dê início ao mapeamento com atividades que geram maiores impactos no processo produtivo. Ou seja, inicie por tarefas que façam parte do caminho crítico no cronograma de obras.

4.3 Fluxo Contínuo

O princípio do Fluxo Contínuo consiste na aplicação do fluxo de produção na sua grande parte ou apenas nas etapas cruciais, o plano de ação definido na etapa que o antecede.

O ideal é ter um fluxo que se estende interligando todas as etapas do processo de produção, para dar liquidez ao processo de modo geral, sem pensar em um trabalhos com frentes separadas.

De modo geral, a indústria aplica de forma flúida a metodologia como o Just In Time, porém na construção civil é necessário que haja algumas adaptações, apesar de o fluxo ser contínuo, cortar etapas que não se fazem necessárias no processo construtivo, ainda é necessário de forma instantânea com as mudanças constantes do mercado.

Com isso, as ferramentas como por exemplo a linha de balanço, são extremamente importantes, pois permitem

controlar o ritmo do projeto alinhado sempre com a demanda exigida pelo mercado dentro do conceito.

4.4 Produção Puxada

De forma resumida, pode se dizer que existem 2 métodos principais de organizar logicamente a produção:

- sistemas empurrados
- sistemas puxados

Processos empurrados são aqueles onde a produção se faz com base em projeções demandadas pelos clientes, com criações de estoque até sua venda, calcular a margem de vendas e produzir de acordo.

Já os processos que são puxados, são produzidos de acordo com as demandas requisitadas pelos clientes, sendo assim não havendo necessidade de estoque, pois só foi produzido o que de fato tem endereço certo.

É perceptível que onde existe produção empurrada, existe uma grande chance de ter um acúmulo de materiais estocados. É assim que diversas empresas tratam sua produção, aumentando a eficiência e reduzindo o custo de produção por unidade em cada fase do processo, isto é, focando na eficiência local e não no resultado que será obtido de forma global.

O que seria fundamental é a continuidade do fluxo, somando ao princípio da produção puxada e ter a resultando o Just In Time: A requisição de cliente é realizada, liberando o processo produtivo somente quando necessário. Mas visto que na construção corre-se o risco de faltar material trabalhando com estoque zero devido a escassez de matéria prima, surgiu o conceito de reposição puxada. Ou seja, para uma etapa realizada existe um pequeno estoque de acordo com o tempo de uma nova produção.

4.5 Perfeição

A implantação do Lean Construction busca a participação de uma espiral evolutiva constante na busca incessante rumo a perfeição. A maior motivação de todos que fazem parte do processo está bastante

relacionada a essa constante possibilidade de propor essas melhorias, implementando e medindo resultados, propondo diversas melhorias, afim de medir resultados.

A conscientização feita em um primeiro mapeamento de fluxo de valor não deverá ser suficiente para resolver todos os problemas encontrados, porém ajuda a manter a mentalidade necessária para seguir com o avanço no projeto, importante lembrar, que se faz necessário dar inicio com etapas estratégicas que são críticas na execução do projeto a fim de atingir uma estabilidade básica dentro do sistema.

Só assim será possível conectar aos poucos várias etapas em um compilado de fluxos até atingir uma padrão reconhecido.

Dito isso, para a caminhada rumo ao Lean Construction, será necessário gerar resultados no longo prazo e será essencial que todos da construtora se envolvam no projeto.

No final, será preciso rever o combate ao desperdício e as atividades realizadas diariamente sempre pela ótica do cliente fazendo com que isso chegue a ponta da lança dentro do canteiro de obras.

Pois a grande sacada nos resultados provém quando os colaboradores passam a enxergar os desperdícios e se fazem presente com a meta de evoluir o sistema de produção.

Figura 2: Produção Empurrada x Produção Puxada



Fonte: Autor

5. Planejamento e Controle

É de extrema complexidade concentrar todas as etapas do planejamento e execução, um exemplo claro disso na construção civil é no serviço de instalações prediais, um

modelo típico de apartamento compõe inúmeras conexões, tendo de ser projetada e produzida por profissionais capacitados. Organizar e controlar esse material no canteiro de obras, constituiu um dos maiores desafios na produção de um empreendimento. Contudo, trata-se da atividade talvez menos compreendida pelos demais.

Seria possível centralizar toda a operação em uma única pessoa? Como seria a organização e coordenação de centenas de funcionários?

O que fazer com a equipe após o término da operação quando a demanda fosse reduzida?

A solução para esse problema seria a mesma encontrada para o ramo automotivo no século 20, onde segundo Alfred Sloan, o que resultaria em mais sucesso seria centralizar tudo na própria companhia, porém criando divisões descentralizadas como centros de lucros independentes - a exemplo da Harrison Radiator, Saginaw Steering, AC Spark Plug – produzindo classes específicas de peças para toda a companhia. Tratando as divisões como negócios independentes, [8].

Trazendo para a realidade da construção civil, seria como se parássemos de executar tudo no canteiro de obras, descentralizando as equipes por setores. Tratando essas divisões como negócios independentes como é possível observar no anexo B, assim podendo controlar custos e eficiência, mantendo ao tempo as vantagens de gerenciar uma construção unificada e mantendo o efetivo de acordo com a demanda no momento, quando o mercado cai, reduz-se o número de colaboradores e quando o mercado cresce o efetivo cresce junto atendendo a demanda.

A Linha de balanço também conhecida por diagrama tempo-caminho ou diagrama espaço-tempo, é uma técnica de planejamento desenvolvida para auxiliar no controle do planejamento de obras em específico projetos em que as atividades se repetem, controlando os ciclos de produção,

e o período planejado para executar o serviço, indicando o ritmo em que atividade foi realizada.

Uma das maiores vantagens do método tempo-caminho é a comparação do previsto x realizado. Fazendo análise da linha de balanço original como base e verificando a posição real da atividade avaliando o que foi de fato feito nesse período de obra.

Na construção de prédios como os executados no MCMV pode se definir ciclos por pavimentos ou semana para serviços chaves, e é nesse processo que surge a ideia de balanceamento das operações, que nada mais é do que definir um ritmo para cada serviço que será executado, a fim de criar uma sequência de serviços de maneira uniforme onde é o término de um liberando o próximo serviço.

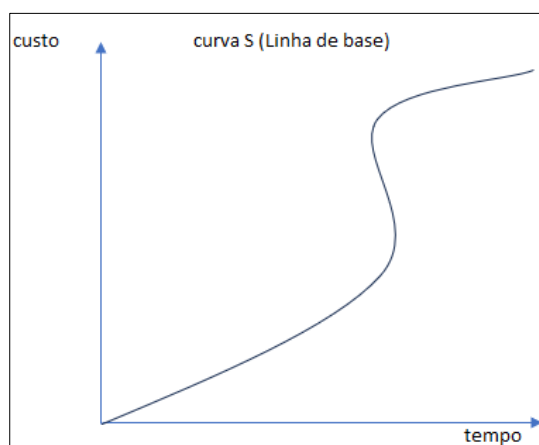
É possível utilizar algumas das técnicas de desempenho assim como o EVA – Análise do valor agregado, para ajudar a definir parâmetros para o andamento do projeto, fornecendo dados reais, sendo possível ao executor do planejamento ter uma ampla noção do panorama do projeto e trabalhar em cima de variações e tendências.

Através de análises realizadas em cima de indicadores, é possível ter uma métrica referente aos resultados do trabalho planejado x trabalho concluído.

6. Análise do Valor Agregado

O ponto inicial para implementar o Economic Value Added (EVA), que é uma métrica financeira utilizada para ajudar na avaliação de desempenho de uma empresa a definir se está gerando valor, está no cronograma físico- financeiro, que utiliza como base o ponto de partida a implementação do EVA, que por sua vez se baseia em uma Estrutura Analítica de Projeto (EAP) gerando um subproduto aplicado a curva S de custos. É exatamente com essa curva prevista que o avanço do projeto será cotejado. [5]

Figura 3: Curva S (Linha de Base)



Fonte: Autor

- **Valor Previsto (VP)**

É o que deveria ter incorrido durante a execução do serviço, correspondendo ao custo levantado em orçamento. Seu acompanhamento serve como meta para a equipe que está executando, seguindo a linha de base para período, seguindo esse conceito, se faz necessário entrar em outro cenário, o de valor agregado.

- **Valor Agregado (VA)**

A definição de valor agregado se faz necessária para entender que nada mais é o custo do valor em orçamento do serviço executado, correspondendo ao montante do dinheiro que deveria ter sido gasto na atividade realizada. (o quanto essa atividade vale).

- **Custo Real (CR)**

Como o nome já diz sua definição se dá através do valor real gasto para a realização do serviço.

VP – Quanto deveria ter sido realizado de acordo com o cronograma;

VA – Quanto deveria ter custado o que foi feito;

CR – Quanto custou o executado.

7. Gerenciando projetos

Um projeto tem por definição um conjunto de atividades fundamentais, ordenadas logicamente e inter-relacionadas, que conduzem a uma meta predeterminada, atendendo-se a condições definidas de prazo, custo, qualidade e risco. [3]

- **Métricas no gerenciamento de projetos**

Monitorando WIP (Trabalho em progresso) o projeto através de indicadores de desempenho, existem métricas primordiais em funcionamento, a utilização do sistema kanban, serve para operar através de um diagrama de fluxo acumulativo que possibilita analisar o volume de trabalho em andamento em cada etapa de obra, se o sistema está operando corretamente, o gráfico apresenta um visual uniforme e estável.

WIP mostra a atividade em estoque, exigindo uma colaboração da equipe monitorando até o final, essa métrica mostra que se torna mais viável trabalhar com menos produtos ao mesmo tempo e concluir antes, a recomendação é cadenciar a entrega de materiais e equipamentos dentro do estoque e discutir durante reuniões com a equipe técnica para entender o real motivo da solicitação e da quantidade solicitada para realizar a atividade.

Vale salientar que não é um procedimento exato e os passos iniciais são através de estimativa, utilizando do conhecimento técnico e experiência da equipe sendo necessário fazer atualizações semanais. Havendo mais de um gargalo durante o processo, recomenda-se que seja aplicado um plano de ação para corrigir no mais próximo do término do fluxo.

- **Lead Time**

A métrica a seguir, tem interesse em indicar o quão previsível é a gestão de entrega levando em conta as classificações por serviço. Um item que a solicitação já seguiu é válido identificar a linha de tempo desde a solicitação feita até o momento da sua produção. Ter o registro do lead time, é importante para monitorar o desempenho do

sistema mesmo não sendo tão eficiente como indicador previsível ou servir como um ponto de melhora.

- **Desempenho e rendimento**

É importante ter um banco de dados que sirva para mapear os acontecimentos e futuramente realizar comparações podendo incluir itens de classificação dos serviços, datas de entrega.

É recomendado que o rendimento seja relatado com todas as características que possam ser usadas para identificação, o intuito é que seja melhorado continuamente.

Utilizado para prever o volume de recebimento em um período ou para uma entrega em específico, esse rendimento pode ser usado em grandes empreitadas para indicar o tempo em média para o fechamento do processo com uma certa variação.

- **Eficiência do fluxo**

Um bom indicador Lean que possibilita mostrar os desperdícios no sistema é medir o lead time fazendo referência ao “tempo de toque”. O tempo de toque faz referência ao período que um colaborador gasta efetivamente trabalhando, desenvolvendo um software isso é extremamente difícil de mensurar, contudo, boa parte dos sistemas responsáveis por acompanhar o tempo atribuído ao trabalho executado manualmente no operacional, tendo dito isso se faz necessário reportar a relação do lead time a algum período passado mostrando a melhoria necessária para atingir bom níveis nos indicadores de produtividade dentro da empresa e mostrar os pontos de atenção que podem virar gargalo.

8. Trabalho Padronizado

A padronização é o método mais eficaz de obter êxito no trabalho em que executamos hoje em dia. Não há um único meio de executar o trabalho, dando essa flexibilidade para os colaboradores, sendo assim o que é possível ser posto em um padrão acaba em constante mutação,

lamentavelmente em muitas instituições, o padrão das operações acaba se tornando algo que enforca a empresa, gestores e seus subordinados entendem como uma cartilha que deve ser seguida à risca e isso gera um alto desgaste na produção.

Fred Taylor introduziu o conceito de que havia um “jeito certo de fazer as coisas” há um século. Frank e Lillian Gilbreth apuraram o conceito e desenvolveram as ferramentas da engenharia de métodos que engenheiros industriais utilizam até hoje [10]

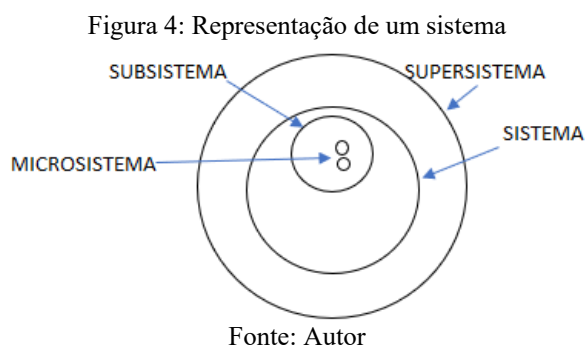
Existe um método definido pela engenharia de executar as tarefas e os colaboradores não incumbidos de fazerem parte desse planejamento, padrões não serão mudados com facilidade e apenas os especialistas tem alçada para tal mudança. O propósito é entregar um nível de demanda que preencha as expectativas adotando uma visão da integração entre homens/mulheres, materiais ferramentas e máquinas, padronização do trabalho visa ser uma ferramenta para desenvolver, confirmar e melhorar o processo aplicado, aplicando de uma entendível, é ser um grupo de etapas ou ações com uma meta devidamente esclarecida dizendo ao colaborador do time como proceder durante atividade e o momento em que deve ser realizada cada etapa.

9. Considerações Finais

Trabalhar com profissionais que não entendem a obra como um projeto, entendem que a obra tem que está em movimento, porém movimento desordenado, sem gerenciamento, sem controle, sem seguir o que é alinhado durante as reuniões de planejamento se torna algo maçante para todos que fazem parte do projeto, profissionais que acabam ficando sobrecarregados por andarem em círculos, pois todo o processo tem que ficar sendo refeito a todo momento pois sempre acontece imprevistos que fazem com que o planejamento de todas as etapas tenham que ser reprogramadas postergando pendências

que deveriam ter sido corrigidas com um plano de ação traçado logo quando identificado que o projeto estava perdendo o controle.

