



GESTÃO & GERENCIAMENTO

**Edição 34
Junho 2025**

ISSN: 2447-1291





Gestão & Gerenciamento

RIO INCLUSO E RESILIENTE: ANÁLISE DA PROMOÇÃO SUSTENTÁVEL NO ESTADO DO RIO DE JANEIRO PARA AVANÇO DA AGENDA 2030

*INCLUSIVE AND RESILIENT RIO: ANALYSIS OF SUSTAINABLE PROMOTION
IN THE STATE OF RIO DE JANEIRO TO ADVANCE THE 2030 AGENDA*

Driely Dorna Castelo Branco

Pós-graduanda em Planejamento, Gestão e Controle de Obras Civas; Núcleo de Pesquisa em Planejamento e Gestão da Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, Brasil;

drielydorna@gmail.com

Lais Amaral Alves

D.Sc.; Centro Federal de Educação Tecnológica CEFET/RJ, Rio de Janeiro, RJ, Brasil;

laalves@poli.ufrj.br

Resumo

A preocupação com o meio ambiente é tema recorrente em todas as reuniões mundiais, desde 1972 em assembléia da Conferência das Nações Unidas sobre o Ambiente Humano, que ocorreu em Estocolmo, na Suécia. Foi assim que em 2015, durante a Assembléia Geral das Nações Unidas, criou-se um plano global para que todas as comunidades globais pudessem se beneficiar, nomeado de Agenda 2030. Com base nesse plano, foi proposto o Rio Inclusivo e Sustentável, uma parceria entre o governo do estado do Rio de Janeiro através da Secretaria de Estado do Ambiente e Sustentabilidade e pelo Escritório das Nações Unidas para a Redução de Riscos, representado pela ONU-HABITAT que prevê ações de sustentabilidade baseada em quatro dimensões: social, ambiental, econômica e institucional; envolvendo os 92 municípios do estado com ações que incluem o fortalecimento da resiliência urbana e climática, melhoria da capacidade de formulação de políticas públicas e capacitação das comunidades. O objetivo é analisar como as estratégias apresentadas pelo Escritório das Nações Unidas para a Redução de Riscos (UNDRR) serão propostas e direcionadas aos municípios participantes e como se dará início às práticas apresentadas, apesar da vulnerabilidade climática e os impactos recorrentes por todo o estado. Este programa irá ajudar as cidades a se prepararem para lidar com os desafios urbanos e climáticos, desenvolvendo estratégias e envolvendo a comunidade, com o objetivo de que os municípios alcancem um nível mais sustentável e resiliente.

Palavras-chaves: Cidades sustentáveis; Agenda 2030; resiliência urbana.

Abstract

Concern for the environment has been a recurring theme at all global meetings since 1972 at the United Nations Conference on the Human Environment in Stockholm, Sweden. In 2015, during the United Nations General Assembly, a global plan was created so that all global communities could benefit, named 2030 Agenda. Based on this plan, Inclusive and Sustainable Rio was proposed, a partnership between the government of the state of Rio de Janeiro through the State Secretariat for the Environment and Sustainability and the United Nations Office for Risk Reduction, represented by UN-HABITAT, which envisages sustainability actions based on four dimensions: social, environmental, economic and institutional; involving the state's 92 municipalities with actions that include strengthening urban and climate resilience, improving the capacity to formulate public policies and empowering communities. The aim is to analyze how the strategies presented by the United Nations Office for Risk Reduction (UNDRR) will be proposed and directed to the participating municipalities and how the practices presented will be initiated, despite climate vulnerability and the recurring impacts throughout the state. This program will help cities prepare to deal with urban and climate challenges by developing strategies and involving the community, with the aim of municipalities reaching a more sustainable and resilient level.

Key words: Sustainable cities; Agenda 2030; urban resilience.

1. Introdução

Na Primeira Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento, em Estocolmo, Suécia, em 1972, a ideia de desenvolvimento sustentável surgiu a partir de um conceito de ecodesenvolvimento, que de acordo com o Princípio 1 de Declaração de Estocolmo, o uso sustentável dos recursos naturais é quando se permite ter uma vida de qualidade, protegendo e melhorando o meio ambiente para as gerações futuras. A proposta menciona a necessidade de implementar ações em todos os âmbitos da sociedade humana, de maneira que a população e suas economias possam satisfazer as suas necessidades presentes, preservando sua biodiversidade, os ecossistemas naturais e a qualidade de vida das pessoas. Isso envolve

um enfoque integrado que visa minimizar impactos em todas as áreas envolvidas, de maneira sustentável (ONU, 2020).

Comumente referida como Cúpula da Terra, a ECO-92 foi uma conferência realizada pela ONU, para dar sequência ao debate sobre os problemas ambientais expostos na Declaração de Estocolmo, que ocorreu na cidade do Rio de Janeiro, Brasil, em 1992. Nesse encontro foi elaborada uma série de documentos que apresentavam propostas de ação para Estados, empresas e cidadãos. O intuito era promover o desenvolvimento econômico e social, minimizando os impactos negativos sobre o meio ambiente por meio de novas estratégias de atuação.

Um dos instrumentos mais importantes da ECO-92 foi a Agenda 21, que trata-se de um programa de ação com medidas para alcançar o desenvolvimento sustentável em diferentes escalas territoriais, do local ao global, e que a partir deles, os países pudessem elaborar e implementar suas próprias medidas ambientais, abrangendo o tripé da sustentabilidade: meio ambiente, social e econômico (ONU, 2020).

No ano de 2015, na cidade de Nova Iorque, EUA, a Assembleia Geral das Nações Unidas (AGNU), integrada por 193 países-membros da ONU, com fundamento no documento da Agenda 21, estabeleceu 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) e 169 metas globais interligadas. Essas diretrizes visam garantir que todas as nações trabalhem em harmonia, com o prazo de implementação até o ano de 2030, sendo assim denominada Agenda 2030 (ONU, 2020).

O Relatório de Desenvolvimento Humano, divulgado em 2024 pela Organização das Nações Unidas (ONU), revelou que a posição do Brasil em relação ao Índice de Desenvolvimento Humano (IDH), caiu mais duas posições, ficando em 89ª posição entre 193 países. Também foi avaliado que apesar do avanço do IDH pelo mundo, mais da metade dos países menos desenvolvidos não se recuperou do impacto da pandemia de Covid-19, que acentuou ainda mais as desigualdades, que como consequências limitam as tomadas de decisões, reduzem o potencial de inovação e aumentam a vulnerabilidade às mudanças climáticas e ameaças ecológicas (UNDP, 2023). Ademais, a desigualdade no Rio de Janeiro é acentuada, tomando-o estado mais desigual do Brasil, de acordo com estudos da Fundação Getúlio Vargas (FGV, 2023).

Alinhado às preocupações globais com o desenvolvimento sustentável, principalmente em decorrência da crise global provocada pela pandemia do coronavírus, em 2021, o Governo do Estado do Rio de Janeiro lançou a RIO 2030, um apelo mundial que visa comprometer a sociedade na aceleração da implementação da Agenda 2030 da ONU e na propagação de uma cultura de sustentabilidade (RIO 2030, 2021).

Com base nos ODS que no I Congresso Internacional de Resíduos Sólidos em Búzios, Rio de Janeiro, em 2023, foi assinado um novo acordo entre o Governo do Estado do Rio de Janeiro, através da sua Secretaria de Estado do Ambiente e Sustentabilidade e o Programa das Nações Unidas para os Assentamentos Humanos (ONU-Habitat), onde o Estado do Rio de Janeiro, se compromete em aprimorar as habilidades institucionais e a resiliência urbana e climática em seu território. A esse acordo se deu o nome de Rio Inclusivo e Sustentável.

Este artigo tem como objetivo apontar o processo que fez com que os representantes globais chegassem a conclusão da necessidade de intervir nas cidades e assentamentos mundiais, coletar os dados e apresentar as discussões que se fizeram pertinentes para que a

iniciativa Rio Inclusivo e Sustentável fosse importante; os programas envolvidos no Estado e suas cidades, a metodologia que o programa propõe, os personagens envolvidos e suas atuações e o que o programa busca como resultado.

2. Princípios de Resiliência Urbana

Nos últimos anos, grandes mudanças sociais impactaram de maneira significativa o modo de viver das pessoas, que tem feito com que mais da metade da população mundial (cerca de 68% segundo ONU-HABITAT) possa viver nas cidades até 2050 (ONU-HABITAT, 2022). Com um aumento populacional centralizado nas áreas urbanas, nos faz questionar se as cidades estão preparadas para esse cenário e suas consequências.

O termo "cidade resiliente" refere-se às cidades que são capazes de absorver, recuperar e se preparar para impactos futuros, sejam ambientais, sociais ou institucionais. As cidades resilientes buscam promover o crescimento sustentável, o bem-estar e a inclusão (OCDE, 2018), através de debates e ações práticas realizadas com todos os personagens desta cidade (representantes, população, instituições e empresas) para conscientizar sobre as necessidades do local, para evitar ou amenizar futuros problemas que possam interferir drasticamente na cidade.

Buscando contribuir com a Campanha Global ocorrido entre os anos de 2010 e 2015, o Escritório das Nações Unidas para Redução de Riscos e Desastres (UNDRR) publicou, em 2012, o documento intitulado “Como Construir Cidades Mais Resilientes - um guia para gestores públicos locais”, sua meta é de auxiliar as cidades e regiões participantes na construção de cidades mais resilientes. Neste guia, figura 1, a UNDRR aponta que a redução de riscos de desastres é parte do desenvolvimento sustentável que deve ser trabalhado sob os quatro aspectos de atuação de uma sociedade: político institucional, social, ambiental e econômico.

Figura 1 - Relação entre a resiliência e os quatro aspectos de atuação em uma sociedade.



Fonte: UNDRR, 2012, página 19.

A fim de garantir a implementação eficaz desse programa, a UNDRR elaborou 10 etapas fundamentais, apresentados na figura 2, que devem integrar um planejamento mais abrangente voltado à redução de riscos e desastres, impactando em como as cidades enquanto sociedade, governo e desenvolvimento urbano devam compreender, planejar e agir a partir do momento em que é tomada ciência desse passo a passo, com o objetivo final de mitigar os riscos de desastres.

Figura 2 - 10 princípios essenciais para construir cidades resilientes



Fonte: Adaptado de UNDRR, 2012, página 26.

3. Sobre a Agenda 2030

A Agenda 2030 é um documento emitido em reunião com líderes de Estado e representantes da sociedade civil, na sede da ONU em Nova York, EUA, em 2015, onde apresentou-se diretrizes de desenvolvimento sustentável global com prazo de implementação para o ano de 2030. Nesta declaração encontra-se um conjunto de objetivos e metas universais, que harmonizam com as três dimensões do desenvolvimento sustentável: econômica, social e ambiental; e devem ser integradas e indivisíveis, de longo prazo e centradas nas pessoas, com o compromisso de que “ninguém será deixado para trás” (ONU, 2020).

A Agenda foi produzida para ser aplicável em todos os países, considerando as realidades, políticas e prioridades nacionais, suas capacidades e níveis de desenvolvimento. A visão expressa nesses objetivos e metas tem como foco promover o bem-estar e a prosperidade global, sem a presença de fome, doenças e pobreza; o reconhecimento universal dos direitos humanos e da dignidade humana, do Estado de Direito, da justiça, da igualdade e da não discriminação; e que cada país desfrute de um crescimento econômico estável, inclusivo e sustentável, além de garantir um trabalho decente para todos (ONU, 2020).

A nova agenda se baseia nos Objetivos de Desenvolvimento do Milênio (ODM), encontrados na Declaração do Milênio das Nações Unidas, estabelecidos após a Cúpula do Milênio das Nações Unidas em 2000 (ONU) que foi de suma importância para o desenvolvimento e o progresso significativo em diversas áreas por todo o globo, porém o progresso tem sido desigual, em países menos desenvolvidos, no continente africano e em pequenos Estados insulares, além de alguns dos ODM não terem sido aplicados de maneira eficaz ou realista. A nova Agenda busca completar os ODM não alcançados, em especial nas regiões mais vulneráveis do globo (ONU, 2020).

4. Prática dos 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável

Com base nas observações feitas ao redor do mundo e em um processo de negociações intergovernamentais inclusivo, os 17 ODS (figura 3) e metas são apresentados de maneira unificada e indivisível, com ações viáveis globalmente, levando em conta as variadas realidades, habilidades e fases de desenvolvimento nacional, respeitando as políticas e prioridades nacionais. As metas são estabelecidas como aspiracionais e globais, tendo como base primordial a definição delas apresentadas por cada governo, orientadas pelo nível global de ambição, mas levando em conta as circunstâncias locais. Cada gestão também irá estabelecer a maneira como esses objetivos aspiracionais e globais devem ser incorporados aos processos, políticas e estratégias nacionais de planejamento. É crucial identificar a conexão entre o progresso sustentável e outros processos significativos em andamento nas esferas econômica, social e ambiental (ONU, 2020).

Figura 3 - Os 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável



Fonte: ONU, 2020.

Como alicerce desta investigação em tela, se projeta a partir do ODS número 11 que se torna o escopo da pretensão da Campanha Construindo Cidades Resilientes (MCR2030). O objetivo é “*tornar as cidades e os assentos humanos inclusivos, seguros, resilientes e sustentáveis*” até 2030 através de 7 passos essenciais que garantam o acesso à habitação segura, a sistemas de transporte sustentáveis, urbanização inclusiva e sustentável, a proteção ao patrimônio cultural e natural, mitigação as catástrofes naturais e suas consequências sociais

e econômicas, redução do impacto ambiental negativo e a promoção de espaços públicos seguros, detalhadamente apresentados na figura 4 (ONU, 2020).

Figura 4 - Metas do Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 11

 <p>11 SUSTAINABLE CITIES AND COMMUNITIES</p>	<p>11.1 Até 2030, garantir o acesso de todos à habitação segura, adequada e a preço acessível, e aos serviços básicos e urbanizar as favelas</p>	<p>11.2 Até 2030, proporcionar o acesso a sistemas de transporte seguros, acessíveis, sustentáveis e a preço acessível para todos, melhorando a segurança rodoviária por meio da expansão dos transportes públicos, com especial atenção para as necessidades das pessoas em situação de vulnerabilidade, mulheres, crianças, pessoas com deficiência e idosos</p>	<p>11.3 Até 2030, aumentar a urbanização inclusiva e sustentável, e as capacidades para o planejamento e gestão de assentamentos humanos participativos, integrados e sustentáveis, em todos os países</p>
<p>Tornar as cidades e os assentamentos humanos inclusivos, seguros, resilientes e sustentáveis</p>	<p>11.4 Fortalecer esforços para proteger e salvaguardar o patrimônio cultural e natural do mundo</p>	<p>11.5 Até 2030, reduzir significativamente o número de mortes e o número de pessoas afetadas por catástrofes e substancialmente diminuir as perdas econômicas diretas causadas por elas em relação ao produto interno bruto global, incluindo os desastres relacionados à água, com o foco em proteger os pobres e as pessoas em situação de vulnerabilidade</p>	 <p>THE GLOBAL GOALS</p>
<p>11.6 Até 2030, reduzir o impacto ambiental negativo per capita das cidades, inclusive prestando especial atenção à qualidade do ar, gestão de resíduos municipais e outros</p>	<p>11.7 Até 2030, proporcionar o acesso universal a espaços públicos seguros, inclusivos, acessíveis e verdes, particularmente para as mulheres e crianças, pessoas idosas e pessoas com deficiência</p>	<p>11.a Apoiar relações econômicas, sociais e ambientais positivas entre áreas urbanas, periurbanas e rurais, reforçando o planejamento nacional e regional de desenvolvimento; 11.b Até 2020, aumentar substancialmente o número de cidades e assentamentos humanos adotando e implementando políticas e planos integrados para a inclusão, a eficiência dos recursos, mitigação e adaptação às mudanças climáticas, a resiliência a desastres; e desenvolver e implementar, de acordo com o Marco de Sendai para a Redução do Risco de Desastres 2015-2030, o gerenciamento holístico do risco de desastres em todos os níveis;</p>	<p>11.c Apoiar os países menos desenvolvidos, inclusive por meio de assistência técnica e financeira, para construções sustentáveis e resilientes, utilizando materiais locais.</p>

Fonte: Adaptado da ONU, 2020.

5. Construindo Cidades Resilientes (MCR 2030)

A partir do êxito das cidades que participaram ativamente da Campanha Construindo Cidades Resilientes (MCR), com início em 2010 e finalizada em 2020, a ONU, em 2019, decidiu dar sequência a esse programa com a MCR2030, que tem como objetivo fomentar a resiliência local através da defesa política, da partilha de saberes e experiências e da criação de redes de aprendizado entre as cidades, ao mesmo tempo que estimula o aprimoramento das habilidades técnicas, a ligação entre diversos níveis governamentais e a formação de alianças estratégicas, através da coordenação de vários participantes com um período de vigência entre os anos de 2020 e 2030 (UNDRR, 2020).

Um dos êxitos conquistados no MCR foi o notável sucesso do Programa das Nações Unidas para a Redução de Desastres (UNDRR) em parceria com autoridades locais ao fomentar a resiliência em face de catástrofes urbanas, por meio das *advocacy*¹, compartilhamento de saberes e experiências entre cidades, formação de redes de aprendizado recíproco, articulação entre diversos níveis de governo e formação de parcerias, fez desta iniciativa um local onde as cidades podem obter orientação e suporte para aprimorar o entendimento sobre a redução de riscos e a construção de resiliência, aprimorar o planejamento estratégico para minimizar riscos e construir resiliência, e implementar ações e avançar ao implementar a lista dos 10 Princípios

¹ Prática ativa de cidadania caracterizada pela argumentação e defesa de causas e direitos, influenciando pessoas para criar mudanças.

para Construir Cidade Resilientes que consiste em orientações para os gestores públicos no planejamento de resiliência e na tomada de decisões (UNDRR, 2020).

Ao comparar-se com as cidades que não passaram por um processo de conscientização semelhante sobre o risco de desastres, as cidades que aderiram à Campanha iniciativa MCR tiveram um maior progresso. Após uma década do primeiro programa, observou-se uma maior demanda por mais orientação e treinamento em diversos campos técnicos, o que engloba a sensibilização e o planejamento estratégico, além da implementação eficiente de planos de desenvolvimento urbano orientados pelo risco.

Os apoiadores da campanha e as cidades pediram um programa de monitoramento que ultrapasse a *advocacy* e a sensibilização, auxiliando as cidades a avaliar seu nível de resiliência e impulsionando a elaboração de estratégias locais de redução de riscos de desastres (RRD). Isso está em consonância com a meta do Marco de Sendai de integrar a RRD na adaptação às alterações climáticas e ao desenvolvimento sustentável, aplicando a estratégia orientada pelo risco com o apoio de parceiros locais, regionais e internacionais (UNDRR, 2020).

A MCR2030, anunciada em 28 de Outubro de 2020 com validade de 10 anos, auxiliará as cidades na diminuição do perigo de desastres e na criação de resiliência urbana. As cidades globais estão cada vez mais vulneráveis a desastres, como a pandemia da COVID-19, e aos desafios das mudanças climáticas.

Implementar uma estratégia em um contexto limitado para a diminuição do risco já não mais se justifica, uma vez que esse modelo ignora a essência sistêmica do risco ou a responsabilidade conjunta entre provedores de serviços públicos e agências. Portanto, as agências de planejamento locais com representação multissetorial e diversificada das partes interessadas devem ser envolvidas. As metrópoles precisam elaborar estratégias que não apenas diminuam os perigos, mas também fomentem a construção de resiliência: capacitando sistemas, serviços e indivíduos para lidar com crises, choques e tensões e se recuperar da melhor maneira possível (UNDRR, 2020).

Os sócios co-criadores da iniciativa MCR2030, além do Escritório das Nações Unidas para a Redução do Risco de Desastres (*the United Nations Office for Disaster Risk Reduction - UNDRR*) como secretariado, incluem alguns órgãos da ONU (ONU-HABITAT, ICLEI E UNOPS), Cidades e Governos Locais Unidos (*United Cities and Local Governments - UCLG*); *C40 Cities*; Federação Internacional das Sociedades da Cruz Vermelha e do Crescente Vermelho (*International Federation of Red Cross and Red Crescent Societies - IFRC*); Agência de Cooperação Internacional do Japão (*Japan International Cooperation Agency - JICA*); *Resilient Cities Network (R-Cities)*; o Grupo Banco Mundial (*the World Bank Group*); e o Conselho Mundial em Dados da Cidade (*World Council on City Data - WCCD*) (UNDRR, 2020).

5.1 Objetivos Estratégicos

Os objetivos da MCR2030 consistem em três estratégias bases necessárias para que os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável 11 (ODS 11) e outras estruturas globais, tais como o Marco de Sendai para a Redução do Risco de Desastres, o Acordo de Paris e a Nova Agenda Urbana, sejam postos em prática.