O inter-relacionamento, a interação e a interdependência são resultantes de um mecanismo cuja engrenagem para funcionar a retrpalimentação existente ao longo de toda a execução do projeto e que promova o seu nivelamento de forma linear. Este conceito é importante, uma vez que o grande objetivo seja externar que o projeto como um todo, possa ser considerado um sistema decomponível em partes ou subsistemas, e seguindo por esse caminho evidenciando uma estrutura que possa ser analisada, e que um sistema seja parte de um supersistema incorporando subsistemas e estes por sua vez sendo compostos por microsistemas. [3]



A fragmentação de um projeto em diversas partes, como no anexo C faz com que seja possível gerenciar, ou delegar o gerenciamento de diversas partes desse projeto, tornando o mais eficaz e assertivo se for dirigido por profissionais capacitados que tenham em mente o escopo de como funciona um gerenciamento de projetos, tornando eficaz seu desenvolvimento até sua entrega, controlando materiais e equipamentos como observa-se no anexo D. Tocar um projeto não é algo tão simples pois além de gerenciar processos, lida-se com pessoas, e pessoas são seres particulares que não funcionam de maneira uniforme, por mais que se tenha padrão institucional. Por isso é importante

para a gestão entender sobre liderança e pessoas a fim de direcionar sua equipe ao sucesso e saber identificar qual profissional conseguiria assumir uma fração do projeto de forma ímpar, atendendo com êxito buscando a perfeição e a melhoria contínua.

As empresas estão no caminho dos avanços tecnológicos, o mercado está cada vez mais competitivo na busca por velocidade na execução dos empreendimentos, a competição gera vantagem para o cliente que busca um produto com qualidade em curto prazo e dentro do orçamento, as empresas devem buscar ter um bom relacionamento para que se perpetue no mercado e seja uma marca referência no segmento. Para que isso aconteça a construtora que deseja está no mercado deve buscar sempre está em processo de melhoria, captando clientes, e entregando um produto que valha a pena ser adquirido e recomendado para outros futuros clientes.

10. Referências

- [1] MOBUS CONSTRUÇÃO. *A tecnologia na construção civil está tornando o mercado melhor ou pior?* (2022) <https://www.mobussconstrucao.com.br/blog/tecnologia-na-construcao-civil/#:~:text=S%C3%A3o%20v%C3%A1rios%20os%20exemplos%20do,seguran%C3%A7a%2C%20constru%C3%ADas%20em%20menos%20tempo.> Acesso: novembro 2023
- [2] TOMMELEIN, I.D. *Construction site layout using blackboard reasoning with layered knowledge*. In SAURIN, Tarcísio Abreu; FORMOSO, Carlos Torres. *Planejamento de Canteiros de Obras e Gestão de Projetos (Recomendações Técnicas HABITARE)*. Vol III, Porto Alegre: ANTAC, 2006.
- [3] LIMMER, Carl V. *Planejamento Orçamento e controle de projetos e obras*. Rio de Janeiro, 2019

- [4] KAPLAN, Robert S. *A Estratégia em Ação Balanced Scorecard*. Boston, Massachusetts – USA. 1999
- [5] MATTOS, Aldo Dórea. *Planejamento e Controle de Obras*. São Paulo, 2010
- [6] DENNIS, Pascal. *Produção Lean Simplificada*. Porto Alegre: Bookman, 2008.
- [7] AGILEAN. *O que é e como aplicar o Lean Construction*. (2022) <https://agilean.com.br/o-que-e-e-como-aplicar-o-lean-construction/>. Acesso: janeiro 2024.
- [8] WOMACK, James P.; JONES, Daniel T.; ROOS, Daniel. *A máquina que mudou o mundo*. 1990 USA
- [9] ANDERSON, Davi J. *KanBan. Mudança Evolucionária de sucesso para Seu Negócio de Tecnologia*. Sequim, WA, USA 2011
- [10] DENNIS, Pascal. *Produção LEAN simplificada – Um guia para entender o sistema de produção mais poderoso do mundo*. Porto Alegre; Bookman, 2008

11. Anexos

Anexo A

Figura 5 - Ciclo PDCA

PDCA	PASSO	ETAPA	AÇÕES PARA SOLUÇÃO	FERRAMENTA DE GESTÃO UTILIZADA
P	1	Identificação do problema	Definir claramente o problema a ser resolvido e reconhecer sua importância para a empresa.	Reunião eficaz
	2	Observação	Fazer o levantamento da situação e sobre as ocorrências que levam ao problema e em uma visão ampla.	Planilhas, Questionários, Folha de frequências/ Recorrências
	3	Análise da situação e levantamento de dados	Reunir a equipe para descobrir a causa raiz do problema	Reunião eficaz/ Diagrama de causa e efeito
	4	Meta	Encontrada a causa raiz estabelecer a meta e o indicador de controle	Gráfico ou planilha de controle
	5	Plano de ação	Gerar um plano de ação para bloquear a causa raiz	Plano de ação/ Treinamento da equipe
D	6	Execução	Bloqueio da causa raiz	Plano de ação
C	7	Verificação	Caso a meta seja realizada, o processo deverá ser padronizado	Verifique os efeitos ganhos
A	8	Padronização	Prevenir a causa raiz para que não haja recorrência	Procedimento ou instrução de trabalho para treinamento de todos os operadores do padrão estabelecido

Fonte: Autor

Anexo B

Figura 6: Lob (linha de balanço)



Fonte: Autor

Anexo C

Figura 7: Comparativo LB x Meta x Real

Prazo : 23 meses Data de Status: 31/01/24 Cronograma Inicial: Cronograma meta: Início linha de base: 02/08/21 Início: 02/01/04 Término linha de base: 28/12/23 Término: 09/08/24									
Serviços		Início	Término	Duração	Varição Dias Linha de base x Meta	Antecipação(-) / Atraso(+) início do serviço	% Previsto Linha de Base (até 31/01/2024)	% Previsto Meta (até 31/01/2024)	% Realizada (até 31/01/2024)
Cronograma ECO Vitalis - Fase: 03	Linha de Base	02/08/21	28/12/23	878 dias	6647 dias	-6422 dias	100,00%	64,80%	62,40%
	Meta	02/01/04	09/08/24	7921 dias					
TRABALHO EM SOLO	Linha de Base	02/08/21	05/10/21	64 dias	-	-	100,00%	100,00%	100,00%
	Meta	02/08/21	05/10/21	64 dias					
INFRA ESTRUTURA	Linha de Base	17/11/22	10/02/23	85 dias	28 dias	-	100,00%	100,00%	100,00%
	Meta	17/11/22	10/09/23	119 dias					
SUPRA ESTRUTURA	Linha de Base	18/02/23	20/09/23	35 dias	101 dias	36 dias	100,00%	100,00%	100,00%
	Meta	21/03/23	04/08/23	136 dias					
ALVENARIA	Linha de Base	01/02/23	09/09/23	97 dias	202 dias	42 dias	100,00%	99,74%	99,74%
	Meta	15/02/23	08/01/24	289 dias					
INSTALAÇÕES PREDIAIS	Linha de Base	01/02/23	21/12/23	323 dias	61 dias	42 dias	100,00%	62,88%	67,15%
	Meta	15/03/23	02/04/24	384 dias					
ESQUADRIA DE MADEIRA	Linha de Base	02/10/23	17/10/23	15 dias	10 dias	164 dias	100,00%	0,00%	0,00%
	Meta	14/03/24	08/04/24	25 dias					
ESQUADRIAS METÁLICAS / ESQUADRIAS DE FERRO / VIDRO	Linha de Base	10/03/23	18/10/23	222 dias	-20 dias	168 dias	100,00%	47,48%	0,00%
	Meta	25/08/23	14/03/24	202 dias					
IMPERMEABILIZAÇÕES E COBERTURAS	Linha de Base	09/02/23	18/10/23	251 dias	7138 dias	-6978 dias	100,00%	93,74%	81,14%
	Meta	02/01/04	26/03/24	7389 dias					
REVESTIMENTOS INTERNOS	Linha de Base	07/04/23	18/06/23	133 dias	112 dias	82 dias	100,00%	61,09%	49,93%
	Meta	28/06/23	28/06/24	245 dias					
REVESTIMENTOS EXTERNOS	Linha de Base	02/05/23	14/09/23	135 dias	35 dias	139 dias	100,00%	60,92%	43,86%
	Meta	18/08/23	08/01/24	170 dias					
MÁRMORES E GRANITOS	Linha de Base	28/03/23	28/09/24	184 dias	19 dias	146 dias	100,00%	36,76%	40,89%
	Meta	21/08/23	11/03/24	203 dias					
PAVIMENTAÇÕES	Linha de Base	13/06/23	19/12/23	189 dias	-24 dias	128 dias	100,00%	28,83%	15,13%
	Meta	19/10/23	01/04/24	165 dias					
INSTALAÇÕES E EQUIPAMENTOS ESPECIAIS	Linha de Base	04/07/23	11/07/23	7 dias	-	287 dias	100,00%	0,00%	0,00%
	Meta	15/02/24	22/02/24	7 dias					
							TOTAL % PREVISTO LINHA DE BASE		100,00%
							TOTAL % PREVISTO META		64,80%
							TOTAL % REALIZADO		62,40%
							VARIACÃO ENTRE REALIZADO E LINHA DE BASE		-16,40%
							VARIACÃO ENTRE REALIZADO E PREVISTO META		-2,40%

Fonte: Autor

Anexo D

Figura 8: Controle de equipamentos

CONTROLE DE EQUIPAMENTOS ALUGADOS						24/11/2023	
QUANT	UNID.	EQUIPAMENTOS	EMPRESA	QUANTIDADE DE DIAS	VALOR MENSAL	VALOR TOTAL	SERVAÇÃO: LOCAL APLICADO/UTILIZADO
3	MAQ	ESMERILHADERA 7"	NOBRETEC	30	R\$ 115,00	R\$ 345,00	
4	MAQ	FURADERA 220 V	NOBRETEC	30	R\$ 135,00	R\$ 540,00	
1	MAQ	BOBMA SUBMERSIVEL 3" 220 V TRIFASICA	NOBRETEC	30	R\$ 300,00	R\$ 300,00	
4	MAQ	LIXADERA 4 POL	NOBRETEC	30	R\$ 105,00	R\$ 420,00	
1	MAQ	MARTELETE ROMPEDOR DE 10 KG	NOBRETEC	30	R\$ 430,00	R\$ 430,00	
4	MAQ	MARTELO ROMPEDOR 5KG	NOBRETEC	30	R\$ 290,00	R\$ 1.160,00	
1	MAQ	SERRA MARMORE	NOBRETEC	30	R\$ 65,00	R\$ 65,00	
1	MAQ	COMPACTADOR DE SOLO	EQUIP LOCAÇÕES	30	R\$ 600,00	R\$ 600,00	
2	MAQ	MANGOTE P/ VIBRADOR HP 38mm E VPART 35	EQUIP LOCAÇÕES	30	R\$ 60,00	R\$ 120,00	
2	MAQ	MOTOR P/ VIBRADOR 220V BIF	EQUIP LOCAÇÕES	30	R\$ 60,00	R\$ 120,00	
2	MAQ	MANGOTE P/ VIBRADOR HP 38mm E VPART 35	NOBRETEC	30	R\$ 100,00	R\$ 200,00	
2	MAQ	MOTOR P/ VIBRADOR 220V BIF	NOBRETEC	30	R\$ 105,00	R\$ 210,00	
3	UND	PISTOLA FINCA PINO	JR MAQUINAS	30	R\$ 100,00	R\$ 300,00	
2	UND	CONTAINERS	NHJ	30	R\$ 530,00	R\$ 1.060,00	
1	UND	CONTAINER (BANHEIRO)	NHJ	30	R\$ 1.045,00	R\$ 1.045,00	
1	UND	CREMALHEIRA	PINGON	30	R\$ 6.950,00	R\$ 6.950,00	
1	UND	MINI CARREGADEIRA	VITALE	-	-	R\$ -	
1	UND	FURADERA 220V - BOSH	VITALE	-	-		USO GERAL
1	UND	SERRA MARMORE 7 1/4 - BOSH	VITALE	-	-		FORMA - FUNDAÇÃO
1	UND	SERRA CIRCULAR 7" - BOSH	VITALE	-	-		USO GERAL
1	UND	PR 3-HVSG NÍVEL DE LASER ROTATIVO - HILTI	VITALE	-	-		USO GERAL
TOTAL (R\$)						R\$ 14.155,00	

Fonte: Autor



Análise dos benefícios da utilização de metodologia BIM em processos construtivos de sistemas de HVAC

Analysis of the benefits of using BIM methodology in the construction processes of HVAC systems

CORDEIRO, Igor Silva¹; CUNHA, Pedro Henrique Braz da²

¹igorscordeiro@gmail.com; ²pedro.cunha@poli.ufrj.br

¹Pós-graduando em Gestão e Gerenciamento de Projetos, NPPG/UFRJ, Rio de Janeiro/RJ.

²Mestre em Administração de Empresas, Rio de Janeiro/RJ

Informações do Artigo

Palavras-chave:

BIM

HVAC

Comunicação

Key words:

BIM

HVAC

Communication

Resumo:

A necessidade de prover um melhor aproveitamento dos recursos disponíveis de forma a permitir uma maior eficiência no processo do projeto tem se tornado cada vez mais evidente. A aplicação de novas tecnologias nas atividades ligadas a área da construção civil facilita e muito no processo de adaptação das empresas que buscam alcançar altos níveis de eficiência. O BIM é uma metodologia que visa o desenvolvimento de projetos de engenharia de forma integrada, permitindo a interoperabilidade entre diversas plataformas e um fluxo dinâmico de informações com alto grau de precisão entre as disciplinas envolvidas no processo. Esses são alguns dos fatores que tornam essa metodologia uma grande aliada no processo de adequação da evolução dos processos construtivos. Este trabalho tem como objetivo avaliar a aplicabilidade da metodologia BIM em processos construtivos de sistemas de HVAC, apresentando os benefícios de sua aplicação em um estudo de caso real.

Abstract

The need to provide a better use of available resources in order to enable greater efficiency in the Project process has become increasingly evident. The application of new Technologies in activities related to the construction industry greatly facilitates the adaptation process for companies seeking to achieve high levels of efficiency. BIM is a methodology that aims to develop engineering projects in an integrated manner, allowing interoperability between different platforms and a dynamic flow of information with a high degree of precision between the disciplines involved in the process. These are some factors that make this methodology a great ally in the process of adapting the evolution of construction processes. This study aims to assess the applicability of the BIM methodology in construction processes related to HVAC systems, presenting the benefits of its application through a real case study.

1 Introdução

Um dos maiores desafios nos setores da indústria da Arquitetura, Engenharia e Construção (AEC) é transmissão de uma grande quantidade de dados e informações ao longo do processo de projeto, por setores de diversas disciplinas e especialidades, sem que os detalhes e especificações sejam perdidos ou alterados equivocadamente.

Os avanços tecnológicos nas últimas décadas causaram impactos diretos e indiretos nas organizações. Cada vez mais manter-se atualizado tecnologicamente é um papel vital para a permanência saudável dessas empresas na indústria.

A globalização dos mercados, o crescente nível de exigência por parte dos consumidores e a reduzida disponibilidade de recursos financeiros para a realização de empreendimentos, entre outros fatores, tem estimulado as empresas a buscar melhores níveis de desempenho através de investimento em gestão e tecnologia da produção [1].

Nos últimos anos, a indústria dos setores de AEC testemunharam uma mudança significativa na forma como os projetos são concebidos, executados e gerenciados, graças a adoção generalizada da metodologia BIM (*Building Information Modeling*). O BIM transcende a simples representação gráfica de projetos, oferecendo uma abordagem holística que combina geometria 3D com informações detalhadas relacionadas aos componentes modelados no projeto.

A utilização desta metodologia reduz consideravelmente os erros de planejamento e compatibilização entre as disciplinas envolvidas no projeto, pois permite a integração entre todas as partes envolvidas no empreendimento, com diferentes formas de representação, o que facilita e muito a compreensão do mesmo tema por setores distintos.

Este estudo visa analisar o impacto da implementação da metodologia BIM em processos construtivos, aliado a

interoperabilidade de sistemas e a integração com outras tecnologias, sendo esse impacto causado majoritariamente pela alteração da estrutura do fluxo de informação pré-existente na organização.

Toda a análise será feita com base em uma situação real ocorrida em uma empresa atuante no setor de HVAC nas áreas de projeto e obras.

2 Fundamentação teórica

2.1 Mercado HVAC

O mercado HVAC (*Heating, Ventilation and Air Conditioning*) é um setor em constante evolução e crescimento.

Por afetar diversos setores da economia este segmento tornou-se estratégico para diversas economias ao redor do mundo.

De acordo com as projeções da ABRAVA (Associação Brasileira de Refrigeração, Ar Condicionado, Ventilação e Aquecimento) o setor de HVAC espera faturar R\$36,6 bilhões neste ano, um aumento de 7% em relação aos R\$34,2 bilhões faturados em 2022.

Dentre os principais segmentos deste mercado, podemos citar:

- Refrigeração doméstica;
- Refrigeração comercial;
- Refrigeração industrial;
- Refrigeração automotiva;
- Ventilação comercial;
- Ventilação industrial;

Por ser um mercado diretamente conectado ao consumo de energia elétrica, a tendência é de cada vez mais se obter sistemas que permitam o uso racionalizado deste recurso, ou seja, que possuam uma maior eficiência energética. Para isso os projetos precisam ser cada vez mais precisos e eficazes.

2.2 CAD (Computer-Aided Design)

Programas com tecnologia CAD tem como objetivo auxiliar a elaboração do desenho do produto e na documentação na fase de projeto e tem como principais benefícios o aumento da produtividade, aumento da qualidade e facilidade no envio da documentação gerada.

2.3 CAM (Computer-Aided Manufacturing)

O CAM consiste no uso de um programa para controlar ferramentas de máquinas e equipamentos utilizados nos processos de fabricação. Seu objetivo principal é acelerar o processo produtivo.

Em algumas situações os softwares CAM podem ser integrados com sistemas de máquinas CNC (Controle Numérico por Computador), dessa forma o software fornece todas as informações que antes seriam utilizadas pelo operador manual, diretamente para um equipamento de corte, por exemplo.

2.4 Corte a plasma

Esse processo consiste na abertura de um arco elétrico, direcionado por um jato de ar comprimido, que provoca uma brusca elevação de temperatura do plasma, permitindo a remoção pontual de material.

O objetivo é promover o corte de materiais condutores como, por exemplo, aço carbono, aço inox, ferro fundido e etc.

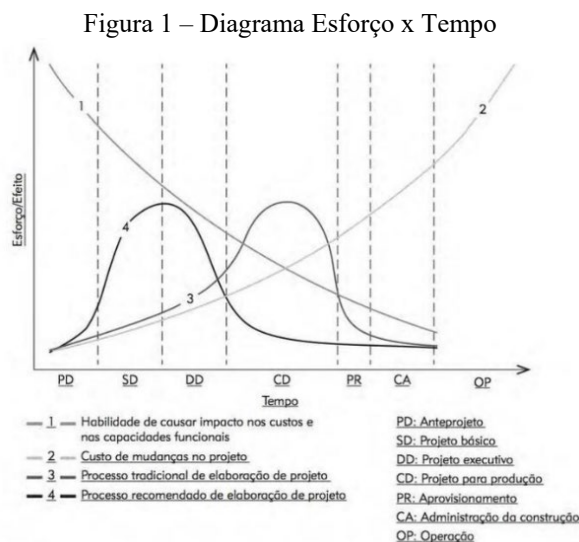
2.5 Metodologia BIM (Building Information Modeling)

A metodologia BIM é uma abordagem integrada para o planejamento, design e construção. Para um engenheiro, o BIM oferece uma maneira mais eficiente e colaborativa de trabalhar em projetos de construção em engenharia.

Essa metodologia envolve a criação e uso de modelos digitais detalhados e interativos de diversos tipos de construções, juntamente com informações relacionadas a esses modelos paramétricos, como dados sobre

materiais, custos, volume, áreas para manutenção, cronogramas e etc.

Com isso o BIM reduz significativamente a quantidade de tempo requerido para a produção de documentos para a construção. Conforme ilustrado na figura abaixo:



Fonte: Eastman [2]

O BIM facilita a colaboração entre diferentes partes envolvidas em um projeto de construção e melhora a eficiência ao longo de todo o ciclo de vida de um edifício ou infraestrutura.

2.6 Dimensões do BIM

A metodologia BIM afeta o projeto em toda a sua vida útil devido a permeabilidade de suas dimensões em cada etapa do projeto, conforme apresentado abaixo:

- 3D – Modelagem: Permite a representação gráfica tridimensional;
- 4D – Tempo: Permite a integração do modelo com os cronogramas de execução, com a possibilidade de avaliação do progresso planejado de forma gráfica no próprio modelo;
- 5D – Custo: Permite fornecer com maior precisão os custos envolvidos na execução do empreendimento, além de possibilitar atualizações instantâneas, após qualquer alteração do modelo;

- 6D – Sustentabilidade: Permite a avaliação de consumo energético com suas respectivas alterações ao longo de tempo de acordo com o meio onde está inserido; Bem como os possíveis impactos nos âmbitos social, financeiro e ambiental, de acordo com a localidade.
- 7D – Gerenciamento: Permite a vinculação direta de documentos como manuais de operação, manutenção e controle aos objetos do modelo, facilitando a compreensão e aplicação pelos setores responsáveis após a entrega do empreendimento.
- 8D – Segurança: Permite a avaliação e prevenção de acidentes durante a execução de determinados serviços, antecipando as etapas de forma virtual e possibilitando um melhor entendimento do cenário real, antes da execução.
- 9D – Construção Lean: Permite a execução do trabalho de forma mais limpa, consciente e organizada.
- 10D – Industrialização da construção: Permite tornar o processo construtivo mais industrializado devido à criação de processos parametrizados, cadenciados e com maior controle de execução.

Figura 1 - Dimensões BIM



Fonte: Biblus [3]

2.7 Gerenciamento das comunicações do projeto

Um efetivo processo de comunicação é necessário para garantir que todas as informações desejadas cheguem às pessoas corretas no tempo certo e de uma maneira economicamente viável. [4]

Além disso, devem ser avaliadas as barreiras no processo de comunicação que ocorrem devido à percepção individual de cada pessoa envolvida no processo, que pode variar de acordo com a hierarquia organizacional, nível de formação, experiência na área e etc.

Com base nos trabalhos de Mintzberg [5] sobre as estruturas das organizações, existem alguns tipos de fluxos de informação no processo de trabalho provocados por diferentes mecanismos de comunicação, são eles:

- Fluxo de autoridade formal – Onde a informação flui segundo uma hierarquia instituída dentro da organização ou projeto;
- Fluxo de atividade regulamentada – Onde a informação flui de forma similar ao fluxo supracitado, porém com maior ênfase na padronização do que na supervisão direta da informação;
- Fluxo das comunicações informais – Onde a informação flui através de centros de poder não regulamentados, gerando uma rede de comunicação informal e que as vezes prejudica os canais de autoridade;
- Conjunto das constelações de trabalho – Onde a informação flui por meio de grupos de amigos a fim de realizar o trabalho, tomando decisões distintas e apropriadas de acordo com seu próprio nível hierárquico;
- Fluxo do processo decisório – Onde o processo de comunicação é necessário para decisões específicas e o fluxo é retroalimentado conforme o processo avança entre os níveis hierárquicos;

Um dos problemas mais comuns associados à comunicação baseada em papel durante a fase de projeto é o tempo considerável e o gasto requerido para gerar informações críticas para a avaliação de uma proposta de projeto, incluindo estimativas de custo, análise de uso de energia, detalhes estruturais, etc. Essas análises normalmente são feitas por último, quando já é muito tarde para fazer modificações significativas. [2]

3 Desenvolvimento do projeto

A empresa analisada tinha como padrão do fluxo de informação um conceito muito similar ao de conjunto das constelações de trabalho, onde os processos muitas vezes não ocorriam de forma totalmente linear e muitas retroalimentações de informações ao longo do processo eram necessárias.

Com isso, os resultados de performance acabavam ficando muito abaixo do esperado, devido ao longo prazo para execução, alto custo com insumos por conta do desperdício e a imprecisão dos projetos.

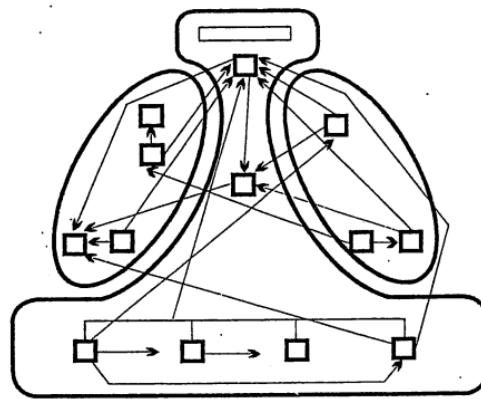
Basicamente os projetos ocorriam com a seguinte cronologia:

- a) Cálculos e dimensionamento do sistema;
- b) Seleção de equipamentos;
- c) Elaboração de projeto em software CAD (Autodesk Autocad);
- d) Verificação do projeto por parte da equipe de obras, “*in loco*”, tentando identificar possíveis interferências que poderão surgir durante a execução;
- e) Retorno da equipe de campo com a validação do projeto para produção;
- f) Envio do projeto para o setor de fabricação onde os desenhos serão analisados pelo encarregado da oficina, que fará o levantamento manual de todas as peças à serem produzidas;
- g) Traçado manual das peças;
- h) Corte manual das peças;
- i) Montagem e finalização das peças
- j) Verificação das peças produzidas;

- k) Envio das peças para a obra de forma fracionada devido ao alto tempo de confecção;
- l) Recebimento do material pela equipe de campo e início da montagem;
- m) Solicitação de novas peças de acordo com a descoberta de interferências em campo;
- n) Repetição dos itens “f”, “g”, “h”, “i”, “j” e “k”, até que a obra seja concluída;
- o) Término do projeto.

Muitas das vezes ainda ocorriam alguns retrabalhos devido ao método de comunicação adotado, onde a informação precisa passar por vários setores, muitas vezes de forma informal, conforme ilustrado na figura 3, e ser interpretada por diversas pessoas até chegar ao seu destino final. Com isso partes importantes da informação que deveriam ser transmitidas, acabam se perdendo ao longo do processo.

Figura 3 – Fluxo de comunicações informais



Fonte: Mintzberg [5]

Além disso, como a produção tinha a maior parte de seu processo voltada para tarefas manuais, as falhas humanas.

Dado o atual cenário a empresa resolveu que precisava investir no seu método produtivo e adotar novas tecnologias que possibilitassem aumentar a produtividade, reduzindo os custos e o tempo de produção e, consequentemente, aumentar as margens de lucro.

- a) Para isso as seguintes medidas foram adotadas:
 - b) Treinamento da equipe de projetos em software de metodologia BIM (Autodesk Revit);
 - c) Aquisição e implementação de uma máquina de corte à plasma para chapas metálicas, que opera por meio de comandos CNC;
 - d) Adoção do Revit como principal programa para modelagem dos projetos;
 - e) Implementação de um programa dedicado a geração de códigos CNC e planos de corte (Autodesk Camduct);
 - f) Implementação de plug-in que permite a transmissão das informações contidas na modelagem do projeto em peças contidas na biblioteca do programa CAM;
 - g) Montagem e finalização das peças;
 - h) Verificação e identificação das peças produzidas, conforme sequência da montagem à ser realizada em campo;
 - i) Envio das peças para a obra de forma integral devido ao à redução de tempo de produção e maior volume de peças liberadas devido a verificação antecipada de interferências;
 - j) Recebimento do material pela equipe de campo e início da montagem;
 - k) Ocorrência de poucos pedidos pontuais para algum ajuste em campo;
 - l) Término do projeto
- Após essa implementação, o processo como um todo tornou-se muito mais rápido e assertivo.