Os objetivos estratégicos consistem na ação em melhorar o entendimento das cidades enquanto comunidade, sobre o que é e como ocorrem os riscos de desastres e como compreender o sentido de resiliência diante das tragédias. A maneira que devem ser introduzida essa estratégia é aplicando o conceito de *advocacy*, melhorando a compreensão

dos riscos locais e sistêmicos e fornecendo informações baseadas em indícios e meios em como e porquê as cidades precisam trabalhar para que os desastres climáticos devem ser mitigados e assim aprimorar a resiliência urbana e sustentável; a partir do entendimento e compreensão da problemática dos riscos, o próximo objetivo estratégico tem como meta estimular a capacidade das cidades em desenvolver programas locais para o aumento da resiliência, através do aprimoramento da autoavaliação e diagnóstico das causas e efeitos e preparar os agentes e comunidade com treinamentos relevantes e ferramentas de planejamento estratégico que auxiliam na redução de desastres.

No entanto, nenhuma dessas ações conseguirão se realizar na maioria das cidades, se não houver um apoio amplo e sistêmico para a implementação desses planos locais, através de possibilidades de financiamento de apoio a redução de riscos de desastres (RRD), nos sistemas de adequação da cidade para os momentos de mudança climática e para elaboração de práticas de resiliência. É de grande importância que as autoridades locais estejam preparados para inserir a resiliência adotando uma abordagem sistêmica que busque usar soluções baseadas na natureza através de meios inovadores e que estejam capacitados para gerenciar equipes que possam bem planejar, projetar, construir e gerenciar todas as infraestruturas necessárias para promover a resiliência urbana (UNDRR, 2020).

Uma preocupação que o MCR2030 tem é em como atender as necessidades de cada cidade, a partir da compreensão do aumento do risco urbano, suas alterações e os impactos que isso se dará nas cidades e nos cidadãos. A partir deste ponto, o MCR2030 reconhece a importância de uma estratégia unificada e integrada para a redução de riscos, possibilitando que os líderes de cada cidade desenvolvam um planejamento baseado em uma série de ações e decisões fundamentadas no risco, com o objetivo de promover um desenvolvimento mais sustentável e resiliente, beneficiando principalmente os cidadãos.

Baseados nas lições aprendidas durante a implementação anterior a Campanha MCR de 2010-2020, a MCR2030 entende que a jornada para a resiliência é única em cada cidade, havendo a necessidade de um programa flexível o suficiente para permitir que elas iniciem sua jornada no ponto mais apropriado e acessem os serviços mais relevantes; que as sinergias de parceiros ajudam as cidades a obter maior resiliência, através de uma abordagem colaborativa, evitando a fragmentação do apoio; que as estratégias de RRD e resiliência sejam desenvolvidas em coerência com outras estruturas globais, incluindo as iniciativas de adaptação e mitigação da mudança climática conforme determinado pelo Acordo de Paris, trabalhando em sinergia com a Nova Agenda Urbana e contribuindo para o cumprimento da Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável (ODS); que a variação de diferentes ferramentas, parceiros e serviços que possam apoiar avaliações, planejamentos, fornecer informações técnicas especializadas, apoiar implementação e monitoramento, sejam facilitadas em diferentes etapas da jornada para a resiliência das cidades; que as cidades tenham a oportunidade de se conectarem com fluxos financeiros e ferramentas de financiamento inovadoras e o aumento da capacidade de acesso ao financiamento resiliente; que as cidades possam trocar os conhecimentos de suas jornadas de resiliência, contribuindo com o aprendizado e a troca de experiências através de um intercâmbio horizontal entre elas; que o fortalecimento dos vínculos entre os governos locais e nacionais desempenham um papel importante no suporte as cidades, bem como apoio orçamental e técnico, além de garantir a coerência entre as estratégias nos diferentes níveis governamentais; e que o estímulo ao envolvimento do setor privado com as práticas de resiliências, seja acionado para que tenhamos uma estrutura

robusta, prestação de serviços e capacidade humana sólidas necessárias a continuidade dos negócios.

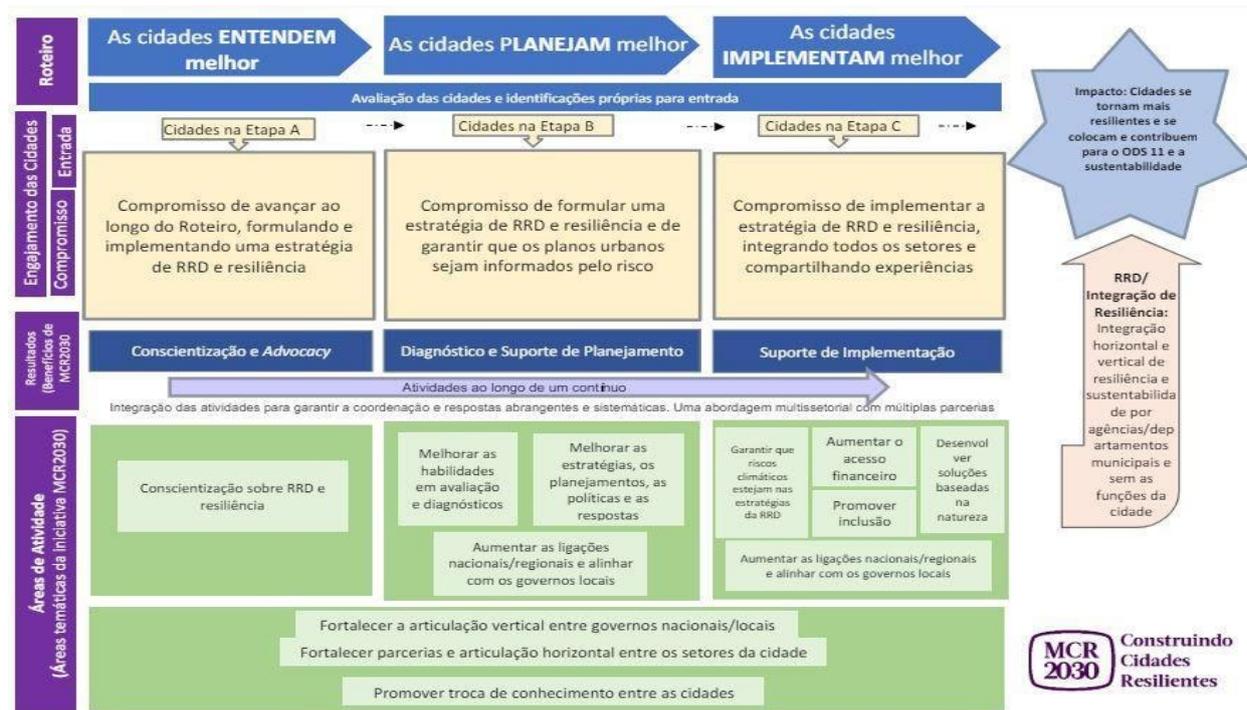
5.2 O roteiro para a Resiliência

Com base nas observações feitas anteriormente, desenvolveu-se uma estratégia programática para a iniciativa MCR2030, fundamentada em um "Roteiro para a Resiliência" (figura 5). Esse roteiro consiste em um processo de três fases que orienta as cidades sobre como aprimorar a resiliência ao longo dos anos. O plano para a resiliência é adaptável e interativo, permitindo que as cidades participem da Iniciativa.

Em qualquer fase do MCR2030, é possível acessar uma gama de ferramentas e consultoria técnica oferecidas por diversos parceiros. As cidades se comprometem a mostrar avanço durante o percurso para a resiliência.

O guia para a resiliência auxilia as cidades a compreenderem sua situação atual, saberem como agir para diminuir os riscos, aprimorar a resiliência e avançar ainda mais para assegurar que as cidades sejam seguras, resilientes e sustentáveis. Com o guia para a resiliência, as cidades podem aderir à Iniciativa MCR2030 a qualquer instante e ter acesso aos serviços essenciais para seu avanço (UNDRR, 2020).

Figura 5 - Etapas do roteiro para resiliência.



Fonte: UNDRR, 2020.

6. Preparação do Rio de Janeiro

Em 2012, a Conferência das Nações Unidas sobre Desenvolvimento Sustentável, conhecida como Rio+20, ocorreu na cidade do Rio de Janeiro, entre os dias 13 e 22 de junho. A Rio+20 ficou famosa por celebrar os vinte anos da Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (Rio-92) e por estabelecer a agenda de desenvolvimento sustentável para os próximos vinte anos. A finalidade da Conferência foi reafirmar o compromisso político com o desenvolvimento sustentável, analisando o avanço e as falhas na

execução das decisões tomadas pelas cúpulas mais relevantes sobre o tema, além de abordar tópicos novos e emergentes. O encontro concentrou-se em dois temas centrais: economia verde no contexto do desenvolvimento sustentável e da erradicação da pobreza; e a estrutura institucional para o desenvolvimento sustentável. Como alternativa, a Conferência Rio+20 estabeleceu os fundamentos para um processo intergovernamental amplo e transparente, culminando no lançamento da Agenda 2030 em setembro de 2015 (RIO2030, 2022).

Durante a Conferência das Nações Unidas sobre Habitação e Desenvolvimento Urbano Sustentável (Habitat III), ficou estabelecido as diretrizes globais para a realização de um desenvolvimento urbano sustentável, reformulando a maneira de construir, administrar e habitar as cidades. Nesse cenário, o Plano de Desenvolvimento é essencial, configurando assim em 2016, a Nova Agenda Urbana (A/RES/71/256*).

O Programa de Desenvolvimento Urbano Integrado da Região Metropolitana do Rio de Janeiro (PEDUI), administrado pelo Instituto Rio MetrÓpole, inclui o Programa MetrÓpole Sustentável, que propõe 27 medidas para fortalecer o desenvolvimento sustentável da área metropolitana ao redor da Baía de Guanabara. No ano de 2019, a ONU estabeleceu a "Década de Ação" com o objetivo de intensificar a implementação global da Agenda 2030.

O Governo do Rio de Janeiro aderiu ao Pacto Global da ONU, assumindo a responsabilidade de colocar em prática os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, com início em 2020.

Em junho de 2021, o Governo do Estado do Rio de Janeiro criou internamente uma Comissão Executiva Especial para planejar ações, seminários, conferências e projetos em comemoração aos 30 anos da Rio 92 (Decreto no 47.649/2021). Em agosto do mesmo ano, por meio do Decreto no 47.727/2021, foi estabelecida a Autoridade do Desenvolvimento Sustentável, com a finalidade principal de estruturar ações, pontos de referência e eventos que envolvam os diversos participantes da sociedade em relação aos 30 anos da Rio 92 e suas consequências.

No ano de 2021, o Rio de Janeiro estabeleceu a Comissão Estadual para Monitoramento dos Objetivos do Milênio, com o objetivo de promover a articulação, mobilização e diálogo entre entidades estaduais e municipais, setor empresarial e sociedade civil organizada, além de incentivar a divulgação e transparência na execução da Agenda 2030, conforme estabelecido no Decreto no 47.828, de 11 de novembro de 2021. Portanto, levando em conta a necessidade urgente de implementar uma administração pública focada na cidadania e sustentabilidade, bem como a importância do envolvimento de todos os segmentos da sociedade na execução da Agenda 2030, no dia 24 de novembro de 2021, o Governo do Estado do Rio de Janeiro declarou o ano de 2022 como o Ano Internacional do Desenvolvimento Sustentável (Decreto no 47.843/2021). Este decreto estabelece a criação do Calendário Rio 2030, que engloba diversas ações de sensibilização e educação para a sustentabilidade, integrando a sociedade em uma plataforma global para a disseminação de conhecimento, tecnologias e ações (RIO 2030, 2022).

Em 2023, o Estado do Rio De Janeiro cria o programa Rio 2030 no âmbito da Secretaria de Estado de Ambiente e Sustentabilidade (DECRETO Nº 48.532 de 02 de junho de 2023), onde designou-se um Comitê de Apoio para incentivar a implementação da Agenda 2030, impulsionando mudanças sustentáveis por meio do envolvimento da sociedade civil, setor privado e público, academia e entidades internacionais em prol de uma agenda comum para o desenvolvimento sustentável. Os membros deste Comitê foram formados por especialistas nos tópicos referentes ao desenvolvimento sustentável, sem remuneração e nomeados pelo

Secretário de Estado de Ambiente e Sustentabilidade. O roteiro é estabelecido a partir de 4 eixos estruturantes para o impulsionamento da implementação da Agenda 2030 no estado do Rio de Janeiro: Governança; Parcerias e Financiamento; Transparência e Informação; e Monitoramento e Avaliação (RIO 2030, 2022).

6.1 Iniciativa Construindo Cidades Resilientes - MCR 2030

A Secretaria de Estado de Defesa Civil (SEDEC-RJ), em parceria com o UNDRR, buscou expandir a interação com as cidades do Rio de Janeiro para trocar experiências e desenvolver instrumentos para reduzir o perigo de desastres. De acordo com as quatro prioridades de ação estabelecidas pelo Marco de Sendai para a Redução do Risco de Desastres, a Superintendência Operacional da Defesa Civil criou protocolos, serviços, treinamentos técnicos e sistemas online gratuitos para permitir que até mesmo municípios com orçamentos limitados possam ter um desempenho eficaz na diminuição do risco de desastres (SEDEC-RJ, 2021).

A contribuição dos municípios inicia-se com a determinação do município em executar os dez passos essenciais para a construção de uma cidade resiliente. Apesar de a participação não implicar um compromisso financeiro com a ONU, a execução de algumas medidas acarreta um custo que nem todas as administrações municipais conseguem arcar no cenário econômico atual. Daí a relevância da Defesa Civil como um facilitador, dentro de sua função no Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil (SINPDEC), para apoiar o Conselho Nacional de Proteção e Defesa Civil (COMPDEC) na implementação das ações da campanha das Nações Unidas e, conseqüentemente, habilitar a cidade a se tornar uma cidade resiliente (SEDEC-RJ, 2021).

Conforme dados de outubro de 2021, a campanha conta com 26 novos municípios que formalizaram a adesão na nova versão de Cidades Resilientes, além dos 46 municípios participantes da campanha anterior (MCR) e do próprio Estado, totalizando 72 municípios. A meta é que todos os 92 municípios participem e, com o auxílio técnico e operacional da SEDEC-RJ, consigam cumprir os dez pilares fundamentais para a edificação de cidades resilientes, garantindo não só a Certificação das Nações Unidas, mas também uma preparação e resposta eficazes para evitar ou minimizar a perda de vidas em desastres. Embora a defesa civil estadual tenha realizado reuniões presenciais ou virtuais e visitas às administrações municipais, observou-se uma evidente resistência dos governos locais ao progresso. Os participantes da campanha, erroneamente, temem que a participação resulte em algum tipo de responsabilidade financeira com a ONU. No entanto, não há custo para se engajar na campanha, nem a formação de qualquer tipo de dívida com os órgãos estaduais, federais ou internacionais envolvidos (SEDEC-RJ, 2021).

Com esse primeiro contato a equipe da Defesa Civil responsável pela campanha elaborou três metas para 2022: alcançar os municípios que ainda não realizaram a adesão através de ciclos de encontros em cada região para transmissão da importância de cada ação, disponibilizando as condições necessárias para a operacionalização; orientar os coordenadores municipais que já realizaram a adesão ao desenvolvimento das atividades da MCR2030, com a atualização do perfil da cidade na plataforma digital da ONU, a participação nas atividades e cursos oferecidos pela plataforma, criação de um decreto municipal com a comissão para a cidade resiliente e formulação de planos de ação locais de resiliência; e divulgar as atividades e projetos de sucesso dos municípios, tanto na plataforma digital da campanha como no site da SEDEC RJ (SEDEC-RJ, 2021).

7 Considerações Finais

O desenvolvimento do presente estudo possibilitou uma análise de todo um trabalho de anos pela ONU e seus parceiros na busca pela sustentabilidade social, ambiental e econômica em todo planeta. Apesar de algumas correntes acadêmicas, como de Botelho (2020), destacarem que o planejamento urbano estratégico evidencia a falsa sensação de que o Estado conseguirá resolver os problemas sociais frutos da economia capitalista, e dos discursos entregues pela ONU e seus cooperadores apresentarem-se rasos, generalistas e que não demonstram as possíveis consequências negativas e incertas, principalmente aos países não desenvolvidos e em desenvolvimento, a proposta é apresentada como meio em tentar resolver ou amenizar as mazelas do globo, e a união governamental em todas as instâncias de uma sociedade se apresentou como ação indispensável para que qualquer atuação fosse realizada. Encontrar meios para amenizar os riscos de desastres depende de ações em conjunto com toda a sociedade para que o trabalho de todos os atores aconteçam de maneira sincronizada e ordenada, por isso a resiliência nas cidades acontecem com o processo de entendimento das possíveis ocorrências, suas consequências e os processos necessários para reverter ou amenizar os danos. Transformar uma cidade em uma cidade resiliente, é um trabalho realizado por etapas através de campanhas de conscientização e ação e as iniciativas funcionam como um norte para o desenvolvimento das políticas públicas.

Por outro lado, a resiliência urbana não é uma concepção estática, nem um processo finito, por isso os sistemas de medidas e análises destes programas deverão ser acompanhados apresentando suas implementações e a maneira como estão sendo aplicados, e a partir daí verificar quais resultados alcançados e quais necessitam de novas abordagens para que toda a sociedade tenha consciência de seus esforços para a mitigação dos problemas de forma cíclica.

Contudo, os relatórios de 2021 apresentados na Câmara dos Deputados indicaram retrocessos na maior parte das 169 metas de desenvolvimento sustentável da ONU, o que demonstra pouca e até nenhuma conscientização, e como consequência a baixa mobilização por parte dos atores participantes, principalmente os representantes municipais. É então esperado que o MCR 2030 seja uma das iniciativas mais importantes na busca dessa resiliência urbana e na participação das cidades do Estado do Rio de Janeiro como uma renovação na perscrutação da sustentabilidade e do bem comum. Ainda há uma longa jornada pela frente até que uma análise completa e real possa ser realizada em 2031, mas o interesse de 80% das cidades do Estado em participar da iniciativa nos traz a expectativa de que as necessidades das cidades para evitar os riscos de desastres ambientais através da resiliência sejam atendidas.

Referências

BOTELHO, M.L. **A ilusão do planejamento urbano numa era de crise. Notas sobre o planejamento estratégico.** In: SARTÓRIO, L.V.; MIRANDA, J. R.; SCHUELER, A.; SOARES, A. D. (Orgs). Políticas públicas e práticas sociais: cidadania, saúde, educação, comunicação e segurança alimentar. São Paulo: Livraria da Física, 2020.

CÂMARA DOS DEPUTADOS. **Relatório aponta que o Brasil não avançou em nenhuma das 169 metas de desenvolvimento sustentável da ONU.** Agência Câmara de Notícias. Disponível em: <https://www.camara.leg.br/noticias/784354-relatorio-aponta-que-o-brasil-nao-avancou-em-nenhuma-das-169-metas-de-desenvolvimento-sustentavel-da-onu/> Acesso em: 14 set. 2024.

- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Favelas e comunidades urbanas. Notas metodológicas 01. sobre a mudança de aglomerados subnormais para favelas ou comunidades urbanas.** Rio de Janeiro, 2024. 79p. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv102062.pdf> Acesso em: 16 fev. 2024.
- NAÇÕES UNIDAS. Conferência das Nações Unidas sobre Habitação e Desenvolvimento Urbano Sustentável (Habitat III). **Nova Agenda Urbana.** Quito, 2016. Disponível em: <https://habitat3.org/wp-content/uploads/NUA-Portuguese-Brazil.pdf>. Acesso em: 28 mai. 2024.
- NAÇÕES UNIDAS. Conferências. **Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável.** Estocolmo 1972. Nova Iorque, 30 de Julho de 2020. Disponível em: <https://www.un.org/en/conferences/environment/stockholm1972>. Acesso em 27 jul. 2024.
- NAÇÕES UNIDAS. Conferências. **Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável.** Rio de Janeiro, 1992. Nova Iorque, 05 de Agosto 2020. Disponível em: <https://www.un.org/en/conferences/environment/rio1992>. Acesso em 27 jul. 2024.
- NAÇÕES UNIDAS. Estratégia Internacional das Nações Unidas para a Redução de Desastres. **Como Construir Cidades Mais Resilientes. Um Guia para Gestores Públicos Locais.** Genebra, 2012. Disponível em: https://www.unisdr.org/files/26462_guiagestorespublicosweb.pdf. Acesso em: 24 mai. 2024.
- NAÇÕES UNIDAS. Estratégia Internacional das Nações Unidas para a Redução de Desastres. **Construindo Cidades Resilientes 2030.** Genebra, 2020. Disponível em: <https://mcr2030.undrr.org/who-we-are#goals>. Acesso em: 24 mai. 2024.
- NAÇÕES UNIDAS. Transformando o Nosso Mundo: Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável. Publicada em 13 de julho de 2020. Disponível em: <https://sdgs.un.org/2030agenda>. Acesso em 22 jun. 2024.
- NAÇÕES UNIDAS BRASIL. **Objetivos de Desenvolvimento Sustentável.** Publicada em 17 de outubro de 2020. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs>. Acesso em 22 jun. 2024.
- NAÇÕES UNIDAS BRASIL. **A ONU e o meio ambiente.** Publicado em 16 de setembro de 2020. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/91223-onu-e-o-meio-ambiente>. Acesso em: 22 jun. 2024.
- NERI, Marcelo (coord.). **Mapa da riqueza no Brasil.** Rio de Janeiro: Fundação Getúlio Vargas Social, 2023. Disponível em: https://cps.fgv.br/riqueza?utm_source=portal-fgv&utm_medium=fgvnoticias&utm_id=fgvnoticias-2023-02-14. Acesso em: 26 de mar. de 2024.
- OCDE. Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico. **Uma Abordagem Territorial para a Ação Climática e Resiliência. Estudos de Desenvolvimento Regional da OCDE.** Paris, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1787/1ec42b0a-en>. Acesso em: 13 de mar. 2024.
- RIO DE JANEIRO. **Decreto Estadual, nº 47.649 de 15 de junho de 2021.** Institui-se comissão executiva especial para planejar ações, seminários, conferências e projetos para serem realizados entre os dias 3 e 14 de Junho de 2022, em razão dos 30 anos da primeira conferência das Nações Unidas sobre meio ambiente e desenvolvimento, realizada no estado do Rio de Janeiro no ano de 1992. Diário Oficial do Estado do Rio de Janeiro: parte I, Rio de Janeiro, ano XLVII n. 113 p. 3, 16 de jun. de 2021.