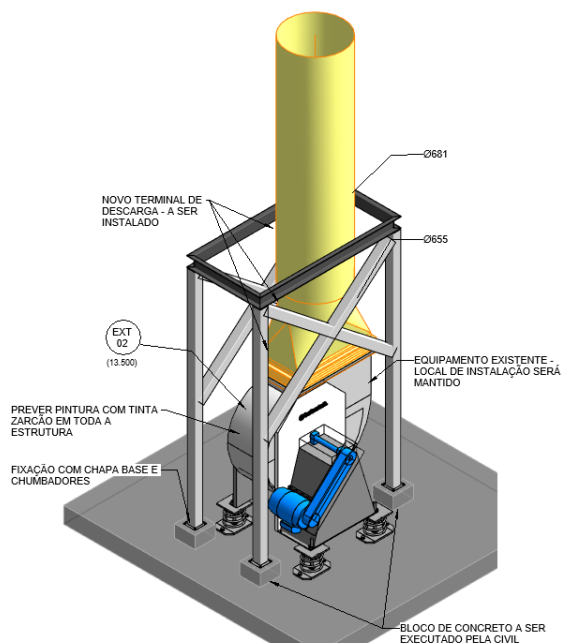
Após o período de testes e adaptação o novo processo produtivo passou a ser configurado da seguinte forma:

- a) Cálculos e dimensionamento do sistema;
- b) Seleção de equipamentos;
- c) Elaboração de projeto em software CAD (Autodesk Revit), utilizando a metodologia BIM e incluindo todas as informações do empreendimento existente além de todas as disciplinas envolvidas; Verificação virtual de todas as incompatibilidades e interferências; Seleção de todas as peças do sistema e transcrição automática para o software CAM;
- d) Emissão dos planos de corte de acordo com a quantidade de peças, tamanho das chapas em códigos CNC;
- e) Envio do projeto para o setor de fabricação de forma virtual onde todas as informações são transferidas diretamente para a máquina de corte a plasma;
- f) Traçado e corte de todas as peças necessárias para a produção com um nível de aproveitamento de material muito superior ao corte manual, devido a automatização da programação CNC;

4 Análise dos benefícios da implementação

A implementação da metodologia BIM no âmbito do projeto propriamente dito permitiu a representação gráfica com mais detalhes e de formas que permitem uma assimilação da informação mais fácil e intuitiva por todas as partes envolvidas no processo, conforme ilustrado na figura 4 abaixo:

Figura 4 – Detalhe de estrutura metálica

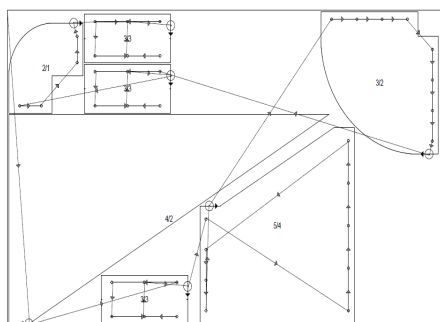


Fonte: Autor

No âmbito da produção, a integração do programa CAD com o programa CAM permitiu a automatização do processo produtivo, uma vez que os planos de corte eram gerados por meio de códigos CNC e tinham como principal objetivo permitir o máximo de aproveitamento possível das chapas de aço, conforme ilustrado na figura 5 abaixo:

Figura 5 – Plano de corte

NOA 27.09.22	Sheet #: 741
Ref: NOA	M Time: 1:32 (mins)
Size: 2005 x 1205	Length Used: 199...
Chapa Necessária: 1994 x 1201 (mm)	% Used: 67,1
Mat'l: Aço Carbono x 16	Cut Area: 2,4



Fonte: Autor

Os arquivos CNC por sua vez eram interpretados pelo sistema operacional da máquina de corte, similar ao ilustrado na

figura 6, a plasma, que executava os traçados de corte conforme a programação, com um espaçamento mínimo entre cada peça, permitindo um excelente aproveitamento de material.

Figura 6 – Máquina de corte a plasma CNC



Fonte: Refriweb [6]

Além dos planos de corte o programa CAM permitia gerar planos de montagem, conforme indicado na figura 7, com ilustrações intuitivas do processo de fabricação de cada peça do sistema. Sendo esses arquivos muito importantes para eventuais consultas ao longo do processo de montagem.

Figura 7 – Plano de montagem

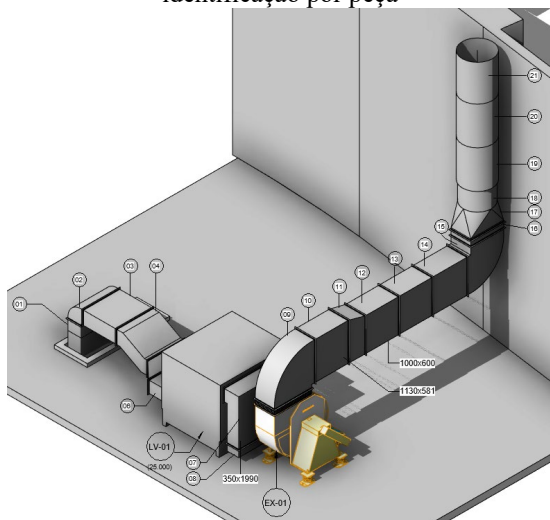
Ref: NOA Item: 2 Qtde: 1 Sistema: 27/09/2022
 Material: Aço Carbono x 16 Name: Curva 90°

Dimensional	
A=200,0	B=200,0
C=90,0	D=100,0
E=100,0	F=0,0

Fonte: Autor

Em termos de execução, foi possível incluir nos projetos detalhes reais de montagem dos sistemas, conforme ilustrado na figura 8, de acordo com as informações provenientes do setor de fabricação, com a identificação numérica em cada peça, dessa forma reduzindo retrabalhos e eventuais perdas de material e tornando a fase de montagem mais rápida.

Figura 8 – Detalhe de montagem do sistema com identificação por peça



Fonte: Autor

5 Considerações Finais

A partir da análise da implementação apresentada, verifica-se que a aplicação da metodologia BIM na integração entre o projeto e o processo produtivo é de suma importância, visto que ela permite um planejamento mais estruturado desde o início do processo, uma quantificação mais precisa não só dos insumos, mas de mão de obra necessária, um controle maior no cronograma e etc.

Mas o ponto mais importante da implementação foi o impacto no fluxo de

informação do processo, que passou a ser muito mais organizado e cadenciado, respeitando as etapas dentro da cronologia do processo, reduzindo o tempo para gerar informações críticas e permitindo que as tomadas de decisão não só ocorram de forma antecipada, mas com uma antecedência muito mais confortável e assertiva.

6 Referências

- [1] FORMOSO, R. T. *et al.* Termo de Referência para o Planejamento e controle da Produção em Empresas Construtoras. Porto Alegre, 1999.
- [2] EASTMAN, C. *et al.* *Manual de BIM: Um guia de modelagem da informação da construção para arquitetos, engenheiros, gerentes, construtores e incorporadores.* Porto Alegre: Bookman Editora LTDA, 2014
- [3] BIBLUS. *The dimensions of BIM – 3D, 4D, 5D, 6D, 7D, 8D, 9D, 10D BIM Explained.* (2023). Disponível em <https://biblus.accasoftware.com/en/bim-dimensions/> Acesso em: 15 jul 2023
- [4] VARGAS, Ricardo V. *Gerenciamento de Projetos: Estabelecendo Diferenciais Competitivos.* Rio de Janeiro: Brasport, 2003 – 6ª Edição
- [5] MINTZBERG, Henry. *Criando Organizações Eficazes: Estruturas em Cinco Configurações.* São Paulo: Atlas: 1995
- [6] REFRIWEB (2023) *Corte Plasma CNC.* Disponível em <https://refriweb.com.br/produtos/maquina-de-corte-plasma-cnc/> Acesso em: 5 mar 2023



Análise dos problemas em revestimentos de piso cerâmico: estudo de caso em fachadas de uma instituição privada brasileira.

Analysis of problems in ceramic floor coverings: A case study on the facades of a private brazilian institution

COELHO, Ana Carolina Nunes¹; AMARIO, Mayara²
anaccoelho.eng@gmail.com¹; mayara_amario@poli.ufrj.br²

¹ Especialista em Gestão e Gerenciamento de Projetos;

² Prof^a UFRJ, D.Sc.; Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, Brasil;

Informações do Artigo

Palavras-chave:

Fachadas;

Revestimento cerâmico;

Manifestações patológicas;

Técnicas de prevenção.

Key word:

Facades;

Ceramic Coating;

Pathological

Manifestations;

Prevention Techniques

Resumo:

Diante das preocupações dos pesquisadores sobre manifestações patológicas em revestimentos cerâmicos, como o descolamento de placas em fachadas, que pode representar riscos significativos, é crucial aprofundar a investigação dessas questões. Assim, este estudo teve como objetivo analisar as falhas em revestimentos de piso cerâmico em uma instituição privada brasileira, identificando as principais falhas e suas causas através de um estudo de caso, no qual foram realizadas visitas ao local para inspeção visual das fachadas, onde foram coletados dados sobre defeitos. A análise incluiu uma observação minuciosa das superfícies para identificar patologias e foi complementada por registros fotográficos, que ajudaram a documentar as condições encontradas e a avaliar as possíveis causas dos problemas. Os dados obtidos no estudo de caso, através da análise visual detalhada das superfícies, revelaram os seguintes problemas nos revestimentos de piso cerâmico das fachadas: deslocamento, fissuras, gretamento, trincas, deterioração das juntas e eflorescências. Tais patologias afetam negativamente a estética e a durabilidade das fachadas, eleva os custos com manutenção e reparos, e, em situações mais graves, pode comprometer a segurança da edificação. Neste sentido, destaca-se a importância de seguir rigorosamente as normas técnicas e as boas práticas de execução.

Abstract

In light of researchers' concerns about pathological manifestations in ceramic coatings, such as the detachment of tiles on facades, which can pose significant risks, it is crucial to deepen the investigation of these issues. Thus, this study aimed to analyze the flaws in ceramic flooring coatings at a private Brazilian institution, identifying the main defects and their causes through a case study. Site visits were conducted for visual inspection of the facades, during which data on defects were collected. The analysis included a thorough examination of the surfaces to identify pathologies and was complemented by photographic records, which helped document the conditions found and assess the possible causes of the problems. The data obtained from the case study, through detailed visual analysis of the surfaces, revealed the following issues with the ceramic flooring coatings on the facades: detachment, cracks,

cracking, fissures, joint deterioration, and efflorescence. These pathologies negatively affect the aesthetics and durability of the facades, increase maintenance and repair costs, and, in more severe cases, may compromise the safety of the building. In this regard, it is important to adhere strictly to technical standards and best practices for execution..

1. Introdução

Os revestimentos cerâmicos para pisos são amplamente empregados na construção civil devido à sua durabilidade e apelo estético. É evidente que esses revestimentos estão presentes em grande parte das construções no Brasil [1]. Atualmente, os fabricantes estão bastante interessados nas características ópticas da superfície dos revestimentos cerâmicos, pois, para os consumidores, a durabilidade do revestimento está principalmente associada às mudanças em sua aparência visual original [2][3]. Para os consumidores finais, muitas vezes a estética do produto final pode ser mais valorizada do que as propriedades técnicas que definem seu desempenho diante das exigências [3].

No entanto, problemas como instalação inadequada, seleção errônea de materiais ou falta de manutenção podem afetar negativamente a qualidade e a durabilidade desses revestimentos [1]. Pesquisas recentes indicam que seguir as normas técnicas é crucial para assegurar a eficácia e a longevidade dos materiais cerâmicos, prevenindo defeitos como descolamentos, fissuras e manchas [4][5].

Dessa forma, selecionar o tipo correto de revestimento cerâmico para cada ambiente é fundamental para garantir uma aplicação bem-sucedida. Carvalho e Fontenelle [6] afirmam que a inadequação dos materiais às condições específicas de uso e às características climáticas da região pode levar a falhas antecipadas, especialmente em áreas externas, onde os revestimentos enfrentam variações de temperatura e umidade. Além disso, a falta de qualificação dos profissionais responsáveis pela instalação pode intensificar esses problemas, resultando em maiores

custos de manutenção e insatisfação dos usuários finais.

Diante dos alertas de pesquisadores sobre as patologias associadas aos revestimentos cerâmicos, como os casos de descolamento de placas em fachadas, que têm gerado preocupações significativas no setor, é essencial investigar mais a fundo essas questões. O risco representado por revestimentos mal aderidos pode colocar vidas em perigo. É imperativo realizar estudos mais detalhados que examinem as formas de manifestação e as causas dessas patologias, bem como desenvolver soluções potenciais para mitigar esses problemas.

Assim sendo, este artigo tem como objetivo analisar os problemas encontrados em revestimentos de piso cerâmico nas fachadas de uma instituição privada brasileira. Através de um estudo de caso, serão identificadas as principais falhas observadas e suas possíveis causas, buscando propor soluções baseadas em boas práticas de execução e no cumprimento de normas técnicas. Dessa maneira, espera-se contribuir para a melhoria dos processos construtivos e para a minimização de rejeições por parte dos usuários.

2 Embasamento Teórico

Os revestimentos cerâmicos são amplamente escolhidos para acabamentos de fachadas devido à sua combinação de estética, durabilidade e eficiência. O uso de cerâmica para revestimentos possui uma longa e rica tradição. Na Antiguidade, civilizações como os egípcios, romanos e mesopotâmicos empregaram cerâmica para cobrir paredes e estruturas. No Egito Antigo, por exemplo, cerâmicas eram usadas em templos e tumbas,

servindo tanto para embelezar quanto para proteger as superfícies contra as intempéries [7]. Da mesma forma, os romanos utilizaram revestimentos cerâmicos em seus edifícios públicos e residenciais, como evidenciado pelos mosaicos encontrados nas ruínas de Pompeia e Herculano, conhecidos por sua durabilidade e acabamento refinado [8].

Durante o Renascimento, houve uma revitalização do interesse nas técnicas cerâmicas. Os artesãos da época exploraram novos esmaltes e métodos de aplicação, resultando em revestimentos cerâmicos com acabamentos refinados e uma vasta gama de estilos. Um exemplo notável desse período é o Palácio Ducal de Veneza, que ilustra como as cerâmicas renascentistas foram utilizadas para criar efeitos visuais impressionantes e sofisticados [9].

A Revolução Industrial trouxe avanços importantes para a produção cerâmica. A adoção de processos mais eficientes, como o uso de moldes e técnicas de produção em larga escala, permitiu a fabricação de revestimentos cerâmicos a um custo reduzido e com maior uniformidade. Além disso, as melhorias nas técnicas de esmaltação e queima aumentaram tanto a durabilidade quanto a diversidade dos acabamentos cerâmicos disponíveis [10].

Essas evoluções demonstram como a cerâmica, desde suas origens na Antiguidade até os avanços da Revolução Industrial, tem desempenhado um papel crucial no acabamento de fachadas de edifícios, oferecendo tanto benefícios estéticos quanto funcionais. De acordo com Barbosa et al., [5] o uso de placas cerâmicas em revestimentos externos remonta ao século XIII. Atualmente, esse tipo de revestimento é amplamente utilizado em fachadas ao redor do mundo. A popularidade global dos revestimentos cerâmicos se deve principalmente às suas propriedades funcionais e estéticas, que incluem durabilidade, resistência a condições climáticas adversas e a capacidade de proporcionar uma ampla variedade de

acabamentos visuais, atendendo a diferentes preferências arquitetônicas.

Um dos sistemas de revestimento cerâmico para fachadas amplamente utilizado no Brasil e reconhecido internacionalmente é o sistema aderido, como mostrado na Figura 1. Neste método, as placas cerâmicas são fixadas com argamassa colante industrializada, que é aplicada sobre uma camada de argamassa de regularização, conhecida como emboço. Este emboço é previamente aplicado sobre os componentes estruturais da construção, que incluem concreto, aço e alvenarias, formando a estrutura e a vedação das edificações [11].

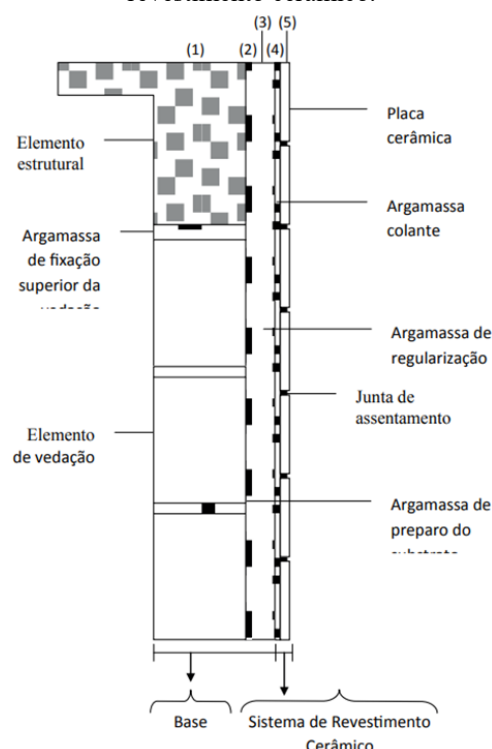
Além das placas cerâmicas e da argamassa colante, as juntas entre as placas são preenchidas com argamassa de rejuntamento industrializada. Outros elementos essenciais deste sistema incluem as juntas de movimentação, dessolidarização e estruturais. Essas juntas são projetadas para aliviar as tensões que se acumulam tanto na estrutura da edificação quanto no próprio revestimento, assegurando a durabilidade e a eficiência do sistema [11].

De acordo com Mansur et al. [11], a adoção deste tipo de sistema com argamassas colantes, que começou na década de 60 e se intensificou no Brasil a partir dos anos 80, trouxe consigo uma série de patologias, como ocorre com qualquer nova tecnologia. Casimir [12] destaca que as manifestações patológicas nas edificações, apesar de suas diversas formas, geralmente resultam de causas múltiplas e complexas, devido à interação de diferentes subsistemas no processo construtivo.

Assim, conforme destaca por Mansur et al [11], as causas dessas patologias são variadas e incluem aspectos como projeto, execução, materiais e mão-de-obra. Na maioria dos casos, os problemas não resultam de um único fator, mas da interação de múltiplos aspectos atuando simultaneamente. Alguns defeitos são apenas estéticos, enquanto outros, como o destacamento de placas cerâmicas, podem representar sérios

riscos à segurança de pessoas e bens. Além disso, essas patologias têm levado à redução na adoção desse tipo de revestimento, com a busca por materiais alternativos que ofereçam desempenho funcional e apelo visual semelhantes.

Figura 1 – Representação esquemática do sistema de revestimento cerâmico.



Fonte: Mansur et al., [11].

(1) representa o substrato; (2) é a argamassa de preparo do substrato, usualmente denominada chapisco; (3) corresponde à argamassa de regularização, denominada emboço; (4) é a argamassa colante industrializada de fixação das placas cerâmicas e (5) corresponde ao conjunto formado pelas peças cerâmicas e a argamassa de preenchimento das juntas de assentamento.

Dessa forma, Casimir [12] observa que as falhas em edifícios raramente são causadas por um único fator isolado; em vez disso, costumam ser o resultado de uma combinação de múltiplos fatores que interagem e contribuem para a deterioração das estruturas. Campante e Sabbatini [13] reforçam essa perspectiva, indicando que muitas das manifestações patológicas em revestimentos cerâmicos se devem à falta de compreensão das interfaces entre os diferentes

componentes desses sistemas. Eles argumentam que essa deficiência geralmente está relacionada a lacunas no conhecimento técnico ao longo de toda a cadeia produtiva.

As principais causas identificadas incluem, a falta de qualificação e treinamento adequado da mão de obra é uma das principais causas de problemas em revestimentos cerâmicos. A ausência de capacitação pode resultar em erros tanto na aplicação quanto na manutenção dos revestimentos, contribuindo para o surgimento de patologias. Além disso, a falta de compromisso dos fabricantes com garantia, assistência técnica e informações detalhadas sobre os produtos também é um fator relevante. Sem o devido suporte e informações, podem ocorrer problemas na aplicação e no desempenho dos materiais ao longo do tempo (CAMPANTE; SABBATINI, 2001).

Outra causa importante é a deficiência no conhecimento dos projetistas sobre suas responsabilidades. Projetistas que não compreendem completamente as implicações de suas escolhas podem contribuir para problemas na integração e funcionalidade dos componentes do revestimento. Por fim, a falta de atenção dos incorporadores ao custo real da recuperação pode levar a decisões inadequadas. A desconsideração da relação entre o custo de recuperação das patologias e o valor do bem a ser recuperado pode resultar em soluções que não avaliam adequadamente a viabilidade econômica [13].

Essas deficiências destacam a importância de uma abordagem integrada e bem-informada em todas as etapas do processo construtivo. É essencial que todas as fases, desde o projeto até a execução e manutenção, sejam cuidadosamente coordenadas para minimizar a ocorrência de patologias e assegurar a qualidade e durabilidade das edificações.

3 Metodologia

Para analisar os problemas em revestimentos de piso cerâmico nas fachadas de uma instituição privada brasileira, foi realizado um estudo de caso que envolveu, inicialmente, a identificação das patologias mais comuns em revestimentos cerâmicos e as boas práticas de execução recomendadas por normas técnicas, como a NBR 9817 [14]. Em seguida, foram conduzidas visitas ao local para inspeção visual das fachadas, onde se coletaram dados sobre os tipos de defeitos observados.

Durante as inspeções realizadas no estudo de caso, foi conduzida uma análise visual detalhada das superfícies para identificar possíveis patologias. Essa abordagem envolveu uma observação minuciosa e sistemática, permitindo a detecção de irregularidades e sinais de deterioração nas superfícies avaliadas. A análise visual foi complementada por registros fotográficos que auxiliaram na documentação das condições encontradas e na avaliação das possíveis causas dos problemas identificados.

Os dados coletados foram analisados para identificar as principais falhas e suas causas. Com base nessa análise, foram propostas soluções para mitigar os problemas encontrados, incluindo a recomendação de boas práticas de execução e controle de qualidade.

4 Estudo de Caso

De acordo com Carvalho e Fontenelle [6], a análise dos problemas encontrados em revestimentos de piso cerâmico nas fachadas é de extrema importância, tanto para a indústria cerâmica quanto para os usuários e proprietários de edifícios. Esses problemas não só afetam a estética e a durabilidade das construções, mas também acarretam custos econômicos significativos devido aos reparos necessários para corrigir os defeitos. Além disso, os impactos ambientais dos reparos, como a geração de resíduos e o consumo de recursos, ressaltam a necessidade de prevenir

tais patologias desde o início. Reunir dados estatísticos detalhados sobre as causas dessas falhas permite uma compreensão mais profunda dos fatores que contribuem para o seu aparecimento, possibilitando a implementação de melhores práticas construtivas e o cumprimento rigoroso das normas técnicas.

Dessa forma, a análise dessas patologias contribui para a melhoria dos processos de construção, aumentando a satisfação dos usuários e proprietários e promovendo a sustentabilidade na construção civil. Assim, a presente análise dos problemas encontrados nos revestimentos de piso cerâmico das fachadas de uma instituição privada brasileira, mediante o estudo de caso em questão, revela importantes insights sobre as principais falhas observadas e suas possíveis causas.

Os dados obtidos no estudo de caso, mediante a análise visual detalhada das superfícies para identificar possíveis patologias, são descritos na Figura 2. Esta análise minuciosa permitiu identificar e documentar uma variedade de defeitos, proporcionando uma compreensão aprofundada das causas e condições que contribuem para o aparecimento dessas falhas.

A Figura 2 apresenta uma representação visual desses dados, destacando as áreas afetadas, na qual foram identificados os seguintes problemas nos revestimentos de piso cerâmico das fachadas: deslocamento, fissuras, gretamento e trincas, deterioração das juntas e eflorescências. Esses insights são cruciais para o desenvolvimento de estratégias eficazes de prevenção e reparo, fundamentadas em boas práticas de execução e no cumprimento das normas técnicas.

Referente ao deslocamento, este ocorre quando as placas cerâmicas se descolam parcial ou totalmente da superfície de fixação. Isso pode ser causado por falhas na aderência devido à aplicação inadequada do adesivo, exposição excessiva a variações térmicas ou movimentações estruturais. O deslocamento

compromete a segurança da edificação, aumenta o risco de acidentes e pode exigir reparos custosos para a substituição das peças soltas.

Figura 2 - Aspectos observados nos revestimentos de piso cerâmico das fachadas.



Fonte: Dados do estudo (2024).

Figura 2a - Aspectos observados nos revestimentos de piso cerâmico das fachadas.



Fonte: Dados do estudo (2024).

De acordo com Parreira e Ramos [15], as fachadas, por serem as partes mais expostas de uma edificação, estão mais propensas ao aparecimento de anomalias devido à degradação que compromete suas propriedades físicas. Entre os problemas mais recorrentes, o deslocamento de cerâmicas se sobressai, pois não apenas compromete a segurança, com o risco de desprendimento das peças que pode causar acidentes, como também prejudica a aparência da construção.

Pezzatoa et al. [4] apontam que a ocorrência desse problema é influenciada por diversos fatores, incluindo o uso inadequado da argamassa para fixação das placas, erros na preparação que podem comprometer a eficácia do material, a falta de preparação adequada da superfície de aplicação, e a ausência de um projeto bem elaborado. Esses e outros equívocos acabam contribuindo para o surgimento de patologias nas fachadas.

Antes que as placas cerâmicas se descolem, é possível identificar sinais de alerta que ajudam a prevenir maiores danos. Almeida et al., [16] destacam que os primeiros indícios incluem sons ocos ao bater nas peças e estufamento da cerâmica, que podem ou não resultar no deslocamento. Essas anomalias são mais comuns nos primeiros e últimos andares, onde a tensão é maior. A recuperação desse tipo de patologia é complexa e geralmente cara, muitas vezes exigindo a remoção completa do revestimento até o emboço, para refazer todas as camadas.

Portanto, para reduzir esses impactos ao mínimo, é essencial realizar manutenções e inspeções periódicas, com o objetivo de identificar problemas, investigar suas causas e avaliar o nível de deterioração do edifício.

Outra patologia identifica corresponde a presença de fissuras, gretamento e trincas, os quais se manifestam como rachaduras visíveis na superfície das placas cerâmicas. Fissuras são pequenas aberturas que podem se expandir ao longo do tempo, enquanto

gretamento refere-se a um padrão de pequenas rachaduras, geralmente causadas por tensões internas na cerâmica. Trincas são rachaduras mais profundas que podem comprometer a integridade estrutural das placas. Esses defeitos afetam a durabilidade do revestimento, favorecem a infiltração de água e podem acelerar o desgaste das superfícies.

Almeida et al., [16] destacam que a perda de integridade da superfície do revestimento é a principal característica dessa patologia. Isso pode desencadear uma série de problemas subsequentes, como a exposição dos componentes do sistema de revestimento cerâmico, que resulta em trincas, comprometimento das juntas de movimentação e, eventualmente, no descolamento das placas.

Almeida et al., [16] observam ainda que que fissuras e trincas geralmente surgem no rejunte entre as placas de revestimento e nas bordas das cerâmicas, e é crucial investigar sua origem para realizar o reparo adequado, substituindo as peças afetadas. No entanto, mesmo tratando a causa, o problema pode reaparecer. Já em relação ao gretamento, os autores acrescentam que esse problema pode resultar de agressões climáticas que causam a dilatação das peças devido à variação térmica ou umidade, além da ausência de detalhes construtivos como vergas, pingadeiras e juntas de dilatação. Erros na construção e a qualidade do revestimento também desempenham um papel significativo no surgimento dessa patologia.

Assim, reduzir fissuras, gretamentos e trincas é fundamental para manter a integridade estrutural e a estética das edificações. Esses defeitos não apenas comprometem a durabilidade do revestimento, mas também aumentam o risco de infiltrações e outros problemas que podem exigir reparos dispendiosos. Ao minimizar esses danos, prolonga-se a vida útil dos materiais e evita-se a degradação prematura da construção, garantindo maior segurança e satisfação dos usuários.

Quanto a deterioração das juntas, que são os espaços preenchidos com material entre as placas cerâmicas, esta pode ocorrer devido à exposição prolongada a condições climáticas adversas, variações de temperatura e umidade, ou à aplicação inadequada do rejunte. Quando as juntas se deterioram, pode ocorrer infiltração de água, o que compromete a aderência das placas cerâmicas e pode levar ao surgimento de problemas adicionais, como deslocamento e eflorescências.

Almeida et al., [16] indicam que a presença desta patologia está frequentemente associada a erros no preenchimento adequado das juntas. Quando o material utilizado para preencher os espaços entre as placas cerâmicas é aplicado de forma inadequada, isso pode resultar em falhas que comprometem a integridade do revestimento.