RIO DE JANEIRO. **Decreto Estadual, nº 47.727 de 16 de agosto de 2021.** Institui a autoridade do desenvolvimento sustentável encarregada das comemorações da conferência Rio+30 e do bicentenário da independência do Brasil, sem aumento de despesa. Diário Oficial do Estado do Rio de Janeiro: parte I, Rio de Janeiro, ano XLVII n. 157 p. 1, 17 de ago. de 2021.

RIO DE JANEIRO. **Decreto Estadual, nº 47.828 de 11 de novembro de 2021.** Cria sem aumento de despesa, a comissão estadual para o acompanhamento dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável - ODS. Diário Oficial do Estado do Rio de Janeiro: parte I, Rio de Janeiro, ano XLVII n. 214 p. 3, 12 de nov. de 2021.

RIO DE JANEIRO. **Decreto Estadual, nº 48.532 de 02 de junho de 2023.** Cria o programa Rio2030 no âmbito da secretaria de estado de ambiente e sustentabilidade, sem aumento de despesas. Diário Oficial do Estado do Rio de Janeiro: parte I, Rio de Janeiro, ano XLIX n. 102 p. 1, 05 de jun. de 2023.

RIO DE JANEIRO. Secretaria de Estado do Ambiente e Sustentabilidade. Instituto Estadual do Ambiente. **Plataforma Rio2030.** Rio de Janeiro, 2022. Disponível em: <https://www.rio2030.org/saiba-mais>. Acesso em: 24 abr. 2024.

RIO DE JANEIRO. Secretaria de Estado de Defesa Civil. **Iniciativa construindo cidades resilientes - MCR 2030.** Publicado em 28 out. 2021. Disponível em: <https://defesacivil.rj.gov.br/index.php/c-cidades-resilientes>. Acesso em: 24 abr. 2024.

UNDP. United Nations Development Programme. **Human Development Report 2023/2024. Breakinf the gridlock: reumaging cooperation in a polarized world.** Disponível em: <https://hdr.undp.org/content/human-development-report-2023-24>. Acesso em: 13 de mar. 2024.

UNITED NATIONS. United Nations Human Settlements Programme. **World Cities Report 2022. Envisaging the Future of Cities.** Nairóbi, 2022. Disponível em: https://unhabitat.org/sites/default/files/2022/06/wcr_2022.pdf. Acesso em: 24 mai. 2024.



Gestão & Gerenciamento

MÉTODO DE AVALIAÇÃO DE SEGURANÇA AMBIENTAL EM LABORATÓRIOS

ENVIRONMENTAL SAFETY ASSESSMENT METHOD IN LABORATORIES

Giordano, Camila

Engenheira Civil; Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

camilagiordano@poli.ufrj.br

Marcelle Alencar,

Engenheira Civil; Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

cellepaivaec@poli.ufrj.br

Rebecca Neri,

Engenheira Civil, Pós-graduanda em Planejamento, Gestão e Controle de Obras Civas;
Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

rebecca.cleo@poli.ufrj.br

Jorge González,

Engenheiro Civil, M. Sc; Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

jorgegonzalez@poli.ufrj.br

Assed N. Haddad,

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

assed@poli.ufrj.br

Resumo

Este estudo aborda uma metodologia de segurança ambiental e do trabalho padronizada de forma a ser utilizada em laboratórios de engenharia civil de pequeno e médio porte. Para tanto, foram utilizados como base dois laboratórios do Núcleo de Ensino e Pesquisa em Materiais e Tecnologias de Baixo Impacto Ambiental na Construção Sustentável (NUMATS), localizados no bloco I do Centro de Tecnologia (CT), dentro do campus da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). Aplicaram-se três métodos de análise de riscos ao longo do estudo, sendo eles Análise Preliminar de Riscos, FMEA e Plano de Gerenciamento de Riscos, buscando a elaboração de uma metodologia em etapas unificadas, para a aplicação em laboratórios. Com os resultados obtidos a partir das análises descritas, foi estabelecido que os laboratórios analisados estavam compatíveis com as medidas de boas práticas esperadas para tal, e que a metodologia desenvolvida foi considerada efetiva. Concluiu-se que a falta de procedimentos unificados empregados em laboratórios pode acarretar maiores riscos na segurança, porém com o método proposto neste artigo torna-se evidente a cadeia de procedimentos necessária a ser seguida para mitigar e prevenir acidentes.

Palavras-chaves: Análise Preliminar de Riscos; FMEA; Mapa de Risco; Plano de Gerenciamento de Riscos; Segurança do Trabalho.

Abstract

This study addresses a standardized environmental and occupational safety methodology for use in small and medium-sized civil engineering laboratories. To this end, two laboratories of the Center for Teaching and Research in Materials and Technologies of Low Environmental Impact in Sustainable Construction (NUMATS), located in Block I of the Technology Center (CT), on the campus of the Federal University of Rio de Janeiro (UFRJ), were used as a basis. Three risk analysis methods were applied throughout the study, namely Preliminary Risk Analysis, FMEA and Risk Management Plan, seeking to develop a methodology in unified stages for application in laboratories. With the results obtained from the analyses described, it was established that the laboratories analyzed were compatible with the expected good practice measures for this purpose, and that the methodology developed was considered effective. It was concluded that the lack of unified procedures used in laboratories can lead to greater safety risks, but with the method proposed in this article, the chain of procedures necessary to be followed to mitigate and prevent accidents becomes evident.

Key-words: Preliminary Risk Analysis; FMEA; Risk Map; Risk Management Plan; Occupational Safety.

1 Introdução

A segurança ambiental e do trabalho são temas muito abrangentes, e que devem ser amplamente discutidos e difundidos em alguns setores. Os padrões de boas práticas são fundamentais para garantir a execução dos serviços com segurança e qualidade para os trabalhadores envolvidos e para o ambiente na qual ele está inserido, o que impacta diretamente no produto que está sendo desenvolvido (OLIVEIRA, 2022).

A expressão segurança ambiental se originou no início dos anos 1980 como um alargamento do conceito de segurança. Esta pretende limitar os riscos dos impactos negativos, tanto sobre o ambiente, como às reservas de recursos naturais. Dessa maneira, ela busca proteger o ambiente e seus recursos de forma que seja garantido o alimento, água, saúde e segurança pessoal, tanto aos indivíduos como às comunidades (CUNHA, 1998).

Já a segurança do trabalho engloba um conjunto de leis, normas regulamentadoras, práticas e medidas preventivas, para garantir a segurança no ambiente de trabalho e

prevenir doenças ocupacionais ou acidentes, evitando o acontecimento destes, ou minimizando as consequências de um acidente, e protegendo a integridade física do trabalhador (PORTAL DA INDÚSTRIA, 2022).

A segurança do trabalho está presente em todas as áreas laborais, e especificamente na da construção civil ela ganha destaque visto que apresenta grande quantidade de acidentes, além de ter uma série de particularidades que a diferem de outras categorias. Por isso, é necessário o desenvolvimento de estudos e pesquisas voltados a este setor no que se refere à segurança e à saúde do trabalhador, entendendo que estes dois aspectos causam impactos sociais e afetam a produtividade econômica e custos dos sistemas (ANDRADE, 2020).

A segurança do trabalho permite o desenvolvimento de ações preventivas, evita gastos com o tratamento de um funcionário acidentado e, até mesmo, com processos judiciais (OLIVEIRA, 2023). Esta situação evidencia a obrigação de aplicar ferramentas para assegurar um ambiente de trabalho adequado, como por exemplo, a elaboração de um programa de gerenciamento de riscos, análises de risco, e outras técnicas de mapeamento e impedimento de vetores de risco, procurando minimizar, monitorar e controlar os riscos ao estudar em detalhe as etapas que envolvem a rotina de trabalho.

A fim de que os princípios da segurança ambiental e do trabalho sejam postos em prática no Brasil, existem requisitos legais que se referem à legislação nacional e comunitária e apresentam-se em forma de leis, decretos-lei, portarias, despachos, diretivas e regulamentos. Também existem contratos e acordos entre entidades públicas, clientes e fornecedores, tais como licenças de captação de água, compromissos e boas práticas entre as partes, licenças de laboração, normas e autorizações para descargas de efluentes líquidos, entre outras (DANTAS; OLIVEIRA; PASSADOR, 2016).

Particularmente, em relação à segurança do trabalho, existem atualmente, 37 Normas Regulamentadoras (NRs) que tratam de Saúde e Segurança do Trabalho nos diversos ramos de trabalho, trazendo procedimentos, programas, treinamentos, dentre outros aspectos, todos voltados à preservação da integridade e da saúde dos funcionários (PEINADO, 2019).

Em laboratórios ligados a universidades, é comum encontrar um fluxo constante de novos usuários durante todo o ano. Esta situação dificulta a realização de capacitações sobre as medidas de segurança com novos usuários, visto que seria necessário que houvesse inúmeras ao longo do ano para abranger todos os novatos em seus diversos períodos de ingresso.

Dada então a importância da segurança de todos os ambientes, os problemas principais para os quais este artigo busca soluções está no oferecimento, de forma padronizada, de maior segurança aos usuários em laboratórios ligados a universidades, considerados pelos autores como os espaços de maior atenção à segurança de trabalho e ambiente do campus.

Ao considerar esta problemática, é cabível pensar nas hipóteses de que os riscos e emergências podem ser identificados e reduzidos. Isso é possível nos casos em que os laboratórios estejam seguindo as medidas de segurança do trabalho, infere-se, dessa forma, que todos os usuários dos laboratórios sabem como prosseguir em uma situação de perigo

na qual é necessária a evacuação. Considerando a problemática e hipóteses, o artigo responderá duas perguntas:

- a) É possível desenvolver uma metodologia de segurança abrangente, capaz de ser implementada individualmente em todos os momentos que for necessária?
- b) O método de capacitação pode ser replicado em diferentes laboratórios, trazendo reflexões sobre as condições de segurança válidas para todos?

Dessa forma, este artigo tem o objetivo de desenvolver uma metodologia de segurança padronizada para definir os riscos existentes nos ambientes com potencial para tal, sendo estes mapeados de modo que fique claro a todos os seus usuários quais são eles, as preocupações de cada local e que possa ser replicado em diferentes laboratórios.

Por esta razão foi aplicada uma análise detalhada da segurança do trabalho em dois laboratórios do Núcleo de Ensino e Pesquisa em Materiais e Tecnologias de Baixo Impacto Ambiental na Construção Sustentável (NUMATS) da Universidade Federal do Rio de Janeiro. Foram utilizadas ferramentas conhecidas como Análise Preliminar de Riscos (APR) e FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*), além do desenhado das rotas de fuga que devem ser seguidas numa situação de perigo.

O atendimento do objetivo deste artigo procura converter a teoria da avaliação de riscos em uma ferramenta prática, ao criar uma guia unificada de requisitos gerais que podem ser colocados a serviço de qualquer ambiente de trabalho confinado que considere o manuseio de materiais ou equipamentos perigosos, permitindo trazer os conceitos das metodologias conhecidas em um manual básico. Para este fim, é proposta uma metodologia de avaliação de riscos e capacitação com ampla replicabilidade para todos os laboratórios presentes na UFRJ.

2 Revisão da Literatura

A segurança ambiental e do trabalho trazem emergências e riscos. Uma emergência é a ocorrência de uma situação crítica que apresenta perigo à vida, ao meio ambiente e ao patrimônio da instituição, sendo necessária intervenção imediata para impedir o avanço dos danos para evitar imprevistos, incidentes ou acidentes (FIGURA JR, 2017; BATISTA, 2009).

Já o risco é definido por toda e qualquer possibilidade de que algum elemento ou circunstância existente num dado processo ou ambiente de trabalho possa causar danos à saúde, ou ainda por poluição ambiental (GOULART, 2020). Os riscos ocupacionais são decorrentes de fatores específicos do ambiente e condições de trabalho, assim como o tempo de serviço, formação e categoria profissional (CAVALCANTE *et. al*, 2006).

Para evitar emergências e riscos, pode ser considerada a aplicação de um plano de ação, que consiste no planejamento por meio de um processo, realizado de forma contínua e composto por etapas, a fim de se chegar ao resultado desejado. Os elementos que o constituem são a análise situacional, diretrizes e objetivos. O plano de ação aplicado nesta pesquisa busca padronizar as ações a serem tomadas, tendo como objetivo a diminuição do número ou da gravidade de acidentes no laboratório.

Um exemplo de plano de ação são os planos de emergência, cuja finalidade é atender qualquer situação perigosa e fora do contexto habitual que possa envolver vítimas, danos

materiais, ou riscos ao meio ambiente, na qual uma instituição está inserida. Com isso induz-se uma tomada de decisão com um tempo de resposta menor, buscando minimizar os impactos, ou danos secundários que viriam a ser gerados (SEMPREBOM, 2014).

O plano de emergência deve considerar o detalhamento de todas as necessidades emergenciais, apontadas para cada tipo de perigo na planilha de gerenciamento de riscos (KORF; GOELLNER, 2011). A estrutura do plano deverá apresentar: cenários considerados, área de abrangência e limitações; centro de controle de emergência e estrutura organizacional; recursos humanos e materiais; fluxograma de acionamento; ações de resposta; simulações; canais de comunicação; investigação de acidentes (caso necessário).

Os Planos de Emergência podem ser criados seguindo modelos propostos pelo CONAMA 398, ou pela nota técnica da CBMERJ NT 2-10. Em geral, eles estabelecem as possibilidades de acidentes de acordo com as características do ambiente, tais como incêndios, explosões, inundações e vazamentos, que conseqüentemente levam a uma situação de pânico e que demandam a evacuação do local em segurança (ALMEIDA, 2021).

Também, outro tipo de plano de emergência são os que contemplam o pânico. Um Plano de emergência contra incêndio e pânico (PECIP), é um documento elaborado a partir dos respectivos riscos de uma edificação, que propõe um conjunto de ações e procedimentos a serem realizados para minimizar a ocorrência de sinistros, visando a proteção da vida, do meio ambiente e do patrimônio; o controle e extinção do incêndio; e oferece condições de acesso para as operações do corpo de bombeiros (RAICOVITCH *et al.*, 2017).

O ponto de encontro é um local seguro, previamente estabelecido, onde serão reunidos todos que se encontrem na edificação; a rota de fuga é o caminho a ser percorrido, do local onde esteja a pessoa na edificação até a saída de emergência, em direção ao ponto de encontro. Em geral é o caminho mais rápido e seguro para o abandono da área, além de sinalizados em locais de fácil visualização (AMARAL; GOMES, 2019).

No momento que for necessário, com um treinamento de capacitação bem executado, destinando atribuições para cada pessoa, e agindo de maneira rápida e eficaz de acordo com cada função designada em uma emergência de qualquer natureza, todos serão conduzidos na evacuação pela rota de fuga até o ponto de encontro ou local seguro, para salvaguardar a vida de todos e amenizar os impactos causados pelo sinistro.

3 Metodologia

Este artigo foi baseado na análise detalhada de segurança do trabalho em dois laboratórios do Núcleo de Ensino e Pesquisa em Materiais e Tecnologias de Baixo Impacto Ambiental na Construção Sustentável (NUMATS). Serão abordadas em especial três técnicas de análise de riscos, visando cumprir o objetivo da criação de uma metodologia de segurança padronizada, sendo elas a Análise Preliminar de Riscos (APR), o FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*), e Plano de Gerenciamento de Riscos.

O NUMATS é um centro de pesquisas pertencente ao Centro de Tecnologia da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), localizado no bloco I do Centro de Tecnologia (CT), na sala 110, associado à Escola Politécnica e ao Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa em Engenharia (COPPE). Seu espaço de estudo envolve no total 19

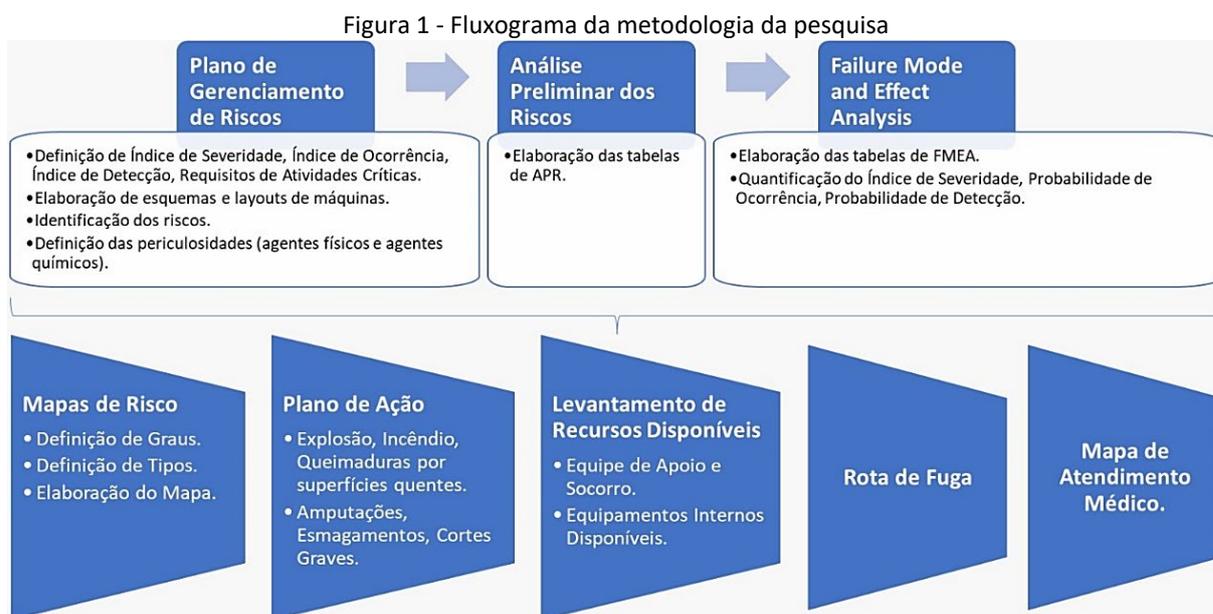
laboratórios, sendo alguns desses destinados a ensaios de concretagem, Cimentação, argamassas, artefatos, estudos de durabilidade, ensaios mecânicos, entre outros. Os espaços de pesquisa escolhidos para serem abordados neste estudo foram o laboratório de Cimentação e o laboratório de Biomassas.

O laboratório de Cimentação realiza testes relacionados aos poços de petróleo e possui o foco na caracterização dos materiais, tendo como matéria prima a pasta de Cimentação desses poços. Nesse sentido, pode-se encontrar no laboratório testes como o método não destrutivo de resistência de um corpo de prova de cimento sob condições controladas de temperatura e pressão, ensaio reológico, monitoramento do corpo de prova em diferentes condições impostas, monitoramento do torque pelo tempo, entre outros.

O laboratório de biomassa realiza todo tipo de testes que envolvam a madeira para ensaios e pesquisas. Portanto, o laboratório possui o foco na criação de materiais tendo como matéria prima a madeira. Assim, as atividades mais encontradas no laboratório são: pintura, recorte de madeira e bambu, entalhe, acabamentos, moagem, entre outras.

Para compreensão do local de estudo, as figuras A1 e A2 apresentam a planta baixa do laboratório de Cimentação e biomassas, que como todas as figuras e quadros com numeração iniciada por A, encontram-se no apêndice.

Um fluxograma é apresentado na Figura 1, para exibir a evolução desta pesquisa:



Fonte: Os autores

3.1 Plano de Gerenciamento de Riscos

Na primeira fase tem-se a aplicação do Plano de Gerenciamento de Riscos ou Programa de Gerenciamento de Riscos, também identificado pela sigla PGR, que se resume a um documento contendo um diagnóstico de uma instituição em relação aos riscos identificados com potencial de ocorrência, de forma a planejar atividades de tratamento de riscos e contendo informações de como o gerenciamento será executado e monitorado (ARAÚJO, 2019).

Para tal, é necessário identificar e mensurar os perigos e riscos presentes nas atividades e, assim, desenvolver formas de analisar estas informações através de um plano ou programa de gerenciamento. Um gerenciamento eficaz é aquele cujo a empresa consiga antecipar os riscos e ameaças, de forma a evitar que eles ocorram, ou ao menos mitigar os seus efeitos sobre a instituição e o ambiente no qual ela se insere. Com suas ferramentas é possível definir um grau de risco compatível com a ameaça, e definir as medidas mitigatórias que devem ser tomadas (ALFARTH *et al*, 2020; MARTINS, 2019).

Para executar esta primeira fase, faz-se necessária a definição dos índices de severidade, ocorrência e detecção.

O índice de severidade busca quantificar os danos decorrentes de um incidente. Quanto ao valor atribuído aos riscos analisados, foram levados em consideração o nível de gravidade de possíveis ferimentos e o valor monetário perdido por danos às máquinas e processos utilizados. Para entender a classificação dos valores, pode-se referenciar o Quadro A1 (USDOD, 2012).

Os níveis de probabilidade de ocorrência, ou de frequência, apresentam uma avaliação qualitativa a respeito da probabilidade de ocorrência de um evento crítico, também de 1 a 10. Sendo assim, será possível priorizar os cenários com maiores chances de ocorrência ao invés de um acontecimento improvável, tomando medidas mitigadoras efetivas. Para entender a classificação dos valores, pode-se referenciar o Quadro A2.

O índice de detecção é quantificado por um valor que representa a eficiência dos controles de detecção de falhas. Quanto maior o valor atribuído no índice, maior a dificuldade de detecção da falha. Essa avaliação possibilita analisar as chances de falha antes que essa chegue a um cliente ou usuário, e de que ele detecte por si. Para entender a classificação dos valores, pode-se referenciar o Quadro A3.

Para a aplicação do Plano de Gerenciamento de Riscos é necessário estabelecer os Critério de Avaliação de Risco, ou RAC (*Risk Assessment Criteria*), que correlaciona os dados pré-estabelecidos da frequência de ocorrência de um determinado evento. Estes variam da frequência “A” até “E”, com as categorias de perigo, variando de I até IV, sendo a categoria I a mais perigosa, até a IV definida como negligenciável. Nessa correlação, a matriz tem como objetivo trazer uma metodologia para avaliar se um determinado evento ou atividade é mais perigosa ou menos perigosa, para, assim, tomar as medidas cabíveis de acordo com o grau de periculosidade. Pode-se consultar uma apresentação visual deste quadro de categorias de perigo no Quadro A4 (USDOD, 2012).

A classificação do risco foi dividida em Alto, Sério, Médio e Baixo de acordo com o grau de periculosidade do quadro, que correlaciona frequência e severidade, para ordenar o nível de importância das atitudes a serem tomadas para uma determinada atividade. A descrição das medidas a serem tomadas para cada grão e classificação referente estão no Quadro A5.

Para obter estes quadros de índice de severidade, ocorrência, requisitos de atividades críticas, foi necessário consultar a norma MIL STD 882, (USDOD, 2012). Para o índice de detecção, foi necessário modificar o FMEA, com base em critérios próprios.

O RAC é também um item necessário para a criação dos quadros utilizadas na APR e no (FMEA), conforme será apresentado adiante.

3.2 Análise Preliminar de Riscos

Na segunda fase tem-se a aplicação da APR, que é uma metodologia que indica os riscos potenciais de um novo empreendimento, de um sistema, de um projeto ou de uma atividade. Ela é denominada desta forma pois está nos passos iniciais da abordagem de risco sobre o objeto de estudo, para identificar e categorizar essas ameaças (BARBOSA, 2020).

Na APR são realizados levantamentos a respeito das inúmeras causas que podem promover a ocorrência de determinados eventos, assim como suas respectivas consequências para a segurança e saúde do trabalhador, sendo então realizada uma avaliação qualitativa da frequência de ocorrência dos cenários descritos, do grau de severidade e o nível de risco de cada cenário identificado na análise (PINHEIRO *et al.*, 2023).

A APR pode ser antecipada por meio de uma Listagem Preliminar de Riscos, a qual utiliza ferramentas como checklists, matriz de riscos e históricos de risco de atividades semelhantes. Vale ressaltar que a APR também pode ser empregada como ferramenta de melhoria contínua possibilitando avaliar periodicamente os riscos do processo, até mesmo aqueles não observados anteriormente (BARBOSA, 2020).

O quadro de Análise Preliminar de riscos é composto por 9 colunas:

- Setor: nessa coluna são abordados as áreas e os procedimentos a serem analisados, sendo posteriormente (na coluna nº e itens) desmembrados em diversas linhas com os materiais/máquinas constituintes de cada um desses processos a serem estudados;
- Nº: será numerado, a partir do número 1, todos os materiais e equipamentos a serem analisados;
- Item: tem-se a categorização dos materiais ou equipamentos a serem estudados;
- Categoria de risco: mostra o risco relativo à coluna anterior (Item) é ser classificado entre Físico, Químico, Biológico, Ergonômico ou Acidental;
- Perigo: aqui é descrito cada perigo que poderá ser causado ao operário devido ao manuseio do equipamento/material descrito na coluna “Item”;
- Causa: nessa seção é explicado como o operário poderá ficar suscetível ao perigo, seja pela falta de EPIs necessários ou seu tipo de manuseio do equipamento/material;
- Efeito: são descritos em cada linha os efeitos maléficos que poderão ser causados ao operário devido ao manuseio do equipamento/material descrito na coluna “Item”;
- RAC: são colocados os valores correspondentes ao quadro de “Classificação de risco”, baseando-se em uma análise prévia em que serão considerados a frequência de ocorrência e categoria do perigo;
- Medidas preventivas e mitigação: aqui são mostradas medidas que podem ser aplicadas a cada item com o objetivo de mitigar ou até cessar os efeitos danosos descritos na coluna “Efeito”.

3.3 FMEA

Na terceira fase é possível fazer a aplicação do FMEA e traduzida por Análise de Modos de Falha e seus efeitos. É uma ferramenta muito útil de técnica de análise de segurança, e possui notável utilidade quando se trata de determinar a confiabilidade de

sistemas (QIN et al, 2020). O FMEA avalia um sistema ou subsistema específico para identificar falhas que podem ocorrer em cada componente e prever os seus efeitos (BHATTACHARJEE et al, 2020). Para sua realização podem ser usadas informações de dados históricos, como por exemplo analisando como produtos similares falharam, e se após as mudanças implementadas existiu alguma melhoria.

A aplicação deste método traz diversos benefícios, desde a diminuição de custos, devido a possibilidade de reduzir falhas e avarias, até o fornecimento de um ambiente de trabalho confiável, seguro, produtivo e com maior qualidade em seus processos.

Antes de explicar como é feita a análise do FMEA, faz-se pertinente abordar os quadros de índices do critério de segurança, porém agora com números associados a cada categoria para que, no final, seja possível calcular o Número de Prioridade de Risco (em inglês *Risk Priority Number* - RPN). Com isto, os itens podem ser classificados por ordem de importância, entendendo que quanto maior o valor do RPN, maior será a necessidade de melhorar o produto para evitar falhas; e que RPNs com valor superior a 90, indicam que, para essa falha não ocorrer, será necessário uma ou mais medidas de melhoria do processo.

Para calcular o índice de severidade, utiliza-se as descrições do quadro da APR, aumentando o valor atribuído, de forma que varie de 1 a 10 para ser possível calcular o RPN do FMEA. Uma representação visual adaptada está no Quadro A6 (USDOD, 2012).

Os níveis de probabilidade de ocorrência, ou de frequência e o índice de detecção (RAH et al., 2016) seguem a mesma classificação da APR. Uma representação visual dos respectivos quadros adaptados está no Quadro A7 e A8, que nesta instância tem classificações de 1 a 10.

A execução desta metodologia permitiu perceber que é necessário ter 3 quadros, (índice de severidade, probabilidade de ocorrência e probabilidade de detecção), cada uma com escala de 1 a 10 de maneira que a multiplicação dos 3 fatores resultaria no RPN, sendo que quando este é maior que 90 é indicada falha. O quadro de severidade tem a mesma classificação do quadro utilizado na Análise Preliminar de Riscos, obtido da MIL-STD 882, porém com a numeração de 1 a 10.

Para entender de forma prática a montagem do quadro de FMEA, foi necessário considerar o estudo de um equipamento específico. Esta é composta por 10 colunas, descritas na continuação.

- Componente: tem-se a categorização dos equipamentos que constituem a máquina em análise;
- Função do Componente: segue com a descrição da função de cada um dos equipamentos constituintes do sistema em análise;
- Modo de Falha: nessa coluna são apontados o modo como os componentes podem vir a falhar;
- Efeito de falha no sistema ou componente: descrição do efeito que será causado ao sistema ou ao próprio equipamento se esse vier a falhar;
- Ocorrência (O), Detecção (D), Severidade (S): baseado no quadro de mesmo nome, será analisado qual o grau que cada componente de enquadra entre o nível 1 a 10;

- Risco NPR: um valor dado pela multiplicação dos valores da Ocorrência, Detecção e Severidade: $NPR = O \times D \times S$;
- Recomendações: trata das recomendações a serem seguidas a fim de minimizar a chance de falha do componente;
- Manutenção: tem-se aqui a frequência na qual o componente deverá ser analisado para uma possível substituição, ou limpeza, entre outros.

3.4 Mapa de Riscos

Depois de executar as três fases, podem ser emitidos os produtos da aplicação do PGR, APR e FMEA. O primeiro deles é o Mapa de Riscos, que é uma representação gráfica de um conjunto de fatores presentes nos locais de trabalho, capazes de acarretar prejuízos à saúde dos trabalhadores (MATTOS; FREITAS, 1994). Estes são representados através das plantas baixas do local, mostrando os possíveis riscos classificados em grau de severidade (risco pequeno, médio e grande); além da classificação, como químico, físico, biológico, acidental e ergonômico.

A severidade dos riscos é identificada com círculos com três diferentes tamanhos, sendo o maior referente ao risco grande, o intermediário ao risco médio e o menor, ao pequeno (SANTOS, 2024). Além disso, para facilitar a compreensão do que foi considerado nos mapas é possível definir como risco pequeno o que já é controlado; risco médio o que é relevante, mas pode ser controlado; risco grande algo que apresenta ameaça de morte, mutilação ou doenças graves, é muito difícil de ser controlado, neutralizado ou reduzido. Por outro lado, os tipos de riscos são identificados por cores, dentro dos círculos, sendo Verde: Físico; Vermelho: Químico; Amarelo: Ergonômico; Azul: Acidental; Marrom: Biológico.

3.5 Plano de Ação

Com relação ao plano de ação, é feita a análise de todos os riscos presentes e como mitigá-los durante a etapa de implantação do laboratório, este deve ser atualizado periodicamente, conforme a introdução de novos equipamentos e processos, de acordo com as necessidades do local (PEREIRA *et al*, 2021).

3.6 Rota de fuga

Para desenvolver a rota de fuga é necessário analisar a planta do local estudado e saber quais são os pontos com maior trânsito de pessoas, para definir o caminho mais curto possível de todos os locais passíveis de circulação, até chegar num local seguro em caso de acidentes. É importante lembrar que deve haver apenas 1 caminho indicado para cada ambiente, visando evitar confusão dos usuários em momentos de possível pânico (SANTANA, 2020).

3.7 Mapear atendimento médico de emergência mais próximo

Utilizando ferramentas de geolocalização é possível inserir o local desejado e esse retornar no mapa o posto médico mais próximo. No presente trabalho foi utilizada a ferramenta do *Google Maps*.

4 Resultados

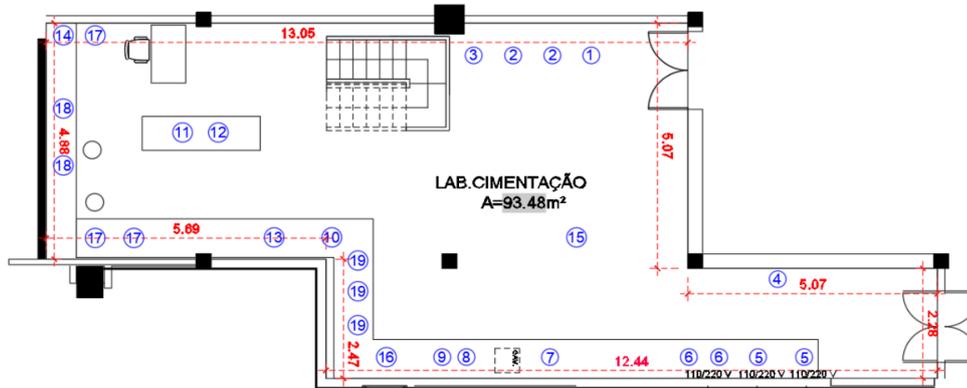
Os resultados foram organizados de acordo à ordem mostrada na metodologia, começando com as três fases, e depois a elaboração dos produtos.

Para a confecção dos métodos de análise, foi necessário realizar um mapeamento dos equipamentos existentes nos laboratórios em questão, tanto em termos de localização na planta baixa, quanto na descrição dos equipamentos. Com esses dados, também foi possível mensurar seus possíveis riscos e classificá-los na categoria adequada.

Os quadros com a listagem dos equipamentos contidos nos laboratórios de Cimentação e Biomassas estão respectivamente nos Quadros A9 e A10.

A alocação desses equipamentos se encontra nos locais marcados com seus respectivos números na Figura 2 para o laboratório de Cimentação:

Figura 2 - Planta baixa do laboratório de Cimentação, com locação de equipamentos



Fonte: Elaboração Própria

Na Figura 3 é apresentada a planta baixa do laboratório de Biomassas, com os equipamentos presentes numerados.

Figura 3 - Planta baixa do laboratório de Biomassas, com locação de equipamentos



Fonte: Elaboração Própria

4.1 Plano de Gerenciamento de Riscos

Baseado nos estudos realizados nesse documento, tem-se no Quadros 1 uma prévia dos possíveis riscos organizados por subárea no laboratório de Cimentação. A versão completa do quadro encontra-se no apêndice nos Quadros A11 e A12, sendo estes o quadro completo do Laboratório de Cimentação e de Biomassas, respectivamente:

Quadro 1 - Riscos do laboratório de Cimentação

Laboratório de Cimentação				
Setor	n°	Item	Categoria de risco	Perigo
Área de preparação e condicionamento da pasta	1	Argamassadeira	Acidental/ Físico	Lesão nas mãos; Respingos de pasta nos olhos/ Vibração
	2	Pó de cimento	Químico	Inalação/ Contato com a Pele/ Cegueira
	3	Aditivos	Químico	Respingo nos olhos, nariz, boca/ contato direto com as mãos
	4	Warig Blender - gal	Acidental e Físico	Lesões/ Ruídos
	5	Warig Blender - 1 L	Acidental e Físico	Lesões/ Ruídos
	6	Consistômetro atmosférico	Físico	Superfície do equipamento quente
	7	Hidróxido de Sódio	Químico	Corrosão

Fonte: Os autores

4.1.1 Periculosidades no laboratório de Cimentação

Foi observado que os Equipamentos de Proteção Individual (EPI) são utilizados pelos usuários somente durante o manuseio com os maquinários presentes no laboratório, ou seja, no transitar pelo ambiente não foi observado esse uso. Os processos mais perigosos que foram analisados no local estão relacionados ao manuseio de Óleo Mineral, as altas temperaturas e as altas pressões, conforme definidos na APR apresentada no apêndice, ilustrado no Quadro A13.

Durante a elaboração do quadro de Análise Preliminar de Riscos, foram indicados com mais detalhes os agentes considerados perigosos no laboratório estudado, mas com a finalidade de facilitar seu entendimento, estes podem ser divididos e exemplificados em Agentes Físicos, como ruídos e vibrações dos equipamentos, calor emitido pelas máquinas, altas pressões e Agentes Químicos, como reagente (ácido clorídrico e hidróxido de sódio).

Com relação aos níveis de ruídos e vibrações emitidos pelos equipamentos, não se notou nenhum Quadro grave que pudesse vir a desprezar a NR15, porém não foram utilizados aparelhos para tal comprovação.

Já com relação ao calor, as máquinas de cura podem chegar a temperaturas elevadas, na faixa de 50 a 100 graus (média usada no laboratório), e devido às altas temperaturas e ao espaço fechado do laboratório, deve-se verificar o IBUTG (médio) do ambiente, porém esse dado não é mensurado pelo laboratório, utilizando como justificativa a dispersão dos equipamentos e a não transmissão de calor do seu interior para o ambiente laboratorial. Verifica-se pelo anexo nº 13 da NR-15 que o uso do óleo mineral branco, que é reutilizado em diversas temperaturas nos equipamentos de cura, é considerado insalubre de grau máximo.

4.1.2 Periculosidades no laboratório de Biomassas

Os processos mais perigosos que foram analisados no local estão relacionados à utilização de objetos cortantes na marcenaria, conforme definidos na APR apresentada no apêndice, ilustrado no Quadro A14. É importante ressaltar também que o laboratório não apresenta tomadas de piso, então a conexão elétrica é feita por eletrocalhas no teto, levando as tomadas a ficarem penduradas, o que pode dificultar a movimentação dos operadores e causar possíveis acidentes.

Durante a elaboração do quadro de Análise Preliminar de Riscos, serão indicados em detalhes os agentes considerados perigosos no laboratório estudado, mas estes podem ser divididos em Agentes Físicos, como ruídos e vibrações dos equipamentos, corte ou esmagamento e Agentes Químicos, como solventes e tintas.

Com relação aos níveis de ruídos emitidos pelos equipamentos, o laboratório não apresenta controle do volume de decibéis gerado pelas máquinas, mas é importante notar que todos os funcionários sempre utilizam os protetores auriculares e que os equipamentos não costumam ser usados continuamente, por grandes períodos, não ferindo os limites de tolerância da NR 15.

4.2 Análise Preliminar de Riscos

Baseada nas definições de Análise Preliminar de Riscos, foram elaborados os Quadros A11 e A12 apresentados, referentes aos laboratórios de Cimentação e de Biomassas respectivamente.

4.3 FMEA

Como o FMEA normalmente aborda um sistema específico, para a realização deste trabalho foi escolhido o equipamento que se julgou possuir maior probabilidade de falha associado a um alto risco para as pessoas que trabalham no local. Deste modo, o equipamento a ser tratado pertence ao laboratório de Cimentação, e é denominado Consistômetro Pressurizado, Modelo 8340 da marca Chandler. Essa ferramenta é muito utilizada em geral para avaliação crítica de cimentação em poços de petróleo, pois seu funcionamento permite simular condições de pressão e temperaturas elevadas e testar misturas de cimento com aditivos e seu espessamento e comportamento. O quadro com a análise completa do FMEA deste equipamento encontra-se no Quadro A15.

4.4 Mapa de Riscos

Para a criação do Mapa de Riscos é necessário combinar os resultados dos itens 4.1, 4.2 e 4.3. Nas Figuras A2 e A3 tem-se representado o mapa de riscos do laboratório de Cimentação e de Biomassas, respectivamente. Para sua confecção utilizou-se como base principal os riscos listados no quadro da Análise Preliminar de Riscos.

4.5 Plano de ação

Para criar um plano de ação que ajude a diminuir os riscos de acidentes no laboratório, inicialmente é necessário identificar os maiores riscos mensurados, por critério de maiores danos. Para o laboratório de Cimentação, com a ajuda do Quadro A13, referente ao desenvolvimento do APR, foram identificados como os maiores riscos possíveis explosão, incêndio, e queimadura por superfícies quentes.

É recomendado que os laboratórios possuam um sistema de ventilação preparados para liberar a fumaça de um possível incêndio, visto que há pouca ventilação natural nos laboratórios, por se localizarem no subsolo. É indicado também que adquiram um kit de primeiros socorros e sejam oferecidos treinamentos para os funcionários sobre como utilizá-lo, já que um dos principais riscos dos laboratórios são cortes, lacerações e incêndios.

4.6 Rota de fuga

Nas Figuras A5 e A6 estão ilustradas as plantas com a rota de fuga elaboradas para os laboratórios de Cimentação e Biomassas, ambos localizados no subsolo. É preciso que esses mapas sejam claros para que não haja erros ou confusão na leitura, o que é comum em momentos de acidentes e a geração de pânico retarda a dispersão das pessoas do local.

4.7 Mapeamento do atendimento médico de emergência mais próximo.

Utilizando a ferramenta *Google Maps* foi possível inserir o endereço do NUMATS na barra de pesquisa e procurar pelos postos médicos mais próximos. O resultado foi o hospital universitário Clementino Fraga Filho (HU) com 3 km de distância do laboratório e cerca de 6 minutos de carro. Em seguida, os outros 2 hospitais mais próximos são o Hospital Federal de Bonsucesso (7,1 km de distância) e Hospital Balbino (8,4 km de distância).

5 Discussão

Seguindo o exemplo de Cruz (2022), para que fosse possível elaborar o trabalho realizaram-se visitas aos laboratórios em questão, a fim de recolher informações sobre a rotina, e principalmente dos equipamentos e ensaios feitos no local. Além disso, foi necessário entender as pessoas que tinham acesso aos laboratórios e quem poderia realizar os ensaios e manusear as matérias-primas. Esses dados possibilitaram a identificação dos pontos mais perigosos e necessários de atenção.

Os resultados obtidos no APR para o laboratório de Cimentação correspondem ao do laboratório de petróleo que Coimbra e Marques (2018) analisaram. Ou seja, os riscos que apresentaram maiores preocupações, tendo grau Crítico no quadro de classificação de risco (RAC), são os relacionados a produtos químicos, como o Hidróxido de sódio e óleo mineral.