Dessa forma, atenuar a patologia associada ao preenchimento inadequado das juntas é crucial para garantir a durabilidade e a eficiência do revestimento cerâmico, visto que ao se abordar e corrigir esses problemas precocemente, minimiza-se a necessidade de reparos dispendiosos e prolonga-se a vida útil dos materiais, promovendo um ambiente mais seguro e eficiente.

Por fim, no que se refere a identificação de eflorescências, estas são depósitos de sais brancos que aparecem na superfície das placas cerâmicas ou nas juntas. Este fenômeno é causado pela migração de água através dos materiais de construção, que carrega sais dissolvidos. Quando a água evapora, os sais cristalizam na superfície, criando manchas esbranquiçadas. As eflorescências podem prejudicar a aparência estética das fachadas e indicar problemas de umidade que, se não tratados, podem levar a danos mais graves, como o deslocamento das placas.

Oliveira [17] identifica três fatores principais que contribuem para o desenvolvimento desta patologia: a quantidade de sais solúveis nos materiais ou componentes do revestimento cerâmico, a presença de umidade e a variação na pressão

hidrostática, que faz com que sais como sulfatos e carbonatos de sódio e potássio migrem para a superfície do revestimento.

Almeida et al., [16] destacam que essa patologia não apenas compromete a aparência do edifício, mas também reduz a aderência das placas cerâmicas, o que pode levar ao descolamento dessas placas. Manchas esbranquiçadas nas juntas são sinais de eflorescência. Para prevenir essa condição, é crucial evitar a umidade, garantindo que todas as etapas de aplicação da argamassa colante sejam seguidas corretamente, incluindo a impermeabilização do local antes da instalação das peças cerâmicas.

Reduzir a patologia da eflorescência é essencial para preservar a integridade e a estética do edifício, visto que a prevenção e o controle dessa patologia evitam problemas adicionais, como o descolamento das placas e danos estruturais, além de reduzir os custos com reparos e manutenção.

Assim, considerando as patologias identificadas, cada um desses problemas afeta negativamente a estética e a durabilidade das fachadas, eleva os custos com manutenção e reparos, e, em situações mais graves, pode comprometer a segurança da edificação.

Vale destacar que para a aplicação de revestimento cerâmico, é essencial seguir a Norma Regulamentadora Brasileira em vigor, que orienta a adoção de técnicas preventivas durante o processo de instalação de placas cerâmicas em paredes externas, utilizando argamassa colante. De acordo com a NBR 13755 [18], é mandatório elaborar um projeto específico para o revestimento cerâmico de fachadas, desenvolvido por um profissional qualificado. Esse projeto deve incluir detalhes construtivos e especificações técnicas dos materiais e métodos a serem empregados, garantindo que todas as exigências normativas sejam atendidas para evitar o surgimento de patologias.

Dessa forma, uma execução adequada, conforme as diretrizes estabelecidas por essa norma, é fundamental para prevenir a

ocorrência de patologias. Ao seguir rigorosamente essas orientações, reduz-se significativamente o risco de problemas, garantindo a longevidade e a integridade do revestimento cerâmico.

Assim sendo, uma execução adequada, conforme as diretrizes estabelecidas, minimiza o risco de patologias como deslocamento, fissuras, gretamento e eflorescências. Essas patologias não apenas estão inter-relacionadas, mas frequentemente ocorrem simultaneamente, exacerbando os danos ao revestimento. Por exemplo, fissuras e gretamento podem prejudicar a aderência das placas, levando ao deslocamento, enquanto a deterioração das juntas e a eflorescência são resultado da umidade e dos sais solúveis. Portanto, aderir às orientações normativas não só previne a ocorrência dessas patologias, mas também assegura a longevidade e a integridade do revestimento cerâmico.

Para mitigar esses problemas, é fundamental implementar uma série de melhorias. Primeiramente, é crucial garantir a correta aplicação e impermeabilização das juntas e do revestimento cerâmico, seguindo as normas técnicas e evitando a umidade. Além disso, realizar inspeções e manutenções periódicas ajuda a identificar e corrigir problemas antes que se agravem. Investir em materiais de alta qualidade e técnicas de instalação apropriadas também contribui significativamente para a durabilidade e a aparência das fachadas. Essas ações não só prolongam a vida útil do revestimento, mas também reduzem os custos com reparos e manutenção, assegurando a integridade e a segurança da edificação.

5 Considerações Finais

Diante do objetivo deste estudo, que visa analisar as falhas encontradas em revestimentos de piso cerâmico nas fachadas de uma instituição privada brasileira, é evidente que a identificação e compreensão das patologias observadas são cruciais para a

melhoria dos processos construtivos. As patologias verificadas, como deslocamento, fissuras, gretamento, deterioração das juntas e eflorescências, revelam uma série de desafios que impactam tanto a estética quanto a funcionalidade das fachadas. Essas condições estão frequentemente inter-relacionadas e resultam de fatores como aplicação inadequada, variações climáticas e deficiências na execução.

As análises realizadas permitiram identificar as principais falhas e suas possíveis causas, evidenciando a necessidade de adesão rigorosa às normas técnicas e às boas práticas de execução. As soluções propostas, baseadas em uma execução cuidadosa e na conformidade com as diretrizes normativas, visam não apenas corrigir os problemas existentes, mas também prevenir sua recorrência. Ao implementar essas práticas, espera-se não apenas melhorar a durabilidade e a aparência dos revestimentos cerâmicos, mas também aumentar a satisfação dos usuários e reduzir os custos de manutenção e reparo.

Referências

- [1] TORMENA, A. F., BUENOA, G. M., DE MARCOB, C. E. G., DA SILVAA, C. V. *Manifestações Patológicas em Revestimentos Cerâmicos Esmaltados em Ambientes Internos: Análise da Influência dos Processos Construtivos em Alvenaria Convencional e Estrutural*. Rio Grande do Sul: Construtora De Marco e Orso, p. 1-4, 2016.
- [2] BENTO, João José Jorge. *Patologias em revestimentos cerâmicos colados em paredes interiores de edifícios*. 2010.
- [3] AZEVEDO, A. R. G., ALEXANDRE, J., ZANELATO, E. B., MARVILA, M. T. *Influence of incorporation of glass waste on the rheological properties of adhesive mortar*. *Construction and Building Materials*, v. 148, p. 359-368, 2017.
- [4] PEZZATO, L. M., SICHIERIA, E. P., PABLOSA, J. M. *Estudos de Casos em Fachadas Revestidas com Cerâmica*. *Cerâmica Industrial*. São Paulo, n. 5-6, p. 15-30, 2010.
- [5] BARBOSA, M. M., SCHLICHTING, I., BRACHT, M., LOESER, B., MARINOSKI, D. L., GUTHS, S. *Revestimentos cerâmicos de fachada: análise e caracterização de propriedades térmicas e ópticas*. *Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído*, v. 17, p. 1-10, 2023.
- [6] CARVALHO, F. E., FONTENELLE, M. A. M. *Manifestações patológicas de revestimentos cerâmicos em fachadas: um estudo de caso*. In: *Workshop de Tecnologia de Processos e Sistemas Construtivos*. 2021. p. 1-5.
- [7] LUCAS, A., HARRIS, J. *Ancient Egyptian materials and industries*. Courier Corporation, 2012.
- [8] WAYWELL, S. E. *Roman mosaics in Greece*. *American Journal of Archaeology*, v. 83, n. 3, p. 293-321, 1979.
- [9] SENTANCE, Bryan. *Ceramics: a world guide to traditional techniques*. (No Title), 2004.
- [10] GREENHALGH, Paul. *Ceramic, Art and Civilisation*. Bloomsbury Publishing, 2020.
- [11] MANSUR, A. A. P., NASCIMENTO, O. L., MANSUR, H. S. *Mapeamento de Patologias em Sistemas de Revestimento Cerâmico de Fachadas*. *Construindo*, 2012.
- [12] CASIMIR, Crispin. *Testing, evaluation and diagnostics*. In: *Proceedings of the International Conference on Building Envelope Systems and Technology*, Singapore, December. 1994. p. 79-83.
- [13] CAMPANTE, E. F., SABBATINI, F. H. *Metodologia de diagnóstico, recuperação e prevenção de*

- manifestações patológicas em revestimentos cerâmicos de fachada.* 2001.
- [14] ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. *NBR 9817: documentos de arquivos - apresentação.* Rio de Janeiro: ABNT, 2003.
- [15] PARREIRA, F. A., RAMOS, M. R. *Estudo do Deslocamento de Revestimentos Cerâmicos em Paredes Internas.* Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) - UniEvangélica, Anápolis, Goiânia, 2017.
- [16] ALMEIDA, G. R., DA SILVA BORGES, J., DE ARAÚJO, T. L. L., ARAÚJO, L. L. F. *Manifestações patológicas de revestimentos cerâmicos em fachadas.* Revista Mangaio Acadêmico, v. 6, n. 2, p. 27-46, 2021.
- [17] OLIVEIRA, Pábulo Matheus Ferreira de. *Execução de fachada com revestimento cerâmico conforme a NBR 13755.* 2020.
- [18] ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. *NBR 13755: Revestimentos cerâmicos de fachadas e paredes externas com utilização de argamassa colante.* Rio de Janeiro: ABNT, 2017.



Análise das principais alterações inseridas na nova lei de licitações, lei 14.133/2021, com foco na execução de obras e serviços de engenharia

Analysis of the main changes included in the new bidding law, law 14.133/2021, focusing on the execution of architectural and engineering works and services

GUEDES, Lucas Aleixo¹; ABREU, Victor Hugo Souza de
lucasaguedes10@gmail.com¹; yhsa@poli.ufrj.br²

¹ Engenheiro civil; Universidade Federal do Rio de Janeiro;

² D.Sc.; Universidade Federal do Rio de Janeiro.

Informações do Artigo

Palavras-chave:

Licitação;

Obra;

Engenharia;

Contrato.

Keyword:

Bidding;

Works;

Engineering;

Contract.

Resumo:

Com o advento da Nova Lei de Licitações (NLL) - Lei 14.133/2021, houve grande consolidação de dispositivos relacionados a licitações e contratos, fazendo com que regras que constavam de diversos regimes licitatórios (Lei 8.666, Lei 10.520 – pregão e Lei 12.462 – Regime Diferenciado de Contratação – RDC) passassem a ser tratadas em um único diploma, o que objetiva facilitar a compreensão e sistematização das regras relacionadas ao tema. Dentre todas as suas alterações, retificações, acréscimos e exclusões, valendo-se da revisão integral da Lei 14.133/2021 e tendo como base artigos científicos e teses de mestrado disponíveis no meio acadêmico, sendo prioridade a elucidação das principais diferenças entre a antiga e a nova lei, será dado o enfoque principal neste artigo ao que se refere a: (i) novos objetivos acrescentados na NLL; (ii) novos princípios acrescentados; (iii) a nova definição de obra segundo a legislação e definições de execução direta e indireta; (iv) alterações na modalidade de serviço de engenharia (novas especificações e tipos de serviço); (v) definição dos novos “atores” dentro da licitação; (vi) a adoção do novo Portal Nacional de Contratações Públicas (PNCP), dispendo sobre seus objetivos, informações nele contidas, características e sua gestão; (vii) limites para consideração de obras de grande vulto e a nova modalidade de licitação inserida, o diálogo competitivo.

Abstract:

With the advent of the New Bidding Law (NLL) Law 14.133/2021, there was a great consolidation of provisions related to bidding and contracts, resulting in rules that were contained in different bidding regimes (Law 8.666, Law 10.520 – auction and Law 12.462 – differentiated regime contracting system – DRC) would be treated in a single diploma, which aims to facilitate the understanding and systematization of the rules related to the topic. Among all its changes, rectifications, additions and exclusions, making use of the full review of Law 14.133/2021 and based on scientific articles and master's theses available in academia, with a priority being the elucidation of the main differences between the old and the new law, the main focus in this article will be on: (i) new objectives added to the NLL; (ii) new principles added; (iii) the new definition of construction according to legislation and definitions of direct and

indirect execution; (iv) changes in the type of engineering service (new specifications and types of service); (v) definition of new “actors” within the bidding; (vi) the adoption of the new National Public Procurement Portal (PNCP), providing information on its objectives, information contained therein, characteristics and its management; (vii) limits for consideration of large-scale constructions; new bidding modality inserted, the competitive dialogue.

1. Introdução

Dada a sua relevância primordial perante tanto aos órgãos públicos, como às empresas privadas e também à sociedade como um todo, as leis que regulamentam as licitações públicas sempre possuíram papel central no que concerne a devida regulamentação legal, dentro do direito administrativo, para assim, estabelecer regras gerais e específicas no que tange a realização de contratos administrativos. Para justificar tal importância, Di Pietro [1] salienta que:

A execução ou não de licitação, como norma geral, não constitui uma faculdade do administrador público. Isto porque a licitação decorre do princípio da indisponibilidade do interesse público, atuando no sentido de restringir a liberdade na escolha do administrador público.

Nesse sentido, segundo Di Pietro [1], pode-se afirmar que:

A licitação se encaixa em um diploma que tem por objetivo a materialização do princípio da impessoalidade, no aspecto da função fim da atuação do Estado. Assim, o gestor público detém a obrigação de selecionar a empresa e a proposta que da melhor maneira atinja ao interesse da comunidade, e não ao seu interesse próprio.

É considerando esse seu papel central na administração pública, que é promulgada a nova Lei de Licitações, Lei 14.133/2021 [2], a qual veio por conferir enorme consolidação de dispositivos relacionados a licitações e contratos, fazendo com que regras que constavam de diversos regimes licitatórios [3][4][5], Lei 8.666, Lei 10.520 – pregão e Lei 12.462 – regime diferenciado de contratação – RDC, passassem a ser tratadas em um único diploma, o que em tese, objetiva

facilitar a compreensão e sistematização das regras relacionadas ao tema.

Justen Filho [6] afirma que,

Além de uma variada gama de inovações adicionadas pelo legislador, a nova Lei de Licitações (NLL) adquire para si vários normativos que já estavam anteriormente inseridos no Regime Diferenciado de Contratações (RDC) da lei 12.462/2011, na Lei de Concessões e de parcerias público-privadas (Leis 8.987/1995 e 11.079/2004), na Lei das que rege as Estatais (Lei 13.303/2016) e diversos entendimentos anteriores do Tribunal de Contas da União (TCU).