De mesmo modo à Santos (2023), a APR foi utilizada para que fosse possível ter um panorama geral dos aspectos de segurança, tendo como base a descrição de todos os riscos identificados. Dessa maneira, a Análise de Preliminar de Riscos (APR) reconhece os responsáveis por desencadear eventos adversos (causa), bem como as repercussões decorrentes (efeito), possibilitando a criação de estratégias preventivas ou atenuantes para abordar as falhas potenciais identificadas.

Como resultado da aplicação da APR, conclui-se, similarmente a Andrade (2020), que ao empregar protocolos de segurança, normas padronizadas, utilização de Equipamentos de Proteção Individual (EPIs) e Equipamentos de Proteção Coletiva (EPCs), junto com métodos apropriados, torna-se viável converter uma área de risco em um ambiente que não represente ameaças à saúde e integridade física dos operadores de máquinas.

Além disso, ressalta-se que a supervisão e direcionamento dos usuários no que se refere à utilização apropriada de máquinas e ferramentas devem ser incorporados como uma prática compulsória no cotidiano. Adicionalmente, é preciso manter atualizado o

registro de manutenção das máquinas, prevenindo falhas técnicas e, por conseguinte, assegurando uma execução adequada e segura (ANDRADE, 2020).

Assim como Cruz (2022), foi utilizado o método FMEA na elaboração do artigo com o objetivo de reconhecer os impactos ambientais, causas e metodologias de controle existentes e elaborar uma documentação concisa com diretrizes operacionais. Diferentemente do autor, o método foi usado somente para um equipamento dos laboratórios, que foi escolhido devido ao maior grau de periculosidade. Seguindo o exemplo de Tondin, Dreger e Barbosa (2020), o tema principal da elaboração do FMEA foi um equipamento. As linhas do quadro são classificadas (diante de suas respectivas medições de severidade, detecção e ocorrência) para cada equipamento “significativo” que compõe a peça da análise do FMEA.

Avaliando a pesquisa de Silva *et al.* (2019), também foram classificados o índice de severidade, a probabilidade de ocorrência e os níveis de detecção, que compõem o índice RPN, utilizando a mesma pontuação de 1 até 10, de comum acordo com o que foi abordado neste trabalho, porém, as informações dos quadros divergiram nos outros tópicos, sendo alguns com nomenclaturas diferentes mas com aplicações similares, como por exemplo as colunas de modo de falha, efeito de falha e recomendações, que poderiam ser comparados com os itens de causa, efeito e controle utilizados por Silva *et al.* (2019).

A pesquisa de Silva *et al.* (2019) também aponta os benefícios decorrentes da aplicação do FMEA, sendo os principais citados o ranqueamento dos riscos e a análise qualitativa de suas consequências, facilitando assim a aplicação de medidas mitigadoras. O texto também explicita a necessidade da análise do *layout* e mapa de riscos do laboratório, para assim diagnosticar possíveis problemas de segurança e saúde do trabalho, buscando estabelecer medidas preventivas.

Ainda nesta análise (SILVA *et al.*,2019) foi apresentado em acordo com as ideias descritas neste trabalho a necessidade da realização contínua do FMEA, de maneira rotineira, sempre que houver alterações nos processos ou produtos do laboratório, mesmo depois das melhorias iniciais decorrentes da primeira aplicação do método terem sido realizadas.

Novamente abordando o estudo de Silva *et al.* (2019) foi citada ainda a falta de conhecimento por parte dos usuários como um dos principais motivos dos acidentes ocorridos no laboratório. Isso é um ponto que evidencia a necessidade da aplicação de cursos de capacitação periodicamente nos laboratórios conforme foi defendido neste artigo, visando diminuir a quantidade de colaboradores sem os conhecimentos necessários para realizar os processos definidos, em razão da alta rotatividade nos laboratórios universitários.

5.1 Mapa de risco

Em relação com os Mapas de Risco, assim como no presente artigo, Abrantes Júnior (2020), catalogou no laboratório de sua pesquisa quais eram as principais fontes geradoras de risco e as classificou conforme a categoria de risco (dentre acidentais, químicos, físicos e ergonômicos).

O mapa de risco e a rota de fuga são de extrema importância para facilitar o entendimento visual dos usuários no caso de uma situação de pânico. Comparando o mapa de risco elaborado com o de Silva *et al.* (2019), os resultados foram semelhantes, uma vez

que a simbologia é padronizada, sendo apenas o grau dos riscos - simbolizado por círculos de diferentes tamanhos - definido de acordo com a análise do responsável pela elaboração do mapa, sendo passível de desavenças caso seja elaborado por pessoas diferentes, mas que pode proporcionar uma análise interessante da perspectiva dos riscos de diferentes pessoas da equipe, servindo como uma boa base para definir o mapa de risco final, considerando a visão de cada um sobre o local.

Enfim, a elaboração da pesquisa possibilitou identificar dentre os laboratórios do NUMATS os que apresentavam maior probabilidade de acidentes. Como isso, seguiu-se a pesquisa com o laboratório de Cimentação e de Biomassas. Nesse trabalho foi feita uma análise dos espaços, operações e materiais envolvidos de forma que pudessem ser sinalizados os principais elementos de riscos e como se poderia mitigá-los. Aliado a isso, fez-se a sinalização correta do tempo de manutenção dos equipamentos e as medidas de segurança que devem ser tomadas ao manuseá-los.

Após a avaliação da metodologia utilizada para o desenvolvimento deste estudo de caso em comparação com outros estudos semelhantes, percebe-se que no geral, mesmo com alguns itens em disparidade, a conclusão final dos artigos foi semelhante, buscando a melhoria contínua e prezando pela segurança dos usuários do laboratório.

6 Considerações finais

A partir da análise desenvolvida neste artigo, pode-se concluir que há uma falta de métodos unificados que permitam aumentar a segurança ambiental e do trabalho nos laboratórios. Isso têm levado ao surgimento de situações perigosas que podem acarretar a ocorrência de incidentes ou acidentes nestes locais. Além disso, a negligência no cumprimento dos alinhamentos que os métodos recomendam também foi percebida como um fator relevante para a periculosidade dos locais.

Esta pesquisa permitiu o cumprimento dos objetivos traçados ao desenvolver uma metodologia de segurança padronizada para definir e mapear os riscos existentes nos laboratórios do NUMATS da UFRJ. No entanto, foram enfrentadas dificuldades com relação à medição do nível de ruído em decibéis, que não pode ser realizada devido à falta do equipamento apropriado, não possibilitando a conferência com a NR15. Além disso também não foi realizada a repetição do método para verificar se possíveis melhorias foram adotadas nos laboratórios. A implantação dos resultados obtidos neste artigo é fundamental para maior conscientização dos docentes e alunos, consequentemente aumentando as chances resolver sem pânico e com menores probabilidades de ocorrência de acidentes ou sinistros. A metodologia desenvolvida pode ser considerada facilmente replicável, pois explicita os passos a serem seguidos.

O método integrou três metodologias já existentes (Plano de Gerenciamento de Riscos, Análise Preliminar dos Riscos, e *Failure Mode and Effect Analysis*), para emitir cinco procedimentos úteis para o aumento da segurança, entre os que se encontram Mapas de Risco, Plano de Ação, Levantamento de Recursos Disponíveis, Rota de Fuga, e Mapa de Atendimento Médico.

Ao testar os métodos recomendados nos laboratórios de Cimentação e de Biomassa do NUMATS, foi emitida uma série de resultados de acordo com a metodologia proposta.

Com isso foram aprovadas as hipóteses apresentadas e respondidas as perguntas da pesquisa, afirmando a possibilidade de criar uma metodologia de segurança abrangente e facilmente implementada em qualquer momento, e que pode ser replicada para diferentes laboratórios.

A partir da aplicação de todas as metodologias mencionadas anteriormente, foi possível propor melhorias de um ponto de vista externo dos usuários frequentes do laboratório. Isso porque estes, por estarem acostumados com a rotina, muitas vezes ignoram os cuidados necessários que garantem a segurança e bem-estar dos usuários. Por fim, essa metodologia buscou simplificar o processo de avaliação de risco em laboratórios universitários, propondo um método unificado em prol da segurança.

Para futuras pesquisas é recomendado que, para verificar a taxa de sucesso na diminuição dos acidentes ocorridos, sejam contabilizados a quantidade de incidentes durante um período pré-determinado anterior à aplicação do sistema e a quantidade de incidentes em um período de mesma duração após a aplicação do sistema. Também, após obter os dados, deve ser feita a sua análise, de maneira que possa ser comparada a frequência e intensidade dos incidentes nos períodos distintos, verificando se houve diminuição conforme esperado.

Referências

ABRANTES JÚNIOR, João Bosco. **Elaboração de mapas de riscos para os laboratórios de geotecnia e materiais de construção e técnicas construtivas do IFPB campus Cajazeiras**. 2020. 51 f. Graduação em Engenharia Civil. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba, Cajazeiras, 2020.

ALFARTH, Alessandra; EYERKAUFERM, Marino Luiz; RENGEL, Rodrigo. **Elaboração do plano de gerenciamento de riscos corporativos a partir da estruturação e interpretação de fatores de risco do Interpretive Structural Modeling**. Revista de Contabilidade e Controladoria, v. 12, n. 1, p. 138-158, 2020. doi: 10.5380/rcc.v12i1.75373.

ALMEIDA, Guaracy Vieira de. **Incêndios em bibliotecas: estudo sobre os métodos de prevenção e combate ao fogo**. Monografia (Graduação em Biblioteconomia e Documentação). Instituto de Arte e Comunicação Social, Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2021. 66f.

AMARAL, Gabriel Coelho do; GOMES, Felipe Silva. **Evacuação em emergências nas escolas**. Distrito Federal: Corpo de Bombeiros Militar do Distrito Federal, 2019.

ANDRADE, Roneide Martins de. **Riscos de operação de máquinas e equipamentos em laboratórios da construção civil de uma instituição de ensino**. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba, Cajazeiras, 2020. 42f.

ARAÚJO, Artur Alves de. **Gestão de risco no setor público: Percepção do gerenciamento de riscos nas universidades federais**. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2019. 229f.

BHATTACHARJEE, Pushparenu; DEY, Vidyut; MANDAL, U. K. **Risk assessment by failure mode and effects analysis (FMEA) using an interval number based logistic regression model.** *Safety Science*, v. 132, 2020. doi: 10.1016/j.ssci.2020.104967.

BARBOSA, Frederico Celestino. **Engenharia de produção: Produtividade e competitividade.** 2. ed. Goiânia: Editora Conhecimento Livre, 2020. DOI: 10.29327/511762.

BATISTA, Raquel Dias. **Plano de Emergência Contra Incêndio de um Edifício.** Tese (Mestrado Integrado em Engenharia Civil) - Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, Portugal, 2009. 89f.

CAVALCANTE, Cleonice Andréa Alves *et al.* **Riscos Ocupacionais do Trabalho em Enfermagem: Uma Análise Contextual.** *Ciência, Cuidado e Saúde*, no. 1, Maringá, pp. 88–97, jan. 2006.

COIMBRA, Erik Kenes Silva; MARQUES, Charles Diniz Marques. **Utilização da ferramenta FMEA e APR para identificação e avaliação dos riscos em um laboratório de ensino de uma instituição de ensino superior.** Universidade Federal Rural do Semiárido, 2018. 13 f.

CRUZ, Pedro Henrique Ribeiro da. **Avaliação de impactos ambientais pelo método FMEA: o caso do Laboratório de Materiais de Construção do Campus do Sertão.** Trabalho de conclusão de curso (Graduação). Universidade Federal de Alagoas Campus do Sertão. Delmiro Gouveia, 2022. 61 f.

CUNHA, Luís Veiga. **Segurança Ambiental e Gestão dos Recursos Hídricos**, in 4º Congresso da Água, Lisboa: N 86° - 2ª Série, 23 – 27 Mar. 1998, pp27 – 50.

DANTAS, Marina Kolland; OLIVEIRA, Lilian Ribeiro; PASSADOR, Cláudia Souza. **Análise das políticas públicas ambientais e de saúde no Brasil: avanços, desafios e oportunidades.** *Revista de Administração, Contabilidade e Economia da Fundace*, v. 7, n. 3, 2016. DOI: <http://dx.doi.org/10.13059/racef.v7i3.399>

FIGURA JUNIOR, Paulo. **Plano de emergência em posto de combustível um estudo de caso.** 2017. 58 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Engenharia do Trabalho) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2017.

GOULART, Leonardo Salomão *et al.* **Work accidents and occupational risks identified in the mobile emergency service.** *Revista da Escola de Enfermagem*, vol. 54, pp. 1–8, 2020. DOI: 10.1590/S1980-220X2018056903603.

KORF, Eduardo Pavan; GOELLNER, Claud Ivan. **Diretrizes para elaboração de programas de gerenciamento de riscos de acidentes ambientais e ocupacionais (PGR) para aplicação em instalações industriais.** *Revista Gestão Industrial*, v. 07, n. 03, p. 60-74, out. 2011, DOI: 10.3895/s1808-04482011000300004.

MARTINS, Mylena Frigi. **Proposta de plano para gerenciamento dos riscos ocupacionais em um laboratório de uma instituição de ensino superior.** Trabalho de conclusão de curso (Graduação) - Universidade Federal de Santa Maria, Rio Grande do Sul, 2019.

MATTOS, Ubirajara A. de O.; FREITAS, Nilton Benedito B. **Mapa de risco no Brasil: as limitações da aplicabilidade de um modelo operário.** *Cadernos de Saúde Pública*, v. 10, p. 251-258, 1994.

OLIVEIRA, Ana Flávia. dez. 2023. **Segurança do Trabalho: entenda o que é e suas principais ações**. Disponível em: <https://beecorp.com.br/seguranca-do-trabalho/>. Acesso em: 23 jul. 2024.

OLIVEIRA, Marcos Alberto. **Saúde, segurança do trabalho e meio ambiente**: 2. ed. São Paulo: Editora Senac São Paulo, 2022.

PEINADO, Hugo Sefrian et al. **Segurança e saúde do trabalho na indústria da construção civil**. São Carlos: Editora Scienza, 2019. DOI: 10.26626/978-85-5953-048-3.2019B0001.

PEREIRA, Flávio Godinho; FIRME, Paulo Henrique Camargos; COTTA, João Paulo Vieira. **Plano de Ação de Emergência de barragens de mineração**: evolução, conceito e discussões. Territorium, n. 28 (I), p. 53-66, 2021. DOI: https://doi.org/10.14195/1647-7723_28-1_4

PINHEIRO, César Di Paula da Silva et al. **Análise preliminar de riscos (APR) aplicada às atividades desenvolvidas por trabalhadores do Complexo do Ver-O-Peso, Belém/PA**. Revista Brasileira de Planejamento e Desenvolvimento, v. 12, n. 1, p. 266-289, 2023.

PORTAL DA INDÚSTRIA. **Segurança e Saúde no Trabalho: tudo sobre as normas e leis**. Disponível em: <https://www.portaldaindustria.com.br/industria-de-a-z/seguranca-saude-trabalho/>. Acesso em: 22 Mai. 2022.

QIN, Jindong; XI, Yan; PEDRYCZ, Witold. **Failure mode and effects analysis (FMEA) for risk assessment based on interval type-2 fuzzy evidential reasoning method**. Applied Soft Computing, v. 89, 2020. Doi: 10.1016/j.asoc.2020.106134.

RAH, Jeong-Eun et al. **A comparison of two prospective risk analysis methods: Traditional FMEA and a modified healthcare FMEA**. Medical Physics, v. 43, n. 12, p. 6347-6353, 2016. doi: 10.1118/1.4966129.

RAICOVITCH, Juliana Amanda Rufine *et al.* **Elaboração e aplicação de um método para desenvolvimento do plano de segurança contra incêndio e pânico**, in X Encontro Internacional de Produção Científica, Maringá: UNICESUMAR, Oct. 2017, pp. 1–13.

SANTANA, Jhenefer Salles. **Implantação de rota de fuga em uma edificação de uso coletivo na região de Ariquemes-RO**: estudo de caso das condições de segurança na rota de fuga em uma boate. 2020. 56 f., il. Trabalho de conclusão de curso (Graduação) - Faculdade de Educação e Meio Ambiente. Ariquemes, 2020.

SANTOS, Geisiane Bárbara Inácio dos. **Proposta de intervenção pedagógica: Aplicação de um mapa de risco ambiental a partir de uma visita técnica**. 2024. Dissertação (Mestrado). Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba, Cabedelo, 2024.

SANTOS, Larissa Karolaine Ferreira dos. **Análise e gerenciamento de risco do laboratório de ensino de engenharia química (LEEQ) da Universidade Federal de Alagoas**. Trabalho de conclusão de curso (Graduação) - Universidade Federal de Alagoas. Maceió, 2023.

SEMPREBOM, Edson. **O uso do mapa de risco ocupacional como ferramenta do sistema de gestão da saúde e segurança do trabalhador**. 2014. 47 f. Tese (Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho) - Universidade do Extremo Sul Catarinense, Criciúma, 2014.

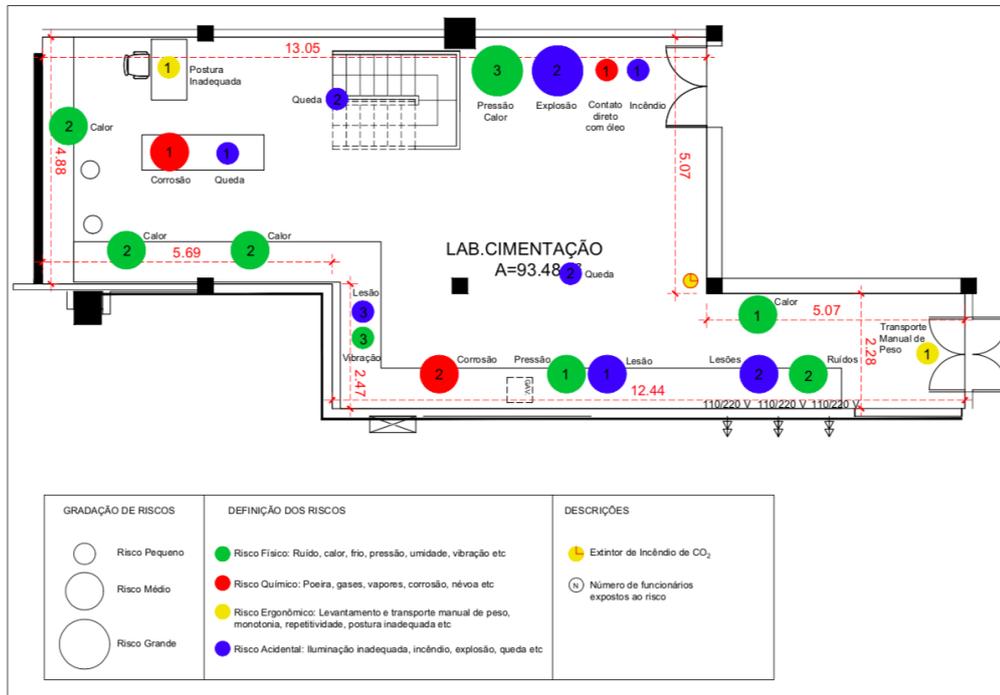
SILVA, Estela Vitória da Silva e *et. al.* **A utilização da metodologia FMEA e SLP para priorização de riscos ocupacionais: um estudo de caso realizado em um laboratório de**

pesquisa. Revista Gestão Industrial, v. 15, n. 03, p. 209-236, jul./set. 2019, DOI: 10.3895/gi.v15n3.10657.

TONDIN, Renata; DREGER, Ademir Anildo; BARBOSA, Luiz Antonio. **Melhoria no desenvolvimento de produto: uma aplicação da ferramenta FMEA.** Revista Espacios, v. 38, n. 06, p. 18, Ago. /Set. 2016.

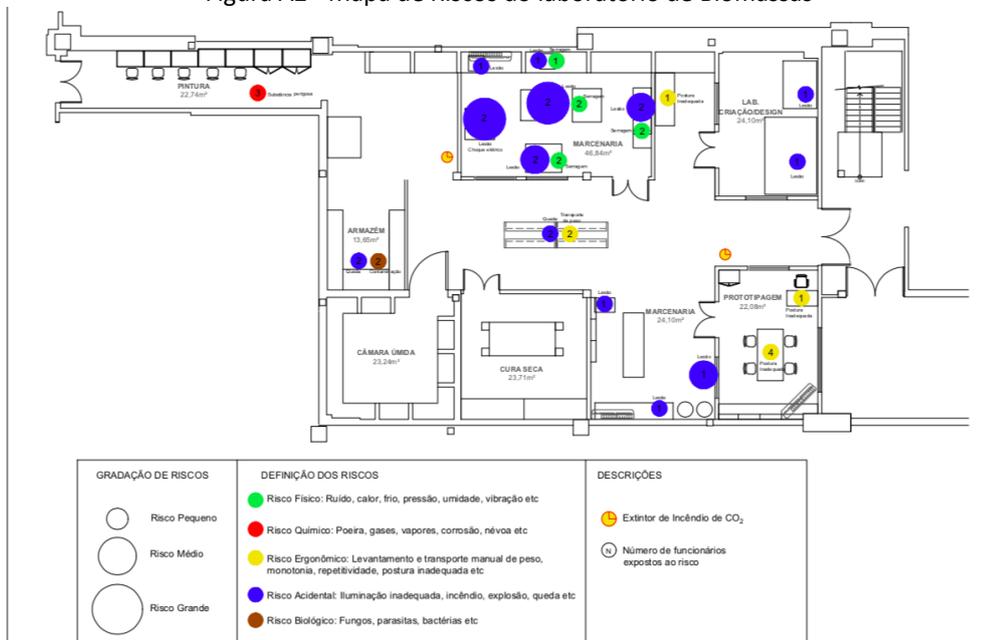
Apêndice

Figura A1 - Mapa de Riscos do laboratório de Cimentação



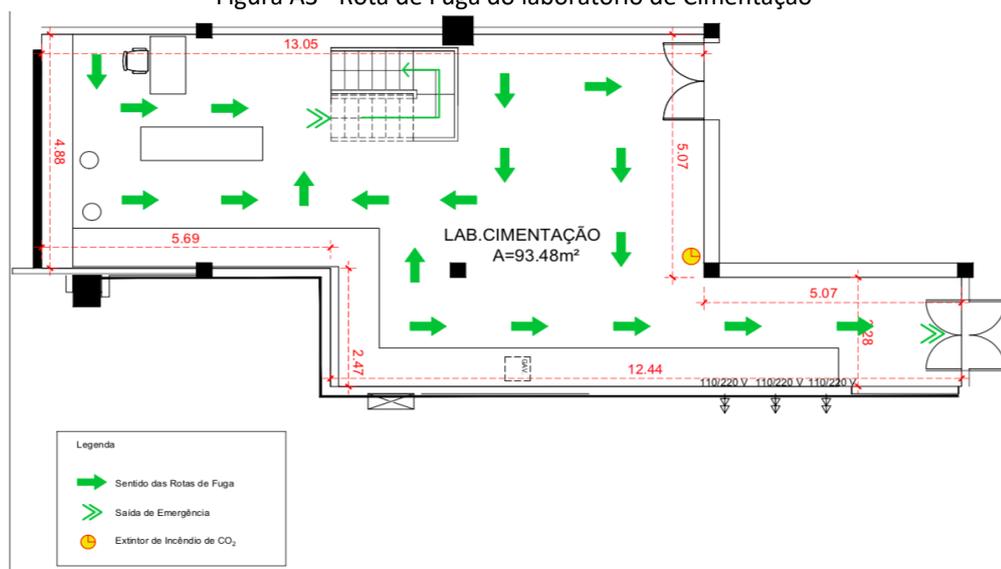
Fonte: Elaboração Própria

Figura A2 - Mapa de Riscos do laboratório de Biomassas



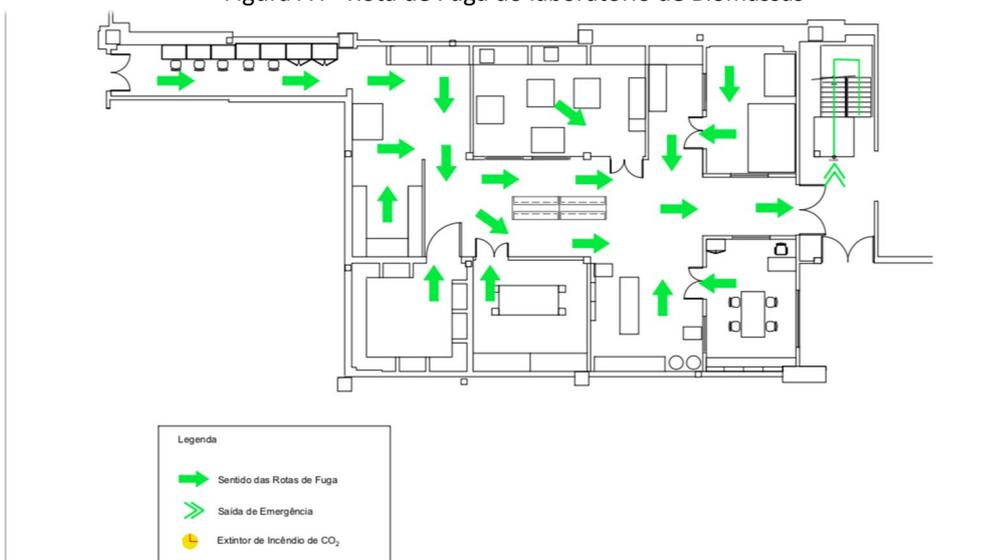
Fonte: Elaboração Própria

Figura A3 - Rota de Fuga do laboratório de Cimentação



Fonte: Elaboração Própria

Figura A4 - Rota de Fuga do laboratório de Biomassas



Fonte: Elaboração Própria

Quadro A1 - Índice de Severidade

Índice de severidade		
Classificação	Descrição	Valor atribuído
Catastrófico	Morte ou perda do sistema	1
Crítico	Ferimento, doença ocupacional ou dano ao sistema severos, falha grave no processo	2
Marginal	Com potencial para causar ferimentos ao pessoal, pequenos danos ao meio ambiente ou equipamentos/instrumentos. Redução significativa da produção. Impactos ambientais restritos ao local da instalação, controlável.	3
Negligenciável	Incidentes operacionais que podem causar indisposição ou mal-estar ao pessoal e danos insignificantes ao meio ambiente e equipamentos (facilmente reparáveis e de baixo custo). Sem impactos ambientais	4

Fonte: Adaptado de MIL-STD-882E [28]

Quadro A2 - Probabilidade de Ocorrência

Probabilidade de ocorrência		
Classificação	Descrição	Valor atribuído
Frequente	Provável que ocorra com frequência durante a vida útil do procedimento/item	A
Provável	Provável que ocorra algumas vezes durante a vida útil do procedimento/item	B
Ocasional	Provável que ocorra em algum momento da vida útil do procedimento/item	C
Remoto	Improvável, porém tem a possibilidade de ocorrer no tempo de vida útil do procedimento/item	D
Improvável	Improvável de forma que é possível considerar que não vá ocorrer no tempo de vida útil do procedimento/item	E

Fonte: Adaptado de MIL-STD-882E [28]

Quadro A3 - Probabilidade de Detecção

Probabilidade de detecção		
Classificação	Descrição	Valor atribuído
Rara	Detecção altamente improvável	5
Baixa	Baixa probabilidade de detecção	4
Moderada	Chances médias de detecção	3
Alta	Possui alta probabilidade de ser detectado	2
Muito Alta	Certamente será detectado	1

Fonte: Adaptado de MIL-STD-882E [28]

Quadro A4 - Categorias de Perigo

Frequência de Ocorrência	Categorias de Perigo			
	I - Catastrófico	II - Crítico	III - Marginal	IV - Negligenciável
(A) Frequente	1A	2A	3A	4A
(B) Provável	1B	2B	3B	4B
(C) Ocasional	1C	2C	3C	4C
(D) Remoto	1D	2D	3D	4D
(E) Improvável	1E	2E	3E	4E

Fonte: Adaptado de MIL-STD-882E [28]

Quadro A5 - Classificação de Risco

Classificação de risco (RAC)		
Classificação	Descrição	Grau
1A, 1B, 1C, 2A, 2B	Inaceitável, mudanças devem ser feitas	Alto
1D, 2C, 3A, 3B	Indesejável, fazer mudanças se possível	Sério
1E, 2D, 2E, 3C, 3D, 3E, 4A, 4B	Aceitável com revisão da gestão	Médio
4C, 4D, 4E	Aceitável sem revisões	Baixo

Fonte: Adaptado de MIL-STD-882E [28]

Quadro A6 - Índice de Severidade Ajustado

Índice de severidade		
Classificação	Descrição	Valor atribuído
Catastrófico	Morte ou perda do sistema	10
		9
Crítico	Ferimento, doença ocupacional ou dano ao sistema severos, falha grave no processo	8
		7
Marginal	Com potencial para causar ferimentos ao pessoal, pequenos danos ao meio ambiente ou equipamentos/instrumentos. Redução significativa da produção. Impactos ambientais restritos ao local da instalação, controlável.	6
		5
		4
Negligenciável	Incidentes operacionais que podem causar indisposição ou mal-estar ao pessoal e danos insignificantes ao meio ambiente e equipamentos (facilmente reparáveis e de baixo custo). Sem impactos ambientais	3
		2
		1

Fonte: Adaptado de MIL-STD-882E [28]

Quadro A7 - Probabilidade de Ocorrência Ajustada

Probabilidade de ocorrência		
Classificação	Descrição	Valor atribuído
Frequente	Provável que ocorra com frequência durante a vida útil do procedimento/item	10
		9
Provável	Provável que ocorra algumas vezes durante a vida útil do procedimento/item	8
		7
Ocasional	Provável que ocorra em algum momento da vida útil do procedimento/item	6
		5
		4
Remoto	Improvável, porém tem a possibilidade de ocorrer no tempo de vida útil do procedimento/item	3
		2
Improvável	Improvável de forma que é possível considerar que não vá ocorrer no tempo de vida útil do procedimento/item	1

Fonte: Adaptado de MIL-STD-882E [28]

Quadro A8 - Probabilidade de Detecção Ajustada

Probabilidade de detecção		
Classificação	Descrição	Valor atribuído
Rara	Detecção altamente improvável	10
	Muito improvável de ser detectada	9
Baixa	Remota probabilidade de detecção	8
	Pequena probabilidade de detecção	7
Moderada	Média probabilidade de detecção	6
	Razoável probabilidade de detecção	5
	Boa probabilidade de detecção	4
Alta	Grande probabilidade de ser detectada	3
	Detecção quase certa	2
Muito Alta	Detecção já certa/ Prevenção do erro	1

Fonte: Adaptado de MIL-STD-882E (USDOD,2012)

Quadro A9 - Listagem das máquinas do laboratório de Cimentação

Nome	Marca	Aplicação	Identificação
Consistômetro Pressurizado	Chandler	Determinação de tempo de espessamento	1
Câmara de Cura (água; 2 unid.)	Chandler	Cura de Corpos de Prova	2
Câmara de Cura (óleo)	Chandler	Cura de Corpos de Prova	3
Warig Blender (1 Gal)	Chandler	Preparação de PASTAS de cimento	4
Consistômetro Atmosférico (2 unid.)	Chandler	Condicionamento de PASTAS de cimento, e água normal	5
Warig Blender (1 L; 2 unid.)	Chandler	Preparação de PASTAS de cimento	6
Analisador de Pulso Ultrassônico UCA twin, com pressão e temperatura controladas	Chandler	Determinação contínua de Resistencia a Compressão	7
SGSA	Chandler	Determinação contínua de Resistencia a Compressão	8
Bomba Micrometrica	Quizix	Pressurização com precisão programável de células	9
Viscosímetro para pasta de Cimentação	Fann	Parâmetros Reológicos	10
Balança de lama Pressurizada	Chandler	Densidade da pasta de cimento e fluido de perfuração	11
Balança de lama Atm	Chandler	Densidade da pasta de cimento e fluido de perfuração	12
Funil Marsh	X	Viscosidade de fluido de Perfuração	13
Agulha de Vicat	Lidinel	Determinação da consistência normal, do tempo de início e tempo de fim de pega da pasta cimento.	14
Deonizador	Elzividros	obtenção de água deonizada	15
Placa de acrílico e troco de cone	x	Mini espalhamento	16
Banho de Cura (3 unid.)	Siemens	Cura de cimento em corpos de prova	17
Banho termostático	Julabo	Cura de cimento em corpos de prova	18
Argamassadeira 1 kg com velocidade controlada (3 unid.)	Metalúrgica Siemens	Preparação de PASTAS de cimento	19

Fonte: Elaboração Própria

Quadro A10 - Listagem das máquinas do laboratório de Biomassas

Nome	Marca	Aplicação	Identificação
Fresadora Cobra - CNC	GWEIKE	Recorte de materiais, entalhes, acabamentos adicionais e detalhes	1
Máquina de Corte a Laser Cobra - CNC	GWEIKE	Recorte de materiais, entalhes, acabamentos adicionais e detalhes	2
Serra Fita de Bancada móvel	MAKITA	Corte de madeira, polímeros e metais	3
Serra Circular	RAIMANN	Adaptada Para Corte em Bambu	4
Plaina Desempenadeira	INVICTA	Ajustar a espessura de uma peça de madeira	5
Plaina Desengrossadeira	MARAJÓ	Realizar acabamento e ajustes em peças de madeira	6
Plaina Desengrossadeira	MAKITA	Realizar acabamento e ajustes em peças de madeira	7
Calibrador	RAIMANN	Alisar superfícies de madeira	8
Lixa de Disco	Max Disc Sander	Moer e alisar superfícies de materiais de trabalho	9
Prensa de taliscas horizontais	RAIMANN	Manter juntas lâminas de madeira após colagem (Para lâminas de Bambu)	10
Serra de esquadria	BOSCH	Realizar cortes precisos em ângulos	11
Furadeira de Bancada	Schulz Pratika	Fazer furos com precisão	12
Triturador de Resíduos	FRAGMAQ	Processar materiais	13
Moinho de Facas SL	SOLAB	Moagem de amostras secas	14

Fonte: Elaboração Própria

Quadro A11 - APR do laboratório de Cimentação

Laboratório de Cimentação								
Setor	Nº	Item	Categoria de risco	Perigo	Causa	Efeito	RAC	Medida preventivas e mitigação
Área de preparação e condicionamento da pasta	1	Argamassa deira	Acidental/ Físico	Lesão nas mãos; Respingos de pasta nos olhos/ Vibração	Mãos em contato com pá (batedor) enquanto equipamento está ligado; Ligar a máquina com velocidade alta/ Contato com superfície ou equipamento em constante vibração	Machucados que podem comprometer a rotina de trabalho podendo deixar sequelas; Irritação ou inflamação dos olhos/ doenças ocupacionais como problemas cardiovasculares e musculares	3B	Colocação de protetor de acrílico ou rede de ferro vazada ao redor da cuba; Uso de óculos de proteção/ Uso de superfície amortecedora
	2	Pó de cimento	Químico	Inalação/ Contato com a Pele/ Cegueira	Manuseio do material sem proteção	Pneumoconioses (deposição, por inalação, de partículas sólidas nos pulmões) / Reações alérgicas, queimação e ressecamento da pele por conta da alcalinidade do material/ lesões na córnea	3B	Uso de máscara/ Uso de luvas, botas e calças compridas/ Uso de óculos
	3	Aditivos	Químico	Respingo nos olhos, nariz, boca/ contato direto com as mãos	Manuseio do material sem proteção	As lesões são claramente visíveis: vermelhidão (eritema), inchaço (edema), eczema, bolhas, fissuras e necrose do tecido e provoca a sensibilidade dos olhos, causando irritações conjuntivas, lesões graves e irreversíveis como a cegueira	3D	Uso de luvas, botas e calças compridas
	4	Warig Blender - gal	Acidental e Físico	Lesões/ Ruídos	Manuseio, com as mãos, dentro do recipiente com a máquina	Cortes e infecção pela entrada de pasta na ferida/	2D	Treinamento para lidar corretamente com o

				ligada/ Som emitido pela máquina ao ser acionada	prejuízo à audição		equipamento/ Uso de abafador de ruídos
5	Warig Blender - 1 L	Acidental e Físico	Lesões/ Ruídos	Manuseio, com as mãos, dentro do recipiente com a máquina ligada/ Som emitido pela máquina ao ser acionada	Cortes e infecção pela entrada de pasta na ferida/ prejuízo à audição	2D	Treinamento para lidar corretamente com o equipamento/ Uso de abafador de ruídos
6	Consistômetro atmosférico	Físico	Superfície do equipamento quente	Acionar o equipamento para efetuar um teste em temperaturas elevadas (até 90 graus)	Queimaduras na pele	3C	Uso de luvas de proteção e sinalizar região ao redor da máquina a fim de evitar contato desnecessário com sua superfície
7	Hidróxido de Sódio	Químico	Corrosão	Contato do material com a pele	Destruição dos tecidos da derme e quando nos olhos, pode levar a cegueira	2C	Utilização de Luvas, máscaras e óculos de proteção
8	Câmara de cura de água	Físico e Acidental	Superfície quente / Explosão por pressão	Acionar o equipamento para efetuar um teste em temperaturas elevadas / Pressão muito alta no equipamento	Queimaduras na pele/ Destruição de parte ou total do laboratório, podendo levar ao incêndio e ferimento de pessoas	3B /1C	Uso de luvas de proteção e sinalizar região ao redor da máquina a fim de evitar contato desnecessário com sua superfície/ Monitoramento da pressão, uso de disco de ruptura (segurança do equipamento que abre canal para ambiente aliviando a pressão interna da máquina)
9	Câmara de cura de óleo	Físico e Acidental	Superfície quente; queimadura com óleo / Não colocação do termômetro; explosão por pressão	Acionar o equipamento para efetuar um teste em temperaturas elevadas / Falha humana na colocação do termômetro; Pressão muito alta no equipamento	Queimaduras na pele/ Aquecimento acima da temperatura necessária; Destruição de parte ou total do laboratório, podendo levar ao incêndio e ferimento de pessoas	3B /1C	Manuseio com luvas de proteção/ O aparelho possui 2 termômetros, um do cilindro e outro que deve ser colocado com a amostra. Esse último, se não colocado não retrata a temperatura da máquina e essa

							continuará aquecendo progressivamente; Monitoramento da pressão e uso de disco de ruptura
	10	Consistômetro pressurizado	Físico e Acidental	Superfície quente ou queimadura com óleo / Não colocação do termômetro; retirada da amostra incorreta; Explosão por pressão	Acionar o equipamento para efetuar um teste em temperaturas elevadas / Falha humana na colocação do termômetro; falha humana na colocação do termômetro; Pressão muito alta no equipamento	Queimaduras na pele/ Aquecimento acima da temperatura necessária; Respingos de material quente no indivíduo; Destruição de parte ou total do laboratório, podendo levar ao incêndio e ferimento de pessoas	3B /1C Manuseio com luvas de proteção/ Colocação correta do termômetro para evitar aquecimento progressivo; esperar célula esfriar antes de abrir máquina para retirar o corpo de prova; Monitoramento da pressão e uso de disco de ruptura
	11	Óleo mineral	Químico e Acidental	Contato com os olhos; Contato com a pele; Inalação de seu vapor quente/ Derramamento de óleo no chão; incêndio	Falta de uso de EPI/ Recipientes furados ou erro humano; produto combustível	Irritação; alergia; acúmulo de gotas de óleo nos pulmões/ Queda de um funcionário; incêndio do laboratório podendo levar a mortes e explosão	2C/ 1C Uso adequado de EPI/ Isolamento do local do derramamento e rápida limpeza, conhecimentos que devem ser passados aos funcionários no treinamento
	12	Pasta de cimento	Químico	Dermatose ocupacional	Manuseio do material sem proteção	Reações alérgicas, queimação e ressecamento da pele por conta da alcalinidade do material	3B Uso de luvas, botas e calças compridas
Resistência à compressão	13	Pasta de cimento	Químico	Dermatose ocupacional	Manuseio do material sem proteção	Reações alérgicas, queimação e ressecamento da pele por conta da alcalinidade do material	3B Uso de luvas, botas e calças compridas
	14	Analizador de pulso ultrassônico	Acidental	Queda do equipamento	O usuário pode esbarrar no equipamento ou movê-lo inadequadamente	Hematomas no local atingido	3D Uso de EPI/ colocar avisos para não mover o equipamento

Bancada de deionizador	15	SGSA	Físico	Queimadura e pressão	Manuseio inadequado do equipamento/ pressões muito altas	Queimaduras na pele/ incêndio no laboratório	2C	Uso adequado do EPI/ Uso de EPC/ extintores/ sprinklers/ Treinamento do manuseio
	16	Bomba micrométrica	Acidental/Físico	Lesão e pressão	Manuseio inadequado e defeito no equipamento	Explosão e queda causando hematomas	4B/2C	Uso adequado do EPI/ Uso de EPC/ extintores/ sprinklers/ Treinamento do manuseio
	17	Deionizador	Acidental	Queda do galão	Posicionamento acima de superfície inadequada que possa levar a um tombamento	Levar a queda do usuário podendo causar alguma torção ou quebra de um membro	3D	Demarcação adequada da área de posicionamento de modo que não coincida com região de constante passagem de pessoas e, se posicionado acima de alguma bancada, certificar que esta aguenta seu peso e tenha tamanho adequado
Cura do corpo de prova	18	Banho de cura	Físico	Queimadura	Abertura da tampa ou manuseio inadequado	A abertura inadequada pode levar o vapor quente em contato com qualquer parte do corpo, inclusive os olhos	3B	Uso de EPI/ treinamento adequado para o uso do equipamento
	19	Banho termoestático	Físico	Queimadura	Toque na superfície quente	Pequenas queimaduras locais no usuário	3D	Uso de EPI
	20	Agulha de Vicat	Acidental	Queda	Posicionamento inadequado ou manuseio inadequado do equipamento	Lesão de alguma parte do corpo do usuário	4B	Treinamento de uso adequado do equipamento
	21	Corpo de prova	Acidental	Queda do corpo de prova	Manuseio inadequado do CP na hora de desmoldar ou durante os processos de ensaio	Hematomas na parte atingida pelo equipamento	3C	Treinamento de uso adequado e EPI
Área de limpeza	22	Ácido clorídrico	Químico	Respingo nos olhos, nariz, boca/ contato direto com as mãos	Manuseio inadequado do produto químico na hora de limpar algum equipamento	Destruição dos tecidos da derme e quando nos olhos, pode levar a cegueira	2C	Utilização de Luvas, máscaras e óculos de proteção