Este artigo tem como objetivos a elucidação das principais diferenças entre a antiga Lei 8.666/1993 [3] e a nova Lei 14.133/2021 [2], dando o enfoque principal no que se refere a: (i) novos objetivos acrescentados na NLL; (ii) novos princípios acrescentados; (iii) a nova definição de obra segundo a legislação e definições de execução direta e indireta; (iv) alterações na modalidade de serviço de engenharia (novas especificações e tipos de serviço); (v) definição dos novos “atores” dentro da licitação; (vi) a criação e inicial implementação do novo Portal Nacional de Contratações Públicas (PNCP), dispendo sobre seus objetivos, (vii) informações nele contidas, características e sua gestão; (viii) limites para consideração de obras de grande vulto; nova modalidade de licitação inserida (diálogo competitivo); (ix) novidades em relação à adoção da modalidade licitatória para obras e serviços de engenharia; (x) critérios de julgamento para obras e procedimentos auxiliares presentes na NLL e novos regimes de execução de obra previstos na Lei 14.133/2021.

2. Metodologia

O desenvolvimento deste trabalho foi realizado com base na comparação primordial entre duas legislações que tratam do mesmo tema, uma mais antiga e que não está atualmente em vigor que é a já desatualizada Lei de Licitações 8.666/1993 [3] e a recém-criada lei de licitações 14.133/2 [2]. As duas regulamentações foram analisadas e comparadas, sendo explicitado no artigo suas principais diferenças no que tange a execução de obras e serviços de engenharia. Para tal análise comparativa, além das respectivas normas, foram utilizados trabalhos acadêmicos de pós-graduação, mestrado, doutorado e livros de autores consagrados dentro do tema.

3. Novas leis de licitação.

Uma nova lei de licitações já vinha sendo amplamente debatida pelo Congresso Nacional a muitos anos, dado o restrito alcance do antigo diploma à situações específicas dentro das contratações públicas, que ou não eram citadas pela antiga lei, ou deixavam margem para interpretações divergentes entre os participantes. Com isso, em 2021 tem-se a criação de uma nova lei para regulamentação das licitações públicas, a qual vem a ser um novo marco para administração pública e o mercado em geral, causando impacto geral no meio econômico e proporcionando um novo debate. A lei 14.133/2021 [2] surge em um contexto de anseios por reformas na atuação dos entes públicos e busca por maior eficácia na prestação dos serviços de um modo geral.

3.1 Aplicação

A nova lei de licitações [2] deixa bem claro de início o seu nível de alcance, sendo este, abrangendo às seguintes instituições: (i) Autarquias, (ii) Administração Direta, (iii) Fundações públicas; (iv) Fundos especiais e demais órgãos que estão sob controle direto ou indireto dos entes federativos. Em relação à Administração Direta, vale salientar que a nova abrange a totalidade dos poderes da nação, incluindo os Poderes Judiciário e

Legislativo, em momento tal que os mesmos estejam no exercício da função administrativa.

Gasparini [7] salienta ainda que no que se refere às organizações pertencentes à Administração Indireta do governo federal, pode-se salientar que a lei recém-criada abrange as fundações públicas e autarquias, de direito público ou privado, todavia não engloba as instituições estatais (empresas públicas e sociedades de economia mista) e suas respectivas subsidiárias. Isto se dá pelo fato de todas estas instituições possuírem regulamentos de contratação específicos, descritos na Lei 13.303/2016 [8] (reconhecida como “Lei das Estatais”). Ocorre, todavia, uma exceção, no que se refere aos delitos atrelados a licitações e contratos, citados na nova lei, estes também se aplicam às empresas estatais.

Figura 1: Alcance da nova Lei 14.133/2023.



Fonte: Autores (2024).

O novo diploma tratou, em acréscimo, de tornar flexível sua implementação em variadas situações. Para Gasparini [7], além de não abranger as empresas estatais, a Lei 14.133/2021 [2] planejou “casos excepcionais” nos quais as normas não serão aplicadas. Enquadrando-se neste conjunto de “casos excepcionais” podem ser consideradas três ocasiões específicas envolvendo: (i) Contratações feitas por repartições públicas que possuem sede em país estrangeiro; (ii) Contratações que englobam recursos de origem estrangeira; e (iii) Contratações ligadas à gestão e gerenciamento das reservas internacionais do Brasil.

3.1 Objetivos e princípios

Entre as finalidades discriminadas na Nova lei de licitações [2], existem alguns que já se apresentavam na antiga lei 8.666/1993, são eles: (i) escolha da proposta apta a prover o resultado mais vantajoso; (ii) certificar-se de assegurar o tratamento isonômico; e (iii) incentivar o desenvolvimento nacional sustentável. Segundo Di Pietro (2013), todos esses objetivos já eram amplamente conhecidos pela antiga lei, no entanto, a nova norma trouxe objetivos adicionais, são eles: (i) propiciar a justa competição; (ii) impedir sobrepreço, superfaturamento ou inexecuibilidade; e (iii) incentivar a inovação.

O novo regimento também aumentou, de forma considerável, o número de princípios a serem permanentemente buscados pelos administradores públicos nas licitações, de sorte que agora chega-se a ter um total de 22 princípios (14 a mais do que na antiga lei). No diagrama abaixo, estão destacados em preto os princípios que já apareciam na antiga Lei 8.666 e, em vermelho, os novos princípios que foram acrescentados.

Figura 2: Diagrama de princípios explícitos na nova lei de licitações



Fonte: Autores (2024).

Para Meireles [9], nota-se que diversos destes princípios têm sua aplicabilidade em toda atuação na esfera administrativa – não somente às licitações públicas – como é o exemplo dos princípios da legalidade, imessoalidade, moralidade, publicidade e eficiência. Todavia, existem princípios próprios das licitações, como por exemplo do julgamento objetivo e da vinculação ao edital de contratação. Ademais destes já expressos,

Meireles sinaliza que para intensificar a importância deste trecho da norma, o legislador valeu-se também dos princípios citados na LINDB – Lei de Introdução às Normas do Direito Brasileiro [10] (Decreto-Lei 4.657/1942) – os quais são na essência princípios estruturantes do direito brasileiro tais como a isonomia, a legalidade, a irretroatividade e a transparência.

3.3. Novas definições

O art. 6º do novo diploma 14.133/2021 [2] de licitações expressa uma lista de 60 definições. Entre todas estas definições, algumas das principais que diferem ou melhor são estabelecidas em relação à antiga lei 8.666/1993 [3] são as que dizem respeito à definição de obras, às definições de execução direta e indireta e às novas especificações e tipos de serviços.

Segundo a Lei 14.133/2021 [2] art. 6º, XII, obra é qualquer atividade que se estabelece, por força maior de lei, como exclusiva de profissionais de arquitetura e engenharia que acarreta interferência no meio ambiente através de um grupo harmonioso de ações que, juntas, geram um todo o qual tem por premissa inovar o espaço físico da natureza já existente ou causa modificação significativa dos atributos originais de bem imóvel. Partindo-se do conceito legal de “obra”, pode-se inferir que as licitações têm como objeto “obras públicas” as quais têm por finalidade a atividade indireta de construção, fabricação, reforma, recuperação ou amplificação de patrimônios públicos.

A norma também explicita que uma obra pode ser feita diretamente ou indiretamente pelo ente público, sendo a execução direta, aquela em que a própria administração pública (com sua infraestrutura de maquinário e servidores do Estado) erguem um edifício por exemplo e a execução indireta aquela que por sua vez é celebrado um contrato entre a administração pública e um terceiro, para que este execute a obra para administração, tendo relevância neste caso o contrato de obra pública e, nessa situação, as licitações de obras públicas.

O legislador estabeleceu ainda na Lei 14.133/2021 [2] art. 6º, XXII de forma clara que obras, serviços e fornecimentos de grande vulto são aqueles cujo valor total que se estima ultrapasse R\$ 200 milhões, sendo que após algum tempo tal valor foi reajustado para R\$ 239.624.058,14 através do Decreto 11.871/2023 [11]. Na nova lei de licitações, também foram explicitadas importantes classificações do gênero serviços, como exemplificado no esquema apresentado na Figura 3.

Para os serviços comuns, Thama [12] salienta que a norma geral é a compulsoriedade de admissão do pregão como modalidade de licitação, seja qual for o ente da federação. Em contraponto aos comuns, tem-se os serviços especiais, como aqueles que não se consegue escrever de forma objetiva no edital como os comuns por sua elevada complexidade e heterogeneidade. Portanto, sendo os serviços enquadrados como especiais, em regra, os mesmos deverão ter licitação mediante modelo de concorrência (exceto os serviços comuns de engenharia, já mencionados).

Por outro lado, quanto à sua continuidade, Thama [12] sinaliza que os serviços podem-se enquadrar como contínuos ou não. Serviços contínuos são celebrados em contrato pelo órgão público no intuito de se realizar manutenção do serviço administrativo, conseqüente de necessidades constantes ou prolongadas. Exemplos: serviços de segurança nas repartições públicas; limpeza das instalações; conservação de sistemas computadorizados etc. Por outro lado, verificam-se os serviços não contínuos ou celebrados em contrato por escopo, os quais impõem à empresa contratada a responsabilidade de exercer a prestação de um serviço específico em intervalo fixado, como por exemplo um projeto.

Figura 3: Esquema com as classificações de gênero de serviços



Fonte: Autores, 2024.

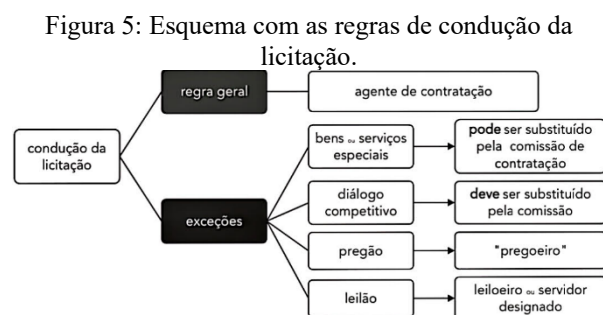
3.4. Agentes públicos atuantes na licitação

A nova lei de licitações 14.133/2021 [2], em seu texto, destaca regras gerais relacionadas a designação dos agentes públicos que serão responsáveis pelo processo licitatório. Para preservar o profissionalismo na atividade destes agentes do Estado, o artigo 7º da NLL expressa genericamente que:

- Estará sob responsabilidade da autoridade máxima do órgão ou da entidade (ou a quem as regras da instituição administrativa sinalizarem) definir os responsáveis valendo-se da direção por competências
- Em regra, servidores efetivados ou empregados públicos do quadro fixo da Administração do governo deverão ser preferencialmente designados.
- Estes servidores devem possuir qualificações atreladas a licitações e contratos ou terem formação compatível ou qualificação comprovada por certificação profissional proferida por escola de governo que foi fundada pelo poder público e é mantida pelo mesmo.
- Estes servidores não devem ser companheiros/cônjuges de indivíduos que foram contratados ou licitantes corriqueiros da Administração, nem possuem com eles qualquer tipo de vínculo familiar, colateral ou por afinidade, até o 3º grau, ou de natureza comercial, técnica, financeira, econômica, trabalhista e civil.

Gasparini [7] reflete que em adição ao profissionalismo no trabalho destes agentes, deve-se cumprir ao princípio da segregação de funções, de forma que é proibida a destinação de um mesmo agente público para atividade coincidente em funções mais passíveis a riscos, de maneira a diminuir as chances de ocultação de falhas e de eventos de fraudulência na respectiva contratação. Todas estas exigências implementam-se, também, as entidades de assessoramento jurídico e de monitorização interna da Administração.

Quanto a este tema, a principal modificação causada pela NLL compreende-se na troca, em regra, da “comissão de licitação” presente na Lei 8.666 [3] pelo “agente de contratação”, ocorrendo casos extraordinários em que a “comissão” foi preservada. Abaixo segue figura com esquema de condução das licitações.



Fonte: Autores (2024).

O agente de contratação segundo Meirelles [9] é um funcionário público que, na maioria dos casos, conduz os processos de uma licitação. Para o seguimento de tais processos, ele irá proferir decisões, verificar o trâmite licitatório, dar impulso ao processo de licitação e cumprir quaisquer outras ações indispensáveis ao satisfatório prosseguimento do certame até sua homologação.

O agente de contratação necessitará em qualquer caso ser nomeado entre servidores efetivos ou funcionários públicos que constam nos quadros fixos da Administração. De outra maneira, a pessoa na função do agente de contratação terá que imperiosamente ser selecionado entre agentes

públicos concursados. Logo, distintivamente da norma geral da lei 14.133/2021 [2], art. 7º (em que a referida seleção ocorre de maneira preferencial), no caso do agente de contratação não se permite pessoa não aprovada em concurso. O agente de contratação, porém, ficará ajudado por um time de apoio. E, se porventura o agente efetuar irregularidades, irá responder pessoalmente pelos atos praticados, exceto em caso onde for induzido a falha pela atividade da equipe de apoio.

Para Thama [12], embora o padrão seja a condução do processo licitatório pelo “agente de contratação”, em certos casos a lei prevê a atuação da chamada “comissão de contratação”. Esta comissão baseia-se, então, no grupo de agentes públicos designados pelo órgão público, em caráter definitivo ou especial, tendo a responsabilidade de acolher, examinar e julgar todos os documentos referentes às licitações e aos procedimentos auxiliares.

De acordo com Thama [12], em linhas gerais, pode-se dizer que no novo instrumento licitatório, denominado “diálogo competitivo”, os processos terão de ser fundamentalmente conduzidos pela comissão de contratação. Ademais, na modalidade diálogo competitivo, a comissão será constituída de no mínimo 3 pessoas, sendo estes servidores efetivos ou funcionários públicos relacionados aos quadros fixos da Administração, sendo permitida a contratação de profissionais técnicos para colaboração da comissão.