	23	Aditivos	Químico	Respingo nos olhos, nariz, boca/ contato direto com as mãos	Manuseio do material sem proteção	As lesões são claramente visíveis: vermelhidão (eritema), inchaço (edema), eczema, bolhas, fissuras e necrose do tecido e provoca a sensibilidade dos olhos, causando irritações conjuntivas, lesões graves e irreversíveis como a cegueira	3D	Uso de luvas, botas e calças compridas
	24	Pasta de cimento	Químico	Dermatose ocupacional	Manuseio do material sem proteção	Reações alérgicas, queimação e ressecamento da pele por conta da alcalinidade do material	3B	Uso de luvas, botas e calças compridas
	25	Óleo mineral	Químico e Acidental	Contato com os olhos; Contato com a pele; Inalação de seu vapor quente/ Derramamento de óleo no chão; incêndio	Falta de uso de EPI/ Recipientes furados ou erro humano; produto combustível	Irritação; alergia; acúmulo de gotas de óleo nos pulmões/ Queda de um funcionário; incêndio do laboratório podendo levar a mortes e explosão	2C/ 1C	Uso adequado de EPI/ Isolamento do local do derramamento e rápida limpeza, conhecimentos que devem ser passados aos funcionários no treinamento
	26	Hidróxido de sódio	Químico	Corrosão	Contato do material com a pele	Destruição dos tecidos da derme e quando nos olhos, pode levar a cegueira	2C	Utilização de Luvas, máscaras e óculos de proteção
Bancada	27	Mesa e Cadeira	Ergonômico	Hérnia, escoliose e dores musculares	Postura Inadequada de trabalho	Lesão em diversas partes da coluna vertebral e dos músculos relacionados	3A	Uso de cadeiras ergonômicas, mesa da altura dos braços
Recebimento de Material	28	Carrinho de transporte	Ergonômico	Hérnia, escoliose e dores musculares	Transporte de Peso	Lesão em diversas partes da coluna vertebral e dos músculos relacionados	3A	Aviso e treinamento adequado para o manuseio dos equipamentos do laboratório

Fonte: Elaboração Própria

Quadro A12 - APR do laboratório de Biomassas

Laboratório de Biomassas								
Setor	N°	Item	Categoria de risco	Perigo	Causa	Efeito	RAC	Medida preventivas e mitigação
Marcenaria	1	Serra Fita	Acidental	Corte e ferimentos graves	Erro de operação, falta de EPI, falha na trava de segurança, forçar a ferramenta manuseando materiais inadequados, emperramento devido a presença de detritos na lâmina	Podem ocorrer ferimentos de leves à graves, ou perda de dedos ou mão, se houver contato com a serra quando em atividade	3C	Utilização dos EPI's e realização das atividades sob supervisão do especialista
	2	Serra circular	Acidental e Físico	Corte, ferimentos graves ou amputação / Dano auditivos, problemas respiratórios	Acionamento da serra com materiais na bancada, erro de operação, arremesso de fragmentos, falta de lubrificação e empenamento gerando contragolpe, queimadura após encostar na lâmina instantes depois da operação, falta de uso de EPI	Podem ocorrer perda de membros se houver contato com a serra quando em atividade, danos permanentes à audição decorrentes da exposição prolongada à sons altos e problemas respiratórios pela inalação de serragem.	2C	Utilização dos EPI's necessários e manutenção prévia da máquina
	3	Platina Desempenadeira	Acidental e Físico	Corte, ferimentos graves ou amputação / Dano auditivos, problemas respiratórios	Erro de operação, utilização de vestimenta inadequada, emperramento devido a presença de detritos na lâmina/ Manuseio incorreto dos cabos elétricos/ Exposição prolongada e não utilização de EPI's	Podem ocorrer cortes se houver contato direto com a lâmina durante a operação, ou se alguma peça de roupa ficar presa, danos permanentes à audição decorrentes da exposição prolongada à sons altos e problemas respiratórios pela inalação de serragem.	2D	Utilização dos EPI's necessários e de vestuário adequado para a atividade.

4	Plaina Desengrossadeira	Acidental e Físico	Esmagamento ou amputação/ choque elétrico / Dano auditivos, problemas respiratórios	Erro de operação, utilização de vestimenta inadequada, emperramento devido a presença de detritos na lâmina/ Manuseio incorreto dos cabos elétricos / Exposição prolongada e não utilização de EPI's	Podem ocorrer fratura/esmagamento dos ossos ou perda dos membros se o operador entrar em contato direto com a lâmina da máquina, ou se seu braço e mão forem puxados pela máquina, decorrente de alguma peça de roupa ser agarrada, além de danos permanentes à audição decorrentes da exposição prolongada à sons altos e problemas respiratórios pela inalação de serragem.	2D	Utilização dos EPI's necessários e de vestuário adequado para a atividade.
5	Calibrador	Acidental e Físico	Esmagamento ou amputação/ choque elétrico / Dano auditivos, problemas respiratórios	Erro de operação, utilização de vestimenta inadequada / Manuseio incorreto dos cabos elétricos/ Exposição prolongada e não utilização de EPI's	Podem ocorrer fratura/esmagamento dos ossos ou abrasões se o operador entrar em contato direto com a lixa da máquina, ou se seu braço e mão forem puxados pela máquina, decorrente de alguma peça de roupa ser agarrada.	2D	Utilização dos EPI's necessários e de vestuário adequado para a atividade.
6	Lixa de disco	Acidental e Físico	Ferimento/ Problemas respiratórios	Erro de operação, manuseio do equipamento sem EPI/ Exposição prolongada	Podem ocorrer ferimentos e abrasões na pele dos operadores, caso haja contato direto com a lixa, além de problemas respiratórios consequentes da exposição prolongada e inalação da serragem.	3C	Utilização dos EPI's necessários

7	Serra de esquadria	Acidental e Físico	Corte ou amputação / Dano auditivos, problemas respiratórios	Falha no mecanismo de proteção da serra, erro de operação, base de fixação não estava firme, manuseio do equipamento sem EPI, corte ou rebote no manuseio de peças muito pequenas/ Exposição prolongada	Pode haver amputação de membros caso o operador posicione-se mal durante a operação, ou se o mecanismo de segurança falhar, além de danos permanentes à audição decorrentes da exposição prolongada à sons altos e problemas respiratórios pela inalação de serragem.	2D	Utilização dos EPI's necessários e dos sistemas de segurança da máquina de forma correta,
8	Furadeira de bancada	Acidental	Ferimento	Erro de operação, falta de EPI, forçar a ferramenta manuseando materiais inadequados, emperramento devido a presença de detritos, base de fixação não estava firme.	Pode haver ferimento, caso o operador posicione-se mal durante o uso do equipamento, ou decorrente de peças pequenas arremessadas durante uso.	3D	Utilização sempre em superfície plana e regular.
9	Triturador de resíduos	Acidental e Físico	Ferimentos / Choque elétrico	Sobrecarga do equipamento, utilização de vestimenta inadequada, manuseio incorreto do quadro de força	Pode haver ferimentos caso um fragmento dos bambus triturados seja arremessado durante o processo e atinja o operador. Há ainda o risco de choque elétrico, visto que a máquina opera com uma voltagem de 220V.	4D/3D	Evitar sobrecarga da máquina, com utilização de quantidade excessiva de material.
10	Moinho de Facas	Acidental	Ferimentos	Erro de operação, falta de uso de EPI, empenamento devido a presença de detritos	Pode haver ferimentos caso haja erro de manuseio do equipamento, a exemplo de inserir amostras sem o uso do pilão, inserindo dedos no moinho.	3D	Sempre utilizar os equipamentos auxiliares para inserir o material a ser triturado.

Pintura	11	Madeira	Acidental e Biológico	Ferimentos / Contaminação	Mal armazenamento e proliferação de microrganismos, queda do material;	Pode haver danos ao sistema respiratório caso os materiais armazenados não estejam secos o suficiente, causando proliferação de fungos, além de danos ergonômicos, caso o funcionário necessite mover peças excessivamente grandes sem auxílio.	4D	Utilização de um sistema de ventilação e desumidificação adequado, principalmente pelo fato do laboratório ser subterrâneo. Alocação dos materiais de maneira organizada e evitando grandes alturas.
	12	Ferramentas	Acidental	Ferimentos leves	Queda da ferramenta, erro de manuseio	Pode haver ferimentos leves caso haja mal manuseio das ferramentas.	3B	Utilização em superfícies planas e uniformes.
	13	Solvente	Químico	Respingo nos olhos, nariz, boca, contato direto com as mãos	Manuseio incorreto e falta de EPI	Pode haver danos ao sistema respiratório pela inalação de partículas e irritação da pele.	4C	Utilização de EPI's e vestimentas adequados, além de ventilação apropriada.
	14	Tinta	Químico	Respingo nos olhos, nariz, boca	Manuseio incorreto e falta de EPI	Pode haver danos ao sistema respiratório pela inalação de partículas e irritação da pele.	4C	Utilização de EPI's adequados, além de ventilação apropriada.
Armazenamento	15	Bambu	Acidental e Ergonômico	Ferimentos / Carregamento de peso	Queda do material, carregamento de peso elevado	Pode haver danos ergonômicos, caso o funcionário necessite mover peças excessivamente grandes sem auxílio.	4D	Utilização de um sistema de ventilação e desumidificação adequado, principalmente pelo fato do laboratório ser subterrâneo. Alocação dos materiais de maneira organizada e evitando grandes alturas.
Criação e design	16	Máquina de corte a Laser	Acidental	Ferimentos	Lesões aos olhos e a pele	Caso haja contato com o laser da máquina, podem ocorrer lesões e dano à vista do operador.	3D	Evitar contato direto com o laser

	17	Fresadora Cobra	Acidental	Ferimentos graves	Fixação incorreta da peça, velocidade de operação inadequada	Caso haja contato com a lâmina pode haver ferimentos, além de possível dano ao sistema respiratório pela inalação de serragem.	2D	Evitar utilização da peça em velocidade excessiva, diminuindo as chances de tombamento.
Prototipagem	18	Mesa e Cadeira	Ergonômico	Hérnia, escoliose e dores musculares	Postura Inadequada de trabalho	Lesão em diversas partes da coluna vertebral e dos músculos relacionados	3A	Uso de cadeiras ergométricas, mesa da altura dos braços

Fonte: Elaboração Própria

Quadro A13 - Quadro do FMEA para o Consistômetro Pressurizado

Tabela aplicada ao FMEA									
Sistema: Consistômetro Pressurizado									
Empresa: Laboratório de Cimentação									
Componente	Função do Componente	Modo de Falha	Efeito de falha no sistema ou componente	Ocorrência (O)	Deteção (D)	Severidade (S)	Risco NPR	Recomendações	Manutenção
Copo de pasta	Armazenar a pasta utilizada durante o experimento	Copo rachado; materiais estranhos	Alteração das propriedades da pasta devido ao mal armazenamento (densidade previsível de pasta, volume, viscosidade, resistência a compressão e tempo de espessamento)	5	4	3	60	Devem ser limpos e inspecionados minuciosamente após cada teste para garantir a operação adequada do consistômetro	Após cada teste
Mecanismo do potenciômetro	Medir o potencial elétrico no sistema	Fusível queimado; medidor não inicializado; queimado; mal-regulado	Pode acarretar na falha funcional do motor	3	8	4	96	O mecanismo do potenciômetro deve ser limpo após cada teste. Escovar com escova de náilon e sabão neutro a fim de retirar todos os sedimentos de cimento das molas e resistores. Após, enxaguar com água e colocar uma camada de óleo mineral na superfície do resistor e rolamentos a fim de evitar eventual	Mensal

								oxidação	
Acionamento Magnético	Rotacionar o copo de pasta a 150 +/- 15 rpm	Fusível queimado; material estranho; super aquecimento; calibração	O copo de pasta não será rotacionado na velocidade determinada	5	8	2	80	Deve ser lavada com água limpa ou óleo sempre que o cimento derramar no cilindro ou partículas contaminarem a unidade. A limpeza frequente do inversor é necessária quando testes de alta temperatura e alta pressão são executados. Também é necessário inspecionar o eixo magnético externo, rolamento de carbono, rolamento de bronze, anel de confiança entre outros	Mensal
Óleo	Proporcionar condições de maior pressão e temperatura para o experimento, ao invés de água, quando envolvendo o corpo de prova	Geração de resíduos devido a falta de uso que podem depositar nos componentes e alterar o funcionamento o padrão	Incerteza dos resultados obtidos devido a presença de sujeiras, pressões exageradas gerando explosão	3	5	7	105	O óleo mineral no reservatório deve ser drenado e substituído quando ficar sujo	3 meses
Prensa do cilindro Válvula de liberação	Abrir e fechar lentamente a válvula para liberar a pressão em incrementos evitará a ruptura do diafragma do copo de polpa	Falha de lubrificação das roscas; material estranho no anel de vedação; conexão excessivamente apertada	Não vai liberar a pressão dentro do recipiente, podendo causar explosão	6	9	9	486	Inspeccionar e substituir o anel de vedação no bujão do cilindro se houver cortes, danos ou partículas incrustadas. Se nenhuma dessas condições for observada, limpar o O-ring e a ranhura do plugue para remover partículas de cimento ou outros materiais estranhos e lubrifique o O-ring com uma leve película de graxa	Após cada teste

								ou óleo.	
Válvula de óleo para cilindro	Liberação do óleo para o experimento	Falha de lubrificação das roscas; material estranho no anel de vedação; conexão excessivamente apertada	Não vai liberar o óleo para a realização do experimento	3	3	2	18	Reposição da peça conforme recomendado em manual	6 meses
Válvula operadora a ar	Gerar pressão para os cilindros	Falha de lubrificação das roscas; material estranho no anel de vedação; conexão excessivamente apertada	Não será possível gerar a pressão hidráulica para realizar o procedimento	3	3	2	18	Substituição da haste, gaxeta, dispositivo de travamento da gaxeta, colocando-as com o torque necessário para o sistema funcionar conforme prescrito em manual	6 meses
Bomba	Gerar pressão necessária para o experimento	Bloqueio de ar na cavidade do pistão da bomba; contaminantes no corpo da válvula da bomba	Não será capaz de gerar pressão no interior do recipiente, devido ao bloqueio pode causar explosão	5	7	9	315	Corpo da válvula da bomba seja desmontado, limpo e reconstruído	Anualmente
Medidor de pressão	Verificar a pressão no interior do compartimento do ensaio	Fusível queimado; medidor não inicializado; queimado; mal regulado	Incerteza dos resultados devido a uma pressão real inferior a pressão informada, ou explosão do equipamento devido a uma pressão real superior a informada	6	5	3	90	Realizar a calibração periódica	Anualmente
Motor de ignição	Gerar a velocidade de rotação no copo de pasta	Fusível queimado, disjuntor principal desarmado	Indicação da velocidade errada no leitor, gerando incerteza dos resultados obtidos	2	3	3	18	A API exige que a velocidade seja verificada e mantida em 150 rpm +- 15 rpm. O parafuso de ajuste da velocidade do motor fica localizado na parte traseira do gabinete elétrico. Para esse teste, pode-se usar um tacômetro	3 meses

Controlador de temperatura Termopares (Pasta e Óleo)	Medir a temperatura do óleo no experimento	Sensor quebrado; falta de calibração; fusível queimado	Desvio de temperatura ocasionando perda da veracidade dos resultados obtidos no ensaio, erro de leitura nos termopares indicando uma temperatura diferente da aplicada, termômetro com defeito não indicando aumento de temperatura levando a uma possível explosão devido superaquecimento.	2	8	9	144	Calibração para garantir que o desvio de temperatura e as imprecisões resultantes do tempo e do uso sejam compensados para manter seu instrumento em conformidade com as especificações API	Anualmente
Cronômetro	Medir o tempo de realização do experimento	Fusível queimado; gravador não inicializado, falta de calibração	Não emitir o alarme sonoro que indica o final do tempo estipulado para realização do ensaio	3	7	4	84	A precisão deve ser verificada de acordo com as especificações da API	6 meses
Aquecedor	Elevar a temperatura do óleo para o ensaio	Sem tensão no aquecedor/fusível queimado; interruptor com falha; circuito aquecedor aberto; aquecedor em curto com o chão; SSR com defeito; nenhum sinal para o SSR do controlador; controlador com defeito, quebra de isolamento e vazamento de tensão	Devido a falha de isolamento a temperatura do aquecedor pode não ser a indicada, apresenta risco de choque elétrico e corrosão do cilindro no ponto de arco, superaquecimento da máquina	7	8	7	392	Inspecionar e testar quanto a quebra de isolamento e vazamento de tensão. Este procedimento requer o uso de equipamento de teste especializado	Anualmente
Reservatório	Armazenar o óleo	Material estranho; rachaduras	A falha na drenagem dos óleos no reservatório levando material contaminado para a realização do ensaio	5	4	3	60	Reservatório seja removido, limpo e lavado	Anualmente

Disco de ruptura	Componente de segurança que é acionado para interromper o sistema	Falta de calibração; disco já danificado; ausência do disco	Pode ocorrer sobrepressão ou superaquecimento do equipamento, levando a explosão ou incêndios	3	10	10	300	Reposição da peça conforme recomendado em manual	Anualmente
------------------	---	---	---	---	----	----	-----	--	------------

Fonte: Os autores



Gestão & Gerenciamento

APLICAÇÃO DE METODOLOGIAS ÁGEIS PARA MELHORAR EFICIÊNCIA NA CONSTRUÇÃO CIVIL: BENEFÍCIOS, DESAFIOS E LIÇÕES APRENDIDAS

*AGILE METHODOLOGIES TO IMPROVE EFFICIENCY IN CIVIL
CONSTRUCTION*

Fernanda Leal Rodolpho

Arquiteta e Urbanista; Pós-Graduada em Planejamento, Gestão e Controle de Obras Civis,
Rio de Janeiro, RJ, Brasil;

nandaleal8@gmail.com

Aluisio dos Santos Monteiro Junior

Mestre em Engenharia de Produção, Professor e Pesquisador do CEFET-RJ/UnedNI, Rio de
Janeiro, RJ, Brasil;

aluisio.junior@cefet-rj.br

Resumo

A construção civil, tradicionalmente gerida por métodos convencionais, enfrenta desafios para melhorar a eficiência, reduzir custos e elevar a qualidade dos projetos. Nos últimos anos, as metodologias ágeis, amplamente usadas no setor de tecnologia, começaram a ser implementadas na construção civil. Ferramentas como *Scrum*, *Lean Construction* e *Kanban* oferecem maior flexibilidade, colaboração entre as partes interessadas e entregas contínuas de valor, o que melhora a comunicação, facilita a identificação de problemas e acelera sua resolução. A origem das metodologias ágeis está no setor de software, com o objetivo de superar as limitações dos modelos tradicionais de gestão de projetos. Ao serem adaptadas para a construção civil, essas práticas mostram resultados positivos. O *Lean Construction*, por exemplo, visa eliminar desperdícios e maximizar o valor entregue, sendo um dos métodos mais utilizados no Brasil. Já o *Scrum* organiza o trabalho em ciclos menores, os sprints, o que permite acompanhamento incremental e ajustes contínuos. O *Kanban*, por sua vez, facilita a visualização do fluxo de trabalho, ajudando na distribuição eficiente de recursos e na identificação de gargalos. Este artigo explora o impacto das metodologias ágeis na construção civil, utilizando um estudo de caso de uma obra multifamiliar de grande porte. A implementação de *Kanban* e *Scrum*, com o objetivo de garantir a conclusão da obra dentro do prazo, foi essencial para coordenar as diversas frentes de trabalho, aumentar a eficiência e manter a qualidade. Ao final de setembro, 95% da obra estava concluída, indicando o sucesso da abordagem ágil. A experiência demonstrou que as metodologias ágeis podem ser adaptadas ao setor da construção civil, mesmo em estágios avançados de um projeto, proporcionando ganhos em termos de prazo, qualidade e satisfação do cliente.

Palavras-chaves: Metodologia ágeis; construção civil; gestão; eficiência.

Abstract

The construction industry, traditionally managed using conventional methods, faces challenges in improving efficiency, reducing costs and increasing the quality of projects. In recent years, agile methodologies, widely used in the technology sector, have begun to be implemented in the construction industry. Tools such as Scrum, Lean Construction and Kanban offer greater flexibility, collaboration between stakeholders and continuous delivery of value, which improves communication, facilitates the identification of problems and accelerates their resolution. The origin of agile methodologies is in the software sector, with the aim of overcoming the limitations of traditional project management models. When adapted to the construction industry, these practices show positive results. Lean Construction, for example, aims to eliminate waste and maximize the value delivered, and is one of the most widely used methods in Brazil. Scrum organizes work into smaller cycles, sprints, which allows for incremental monitoring and continuous adjustments. Kanban, in turn, facilitates the visualization of the workflow, helping in the efficient distribution of resources and the identification of bottlenecks. This article explores the impact of agile methodologies in the construction industry, using a case study of a large multi-family project. The implementation of Kanban and Scrum, with the aim of ensuring the completion of the project on time, was essential to coordinate the various work fronts, increase efficiency and maintain quality. By the end of September, 95% of the project was completed, indicating the success of the agile approach. The experience has shown that agile methodologies can be adapted to the construction industry, even in advanced stages of a project, providing gains in terms of deadline, quality and customer satisfaction.