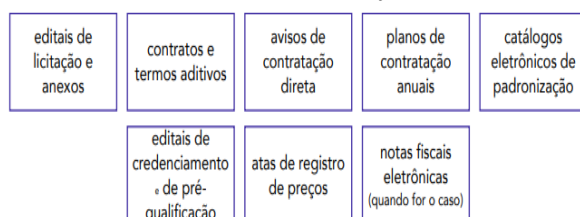
Meirelles [9] ressalva ainda que tratando-se, todavia, da celebração de contrato de bens ou serviços especiais, a troca do agente de contratação pela comissão é opcional. Nesta situação, apesar de a lei ter fixado 3 membros como número mínimo, ela não obrigou claramente que pertencessem aos quadros fixos, valendo-se da regra global do art. 7º, inciso I, no entendimento de que deveriam ser prioritariamente empregados dos quadros fixos. De qualquer forma, os integrantes da comissão irão responder solidariamente por todas as ações realizadas pela comissão,

resguardado o membro que manifestar julgamento individual discordante justificado e apontado em ata lavrada no encontro em que ocorrer a tomada de decisão. Além do mais, se for uma situação de um processo licitatório para bens e serviços especiais cujo objeto não seja habitualmente requerido pela Administração, poderá ser negociado, por prazo fixado, prestação de serviço de empresa ou de profissional técnico na área para auxiliar os agentes públicos incumbidos da direção da licitação.

3.5. Portal Nacional de Contratações Públicas (PNCP)

O Portal Nacional de Contratações Públicas (PNCP) é mais uma inovação da Lei 14.133/2021 [2] e, embora seu significado não apareça no art. 6º, vale salientar seus aspectos. Para Di Pietro [1], este Portal compõe-se, em resumo, em um vasto depósito de dados de licitações e contratos já encontrados na internet, mostrando-se peça primordial para o fazimento dos principais processos planejados na NLL. Di Pietro [1] acrescenta que ele tem como objetivo a difusão central e compulsória das ações requeridas por esta Lei e, facultativamente, admitirá a execução dos próprios acordos através dos órgãos e entidades de todos os poderes e esferas. Para tal, ele computará dados como:

Figura 6: Informações que estarão contidas no novo Portal Nacional de Contratações Públicas



Fonte: Autores (2024).

Em quesitos de ferramentas deste Portal, ele irá ofertar um sistema digital para o desempenho das sessões públicas das licitações, tornar viável um cadastro unificado de todos os licitantes, ter um panorama para verificação de preços, entre outras.

O Portal será administrado por um comitê que incluirá 7 membros, sendo presidido por uma pessoa designada pelo Presidente da República e formado por prepostos da União (totalizando 3 participantes), de Estados/DF (totalizando 2 participantes) e de municípios (2 participantes). Logo, vale salientar que, além da exposição no PNCP (obrigatória), os entes federativos, opcionalmente, poderão implementar sítio eletrônico oficial para divulgação adicional e execução das contratações peculiares.

3.6. Diálogo competitivo

Para Justen Filho [6], o diálogo competitivo é, em suma, uma das mais importantes inovações da NLL no que se refere à modalidade licitatória. Sua elaboração, que foi muito inspirada na legislação estrangeira, principalmente europeia, significa uma resposta do legislador às frequentes complicações dos entes públicos em contratar objetos de grande complexidade e inovadores. São casos em que, dado o alto nível de complexidade, a Administração possui dificuldades significativas até mesmo para escolher o que deveria inserir em contrato.

Através do diálogo competitivo, a ente administrativo consegue familiarizar-se mais a respeito das opções que existem no mercado e, depois de escolher o modelo de solução a ser implementado com a ajuda da iniciativa privada, aí sim, em um momento futuro, proporciona um certame entre os participantes da licitação. Melhor dizendo, esta modalidade direciona-se a casos em que o órgão público reconhece bem o “problema” que necessita enfrentar, no entanto se valerá da expertise do mercado para escolher a “solução” mais adequada.

A recém criada modalidade licitatória, segundo Irene Nohara [13], torna possível à Administração ter ideia dos recursos modernos ou das alternativas que o mercado usufrui para conceber uma contratação técnica ou com diferente metodologia, que melhor assista às suas demandas, uma vez que a Administração as vezes não detém

capacidades abastadamente atualizados para tanto, considerando a dinamicidade característica do mercado, ou, ainda, aqueles de controle limitado para elaboração de contratações muito complexas ou recentes personalizadas. A legislação, com o diálogo competitivo, segundo Santos [14], “pretende que empresas privadas e poder público desenvolvam um diálogo prévio, com o objetivo de desenvolver alternativas que melhor se enquadrem às necessidades da Administração Pública, por meio de obtenção de propostas/soluções efetivas”.

Para Nohara [13], de certo modo, o diálogo competitivo pode ser comparado ao já conhecido procedimento auxiliar de manifestação de interesse expresso na Lei 14.133/2021 [2] (art. 78, III, e 81, caput), visto que ambos legitimam, de maneira semelhante, a inserção da iniciativa privada na fase de estudos, investigações, levantamentos e projetos de alternativas com grande inovação nas contratações públicas. Entretanto, no tempo em que o processo de manifestação de interesse se realiza previamente à licitação, o diálogo competitivo iniciará a interlocução, isto é, o debate com os licitantes. Assim, de acordo com Nohara [13] o diálogo competitivo baseia-se como uma forma de licitação mais adaptável, ou seja, que abre oportunidade para a Administração Pública selecionar, no decorrer da disputa, a alternativa que melhor se enquadre às suas necessidades (depois do diálogo estimulado dentro do processo licitatório), daí, em etapa posterior (competitiva), os licitantes terão a chance de divulgar propostas com base nessa solução.

Segundo Lahoz [15], o diálogo competitivo, entre outros aspectos, legitima e da transparência, visibilidade e segurança jurídica para um fato inerente ao “relacionamento entre a Administração Pública e as empresas privadas, ou seja, o contato preliminar entre as partes, para a divulgação de soluções fornecidas pela iniciativa privada, e que podem interessar à Administração Pública”.

4 Considerações finais

Tendo em vista variados aspectos positivos que a nova legislação inseriu, pode-se indicar que a mesma vem a trazer consideráveis avanços no que diz respeito às licitações públicas no Brasil. Vale salientar os progressos principalmente no quesito transparência, com a inserção do Portal Nacional de Contratações Públicas, os novos princípios inseridos e as novas diretrizes aplicadas aos agentes envolvidos no certame. O novo diploma também buscou avançar em contratações que envolvam áreas sensíveis de tecnologia, com a adoção da nova modalidade licitatório (diálogo competitivo) o que não deixa de ser também uma adequação e valorização aos mercados emergentes tecnológicos, que são atualmente fundamentais para o plano estratégico e desenvolvimentista do Estado nacional. A recém-criada lei, também se preocupou em aglutinar aspectos já amplamente difundidos e conhecidos pelo mercado em geral (o que facilita muito a adaptação tanto dos órgãos públicos como das empresas privadas) em diplomas antigos e veio a “dar luz” a pontos anteriormente dúbios e não totalmente claros, deixando explícito limites de atuação, definições, penalizações e modalidades.

Entretanto, há de se ressaltar que toda e qualquer lei, assim que implementada e como já citado, requer um período de adaptação e adequação das partes envolvidas. A lei 14.133/2021 [2] se preocupou muito com esse quesito, fornecendo até um período justo para adequação, tanto para a administração pública como para as empresas privadas, todavia, mesmo com esse período disponibilizado, a adequação ainda não ocorrera por completo. Principalmente por parte das instituições privadas, ainda ocorre muita dificuldade de adequação à nova norma, seja por falta de familiarização aos novos normativos, apego às antigas práticas, ausência de comunicação ou até mesmo incapacidade técnica, muitas empresas não se adequam e isso acarreta profundos impactos na eficácia da lei.

Cabe ao Estado, compreender as dificuldades de implementação do novo

diploma e trabalhar em cima de tais pontos, para, assim, conseguir os resultados almejados. Tais resultados, são de interesse não só do Estado, como também da população em geral, pois, quando se trata de contratações públicas, fala-se da destinação do dinheiro arrecadado com impostos, ou seja, do uso do dinheiro público. É de suma importância, que em primeira etapa, a administração pública dê o primeiro exemplo e, subseqüentemente, auxilie o mercado na renovação de velhas práticas nocivas ao interesse comum, prezando sempre pela boa governança e o resguardo da coisa pública.

Como sugestões para desenvolvimento de trabalhos futuros, indica-se a realização de um estudo mais aprofundado da implementação do novo Portal Nacional de Contratações Públicas, com análise de valores economizados pelos entes públicos com a implementação da ferramenta e suas funcionalidades mais significativas. Também pode-se avaliar as principais contratações em âmbito tecnológico que a modalidade diálogo competitivo veio a facilitar, assim como quais contratações foram mais beneficiadas com a adoção do modelo.

Referências

- [1] DI PIETRO, Maria Sylvia Zanellas. *Direito administrativo*. 26. ed. São Paulo: Atlas, 2013.
- [2] BRASIL. *Lei nº 14.133 de 01 de abril de 2021*. Institui normas gerais de licitação e contratação para as Administrações Públicas diretas, autárquicas e fundacionais da União, dos Estados e do Distrito Federal e dos Municípios. Diário Oficial da União. Brasília, DF, 2021. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ato2019-2022/2021/lei/114133.htm
- [3] BRASIL. *Lei nº 8.666 de 21 de junho de 1993*. Antiga lei que regulamentava o art. 37, inciso XXI da Constituição Federal, institui normas para licitações e contratos da Administração Pública e dá outras providências. Diário Oficial da União. Brasília, DF, 1993. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/lei/18666cons.htm
- [4] BRASIL. *Lei nº 10.520 de 17 de julho de 2002*. Institui no âmbito da União, Estados, Distrito Federal e Municípios, nos termos do art. 37, inciso XXI, da Constituição Federal, modalidade de licitação denominada pregão, para aquisição de bens e serviços comuns, e dá outras providências. Diário Oficial da União. Brasília, DF, 2002. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/2002/L10520.htm
- [5] BRASIL. *Lei nº 12.462 de 04 de agosto de 2011*. É instituído o Regime Diferenciado de Contratações Públicas (RDC), aplicável exclusivamente às licitações e contratos necessários à realização. Diário Oficial da União. Brasília, DF, 2011. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/at_o2011-2014/2011/lei/112462.htm
- [6] JUSTEN FILHO, Marçal. *Comentários à lei de licitações e contratos administrativos* [livro eletrônico]: Lei 8.666/1993. 3. ed. São Paulo: Thomson Reuters Brasil, 2019.
- [7] GASPARINI, Diogenes. *Direito Administrativo*. 16. ed. São Paulo: Saraiva, 2011.
- [8] BRASIL. *Lei nº 13.303 de 30 de junho de 2016*. Dispõe sobre o estatuto jurídico da empresa pública, da sociedade de economia mista e de suas subsidiárias, no âmbito da União, dos Estados e dos Municípios. Diário Oficial da União. Brasília, DF, 2016. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/at_o2015-2018/2016/lei/113303.htm
- [9] MEIRELLES, Hely Lopes. *Direito administrativo brasileiro*. 40. ed. São Paulo: Malheiros, 2013.

- [10] BRASIL, *Decreto-Lei n° 4.657* de 04 de setembro de 1942. Lei de introdução ao Código Civil Brasileiro. Diário Oficial da União. Brasília, DF, 1942. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto-lei/del4657.htm
- [11] BRASIL, *Decreto n° 11.871* de 29 de dezembro de 2023. Atualiza os valores estabelecidos na Lei n° 14.133 de 1° de abril de 2021. Diário Oficial da União. Brasília, DF, 2023. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/at02023-2026/2023/decreto/d11871.htm
- [12] THAMA, R. et al. *Nova Lei de Licitações e Contratos Administrativos: Comentada e Referenciada*. 1. ed. São Paulo: Saraiva, 2021.
- [13] NOHARA, Irene. *Diálogo competitivo. Direito administrativo*. 2018. Disponível em: https://direitoadm.com.br/dialogo-competitivo/#_ftn1. Acesso em: 20 jun. 2024.
- [14] SANTOS, Marcello Leite dos. *Licitações: as legislações pertinentes e Projeto de Lei n. 6814/2017*. 2019. Disponível em: <http://www.tce.ms.gov.br/portalservices/files/arquivo/nome/13958/6fac64fb1baf5b6e872c968984b737be.pdf>. Acesso em: 21 jun. 2024.
- [15] LAHOZ, Rodrigo Augusto Lazzari. *Modalidades de licitação e procedimentos auxiliares – Capítulo 6*. In: NIEBUHR, Joel de Menezes (Coord.). *Nova lei de licitações e contratos administrativos*. Zênite Editora, 2021, p. 68-79. E-book.



Expediente

Supervisão Editorial:

Eduardo Linhares Qualharini

Conselho Editorial:

Assed Naked Haddad, D. Sc., UFRJ, Brasil.

Darci Prado, PhD., Brasil

Humberto Varum, D. Sc., FEUP, Portugal

João Carlos Gonçalves Lanzinha, D. Sc., UBI, Portugal

João Castro Gomes, D. Sc., UBI, Portugal

José Rodrigues de Farias Filho, D.Sc., UFF, Brasil

Vasco Manuel A. Peixoto de Freitas, D. Sc., FEUP, Portugal

Comitê Editorial:

Ahmed W. A. Hammad, D.Sc. Austrália

Americo Pinto, D.Sc. Brasil

Bruno Barzellay, D.Sc. UFRJ, Brasil

Carina Mariane Stolz, D.Sc. UFRJ, Brasil

Claudia Garrido Martins, D.Sc. UNCC, EUA

Diego André Vasco Calle, D.Sc. Usach, Chile

Dieter Thomas Bauer, D.Sc. URV, Espanha

Elaine Garrido Vazquez, D.Sc. UFRJ, Brasil

Elton Bauer, D.Sc. UnB, Brasil

Leandro T. Di Gregório, D.Sc. UFRJ, Brasil

Liane Flemming, D.Sc. Brasil

Luiz Otávio C. de Araujo, D.Sc. UFRJ, Brasil

Lysio Séllos da Costa Filho, D.Sc., Brasil

Marcos Barreto, D.Sc. UFRJ, Brasil

Maria Alice Ferruccio, D.Sc. UFRJ, Brasil

Mayara Amario, D.Sc. UFRJ, Brasil

Mohammad Najjar, D.Sc. UFRJ, Brasil

Renata Gonçalves Faísca, D.Sc. UFF, Brasil

Raphael Albergarias, IPMA, D.Sc. Brasil

Ricardo Viana Vargas, PhD., UFF, Brasil

Sheila Mara B. Serra, D. Sc. UFSCar, Brasil

Vivian W. Y. Tam, PhD. WSU, Austrália

Jornalista Responsável, edição e diagramação:

Denise S. Mello Lacerda _ SRTE/RJ 33887

Periodicidade da Publicação

Bimestral