Keywords: Agile methodology; construction; management; efficiency.

1 Introdução

A construção civil vem sendo conduzida por métodos estruturalmente rígidos de gestão e execução e desta maneira enfrenta desafios para melhorar a eficiência, diminuir custos e aumentar a qualidade de seus projetos. Visando uma alternativa inovadora para tentar transformar a gestão na construção civil, as metodologias ágeis, tem recebido espaço para sua implementação, assim como já é difundida no setor de software.

No setor da construção civil, podemos utilizar as metodologias ágeis como *Scrum* e *Lean Construction*, as quais possuem características de flexibilidade, colaboração ente stakeholders e entrega contínua de valores, permitindo uma comunicação eficaz entre todos e melhorando a identificação de problemas assim como sua resolução mais ágil.

Ao longo do tempo tem sido constatado, através de estudos, os benefícios da utilização dos métodos ágeis em acompanhamento dos processos na construção civil. Podemos considerar os benefícios sendo eles a redução nos prazos de entregas, melhoria na qualidade de execução, além de minimizar desperdícios e agregar valores, através dos métodos *Scrum* e *Lean Construction*.

Neste artigo, serão exploradas as metodologias ágeis que podem ser aplicadas na construção civil, analisando casos práticos, benefícios, desafios e estratégias de implementação. Através de estudo de caso, buscamos fornecer uma visão abrangente e atualizada sobre o potencial transformador dessas metodologias na gestão dentro da construção civil.

2 Desenvolvimento

2.1. Metodologia ágeis e seu início na construção civil

O surgimento das metodologias ágeis se deu entre o final do século 20 e início do século 21, com o intuito de solucionar as limitações dos métodos tradicionais de gestão de projetos, principalmente no setor de *software*.

Devido ao uso crescente e de sucesso dos métodos no desenvolvimento de softwares, demais setores mostraram interesse na utilização para aumentar a eficiência e melhor a gestão. No Brasil, a adoção dessas metodologias tem mostrado resultados promissores, um exemplo disto é a aplicação do *Lean Construction*, que adapta os princípios do *Lean Manufacturing* para o setor de construção, focando na eliminação de desperdícios e na maximização do valor (KOSKELA, 1992).

A Fundação Getúlio Vargas (FGV) relatou que a aplicação do *Lean Construction* em projetos de infraestrutura no Brasil levou a uma redução média de 20% nos custos e de 15% no tempo de execução das obras (FGV, 2020).

2.2. Aplicação das Metodologias Ágeis na Construção Civil

A aplicação de metodologias ágeis na construção civil envolve a adaptação de práticas originalmente desenvolvidas para o setor de software, como *Scrum*, *Lean Construction*, e *Kanban*, para o contexto específico de projetos de construção.

Essas práticas ajudam a melhorar a gestão de projetos, aumentar a eficiência, reduzir custos e responder rapidamente a mudanças. O *Scrum*, por exemplo, pode ser adaptado

para o ambiente de construção ao dividir grandes projetos em ciclos menores e iterativos chamados de sprints. Cada sprint resulta em um incremento funcional do projeto, o que facilita o acompanhamento do progresso e a realização de ajustes conforme necessário (SCHWABER; SUTHERLAND, 2017).

Segundo Silva e Almeida (2019), a aplicação de métodos ágeis na construção civil tem demonstrado resultados positivos em diversos projetos. Aqui estão alguns exemplos de sucesso:

- **Construção da Ponte sobre o Rio Grande:** Este projeto enfrentou desafios significativos devido à localização e às condições climáticas. A equipe utilizou uma abordagem ágil, dividindo o trabalho em sprints menores, o que permitiu adaptações rápidas e a conclusão do projeto dentro do prazo e orçamento¹.
- **Reforma de Rodovia em Minas Gerais:** Neste projeto, a metodologia ágil foi aplicada para coordenar diversas partes interessadas. A equipe dividiu as tarefas em partes menores, priorizando-as com base na urgência, resultando na conclusão antecipada do projeto¹.
- **Prédio 24 de Maio do SESC em São Paulo:** A construção deste edifício utilizou metodologias ágeis para melhorar a comunicação e a transparência entre os membros da equipe. Isso possibilitou uma resposta rápida às mudanças solicitadas, garantindo que o projeto fosse entregue no prazo e dentro do orçamento.

2.3. Principais Metodologias Ágeis Utilizadas na Construção Civil

A aplicação de metodologias ágeis na construção civil envolve a adaptação desenvolvidas para o setor de software, como *Scrum*, *Lean Construction*, e *Kanban*. O intuito da utilização dessas práticas são melhorar a gestão de projetos, aumentar a eficiência, reduzir custos e responder rapidamente a mudanças.

2.3.1. Lean Construction

Lean Construction é uma metodologia de gerenciamento de projetos baseada nos conceitos da produção enxuta (*Lean Manufacturing*), com o objetivo de maximizar o valor para o cliente e minimizar os desperdícios.

Essa abordagem destaca a eficiência dos processos, a cooperação entre as partes envolvidas e a melhoria contínua, visando diminuir o desperdício de tempo, materiais e esforços, buscando a elevação da qualidade e da produtividade dos empreendimentos de construção (KOSKELA, PERTTULA, 2018).

Os princípios da *Lean Construction*, segundo Koskela e Pertulla (2018), são:

- **Valor:** Compreender e definir o que é valor para o cliente, garantindo que todas as atividades estejam alinhadas para agregar esse valor.
- **Eliminação de Desperdícios:** Identificar e eliminar todas as atividades que não agregam valor ao processo, como retrabalho e excessos de estoque.
- **Fluxo Contínuo:** Criar um fluxo contínuo de trabalho, minimizando interrupções e melhorando a eficiência do processo.

- Produção Just-in-Time (JIT): Produzir apenas o necessário, no momento certo, reduzindo estoques e aumentando a eficiência.
- Perfeição: Buscar a melhoria contínua em todos os aspectos do processo de construção, promovendo uma cultura de aprendizado e adaptação.

2.3.2. Kanban

Trata-se de uma abordagem focada na visualização do fluxo de trabalho, na limitação do trabalho em progresso e na melhoria contínua. Originada no Sistema Toyota de Produção (STP), Kanban usa um quadro visual para ajudar equipes a gerenciar e otimizar o fluxo de tarefas. O quadro é dividido em colunas que representam diferentes estágios do processo, como "A Fazer", "Em Progresso" e "Concluído" (ANDERSON, 2010).

Os princípios do Kanban, segundo Pereira (2019), são:

- Visualizar o trabalho: Usar um quadro para tornar o trabalho visível e gerenciável.
- Limitar o trabalho em progresso (WIP): Definir limites para a quantidade de trabalho que pode estar em progresso em cada estágio.
- Gerenciar o fluxo: Monitorar e otimizar o fluxo de trabalho para melhorar a eficiência.
- Tornar as políticas explícitas: Estabelecer e comunicar claramente as regras e processos.
- Implementar loops de feedback: Utilizar reuniões regulares para revisar o progresso e discutir melhorias.
- Melhorar colaborativamente: Buscar a melhoria contínua através da análise e ajuste do processo. A figura 1 mostra um exemplo de quadro Kanban aplicado ao gerenciamento de projetos:

Figura 1 - Exemplo Quadro Kanban



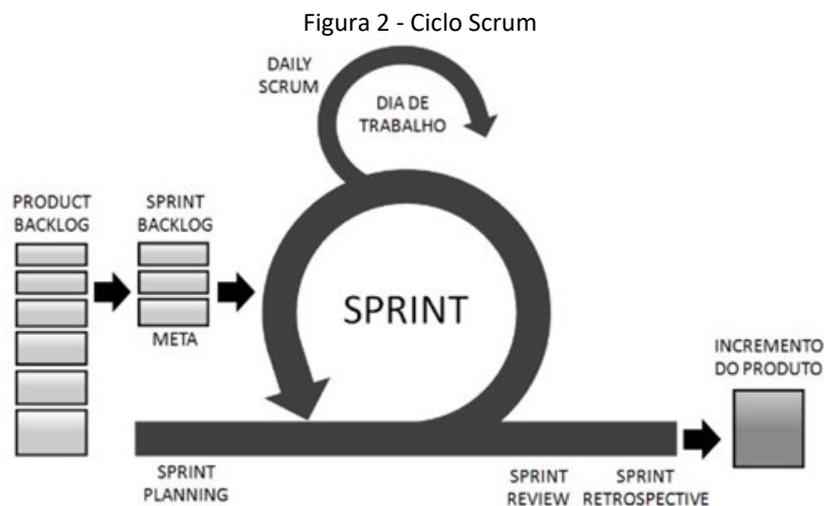
Fonte: SABINO, Roberto (2023)

2.3.3. Scrum

É uma metodologia ágil que estrutura em ciclos curtos e fixos chamados *sprints*, que costumam durar até quatro semanas. Dentro de cada *sprint*, equipes multidisciplinares

colaboram para concluir um conjunto definido de tarefas, resultando em incrementos funcionais do projeto. O Scrum é caracterizado por seus eventos regulares e papéis definidos (SCHWABER; SUTHERLAND, 2020). Segundo esses autores, o Scrum é composto por quatro eventos principais:

- Planejamento do Sprint (*Sprint Planning*): No início de cada sprint, a equipe se reúne para definir quais tarefas serão realizadas e criar um plano para alcançá-las.
- Reunião Diária (*Daily Scrum*): Reuniões curtas realizadas diariamente onde a equipe discute o progresso e os impedimentos.
- Revisão do Sprint (*Sprint Review*): No final de cada sprint, a equipe apresenta o trabalho concluído aos stakeholders e coleta feedback.
- Retrospectiva do Sprint (*Sprint Retrospective*): A equipe reflete sobre o sprint recém-concluído e discute melhorias para os próximos sprints.



Fonte: OLIVEIRA, Welliton (2019)

2.4. Benefícios da implementação das metodologias Ágeis na Construção Civil

A implementação das metodologias ágeis na construção civil traz uma série de benefícios que vem contribuindo para a melhoria da gestão de projetos. Entre esses benefícios estão a maior eficiência e produtividade, o melhor controle de custos, o aumento da qualidade e a maior satisfação do cliente.

A adoção das metodologias ágeis permite um maior controle sobre os custos dos projetos. A abordagem interativa e incremental facilita ajustes rápidos no escopo e no orçamento, conforme necessário. Além disso, a eliminação de desperdícios, promovida pelo *Lean Construction*, resulta em uma utilização mais eficiente dos recursos.

A entrega contínua de valor e o *feedback* constante dos stakeholders são princípios fundamentais das metodologias ágeis, que contribuem para o aumento da qualidade dos projetos. Inspeções e testes frequentes permitem a identificação e correção de falhas antes que se tornem problemas maiores. Esse envolvimento garante que as expectativas e necessidades dos clientes sejam atendidas ao longo do projeto, resultando em uma maior satisfação.

2.5. Desafios para implementação

A implementação das metodologias, embora benéfica, enfrenta desafios significativos devido à resistência à mudança, uma vez que a construção civil é um setor tradicionalmente acostumado a práticas convencionais e hierárquicas.

A formação de equipes multifuncionais e a necessidade de uma comunicação constante podem ser difíceis de alcançar sem um treinamento adequado e uma mudança cultural dentro das organizações (BARBOSA, 2017). No entanto, estratégias como a integração gradual de práticas ágeis, a formação contínua de equipes e o uso de ferramentas digitais para facilitar a comunicação e o gerenciamento de projetos podem ajudar a superar esses desafios (KOSKELA; PERTULLA, 2018).

A Tabela 1 mostra os benefícios e desafios da implementação das metodologias Ágeis na Construção Civil.

Tabela 1 - Benefícios e desafios das metodologias Ágeis na Construção Civil

Metodologia	Benefícios	Desafios	Fonte
Lean Construction	<ul style="list-style-type: none">• Redução De Desperdícios• Aumento Da Produtividade• Melhoria Na Qualidade Do Produto• Cumprimento De Prazos• Melhoria Contínua	<ul style="list-style-type: none">• Resistência À Mudança Cultural• Necessidade De Treinamento Contínuo• Complexidade Na Implementação	Silva & Almeida (2019).
Kanban	<ul style="list-style-type: none">• Visualização Do Fluxo De Trabalho• Limitação Do Trabalho Em Progresso (WIP)• Melhoria Na Comunicação E Colaboração• Flexibilidade No Gerenciamento De Tarefas	<ul style="list-style-type: none">• Dependência De Disciplina Na Equipe• Dificuldade Em Escalar Para Grandes Projetos	Pereira & Lima (2019)
Scrum	<ul style="list-style-type: none">• Entregas Incrementais E Frequentes• Melhoria Na Adaptação A Mudanças• Foco Na Colaboração Entre Equipes• Aumento Da Transparência E Feedback Contínuo	<ul style="list-style-type: none">• Necessidade De Comprometimento Da Equipe• Risco De Falta De Clareza Nos Papéis E Responsabilidades	Garcia & Mendes (2020)

Fonte: Silva & Almeida (2019); Pereira & Lima (2019); Garcia & Mendes (2020).

2.6. Lições Aprendidas na construção civil

As lições aprendidas com o uso dessas metodologias são valiosas, especialmente no que diz respeito à adaptação da construção civil aos métodos mais colaborativos e flexíveis.

Em comparação aos métodos tradicionais, as abordagens ágeis favorecem a entrega contínua de valor e ajudam a garantir o cumprimento de prazos de maneira mais eficaz.

A seguir, apresentamos uma tabela que sintetiza as principais lições aprendidas na aplicação das metodologias ágeis na construção civil. Baseada em estudos de diversos autores, a tabela destaca pontos cruciais e fatores que contribuem diretamente para o sucesso dos projetos.

Tabela 2 – Lições aprendidas na construção civil

Autor	Lições Aprendidas
Ballard, G. (2000)	O uso do <i>Lean Construction</i> para reduzir desperdícios e aumentar a eficiência no planejamento e execução de obras, evitando retrabalhos e promovendo entregas rápidas.
Koskela, L. (2018)	O princípio do controle contínuo e melhoria contínua de processos, enfatizando a importância de planejamento detalhado e ferramentas de controle como Kanban e Scrum.
Carvalho, M. M., Rabechini Jr., R. (2011)	A adoção de metodologias ágeis em obras para acelerar cronogramas sem comprometer a qualidade, sendo fundamentais na construção de grandes empreendimentos.
Melo, L. (2018)	Uso da metodologia <i>Scrum</i> na construção civil para organizar melhor as tarefas de equipe e melhorar a produtividade ao longo da obra.

Fonte: Ballard, G. (2000); Koskela, L. (2018); Carvalho, M. M., Rabechini Jr., R. (2011); Melo, L. (2018).

3. Estudo de Caso em Projeto de Construção Multifamiliar de Grande Porte

Este estudo de caso aborda um projeto de construção multifamiliar de grande porte, composto por 20 blocos e 400 unidades habitacionais. A obra, iniciada com um cronograma de execução bem definido, estava 80% concluída em maio de 2024. No entanto, devido a prazos contratuais rigorosos, havia a necessidade de finalizar o projeto até outubro de 2024, o que representava um desafio significativo para a equipe de gestão, dado o volume de trabalho ainda pendente e a complexidade da coordenação das atividades entre as diferentes frentes de serviço.

Com o objetivo de garantir o cumprimento do prazo e aumentar a eficiência operacional, foram implementadas as metodologias ágeis *Kanban* e *Scrum*. Essas ferramentas de gestão, geralmente associadas ao setor de tecnologia, foram adaptadas ao ambiente da construção civil, buscando melhorar a organização do trabalho, a comunicação entre as equipes e o acompanhamento do progresso das atividades. A introdução dessas metodologias foi fundamental para estruturar o fluxo de trabalho e alinhar a execução das tarefas às metas do projeto.

Garantir a conclusão do restante da obra em apenas cinco meses, mantendo a qualidade e atendendo às expectativas do cliente. Houve a necessidade de coordenar simultaneamente várias equipes multidisciplinares em diferentes estágios da obra, o que frequentemente gerava falta de alinhamento e atrasos. Além disso, o controle de qualidade e a mitigação de retrabalhos eram preocupações constantes, considerando o pouco tempo disponível para realizar correções sem comprometer o prazo final.

A pressão por cumprir o cronograma também impactava diretamente a produtividade, exigindo que a equipe buscasse soluções rápidas e eficientes para garantir a entrega do projeto com a qualidade esperada pelo cliente, sem comprometer o orçamento acordado. A introdução das metodologias ágeis visava enfrentar esses desafios, trazendo mais clareza e agilidade para o gerenciamento das atividades.

Para enfrentar esses desafios e garantir a conclusão do projeto dentro do prazo estipulado, as metodologias ágeis Kanban e Scrum foram adotadas da seguinte forma:

- *O Kanban foi utilizado para visualização e gestão do fluxo de trabalho no canteiro de obras. A equipe criou um quadro Kanban onde as diferentes fases da construção (execução de determinados serviços, solicitação de vistorias em órgãos e concessionárias até os tramites para seus aceites) eram representadas em colunas, e as tarefas eram movidas de uma coluna para outra à medida que progrediam. Isso permitiu uma visualização clara do andamento do projeto, identificando gargalos e distribuindo os recursos e esforços de forma eficiente. Além disso, o Kanban ajudou a limitar o trabalho em progresso, o que evitou sobrecargas nas equipes e melhorou a capacidade de resposta às demandas do projeto. A figura 3 mostra o modelo de quadro utilizado na obra:*

Figura 3 – Quadro de acompanhamento



Fonte: Elaborado pelo autor (2024)

- O Scrum foi implementado para organizar o trabalho em ciclos curtos e iterativos (sprints). Reuniões semanais, foram realizadas para monitorar o progresso, discutir

obstáculos e ajustar as prioridades, e teve papel crucial para garantir que as equipes mantivessem o foco no planejamento dos sprints e para facilitar a comunicação entre as partes envolvidas. O Gestor da obra e a responsável pelo Setor de Habite-se, representando os interesses do cliente, foram responsáveis por definir as prioridades de cada *sprint*, garantindo que as atividades de maior valor fossem realizadas primeiro. Com essa abordagem, foi possível otimizar a execução das tarefas, promover maior visibilidade do andamento do projeto, adaptar rapidamente a solução de problemas e cumprir os prazos estabelecidos com o cliente, alcançando a conclusão do projeto em outubro, conforme planejado.

A figura 4 mostra algumas partes da planilha utilizada nas reuniões para acompanhamento das reuniões semanais:

Figura 4 – Planilha utilizada nas reuniões

Município: Rio de Janeiro		INÍCIO DE OBRA: 01/10/2021		AMP: 95,60%		31/10/2024		
		TÉRMINO DE OBRA: 30/09/2024				09/10/2024		
Concessionárias	Status	Nº	Ação	Responsável	Previsão Data: 18/09/2024	Previsão Data: 25/09/2024	Previsão Data: 09/10/2024	Realizado
ESGOTO	N/A	1	AIO - Interno (ZO+ não é necessário)	Engenharia/ Executor				-
	Concluído	2	Execução rede	Engenharia				26/07/2024
	Concluído	3	Finalização da ETE	Engenharia				31/07/2024
	Concluído	4	Solicitar vistoria	Engenharia				19/09/2024
	Concluído	5	Realização Vistoria	Concessionária	09/10/2024	09/10/2024	09/10/2024	
	Em andamento	6	Recebimento da carta de aceite	Engenharia	24/10/2024	24/10/2024	24/10/2024	
GLP	Concluído	1	Início execução - ramal (infra/rede)	Engenharia				23/10/2023
	Concluído	2	Término execução - ramal (infra/rede)	Engenharia				20/02/2024
	Concluído	3	Início execução - supra (PI e Interno)	Engenharia				10/05/2024
	Em andamento	4	Conclusão supra (PI e Interno)	Engenharia	30/10/2024	30/10/2024	30/10/2024	
SMAC	Concluído	1	Juntar documentação (RIA, CDFs, Declarações e etc)	Habite-se				ok
	Concluído	2	Solicitar vistoria	Habite-se				05/09/2024
	Concluído	3	Vistoria SMAC	SMAC	24/09/2024	25/09/2024		25/09/2024
	Concluído	4	CMCC	Habite-se	26/10/2024	26/10/2024		04/10/2024
SMU	Concluído	1	Juntar documentação (restrições da licença)	Habite-se	09/10/2024	09/10/2024	04/10/2024	
	Concluído	2	Solicitar vistoria	Habite-se	11/10/2024	11/10/2024	16/10/2024	
	Em andamento	3	Vistoria do Urbanismo	SMU	03/11/2024	03/11/2024	21/10/2024	
	A iniciar	4	Certidão de Habite-se	Habite-se	08/11/2024	08/11/2024	31/10/2024	

Fonte: Elaborado pelo autor (2024)

Com a implementação das metodologias ágeis, o projeto progrediu de forma eficiente desde a sua reestruturação em maio/2024. No mês de setembro/2024, a obra já se encontrava 95% concluída, o que indica que a finalização total está em consonância com o prazo estipulado de início de outubro.

O uso dessas metodologias permitiu uma maior visibilidade e controle sobre as atividades, facilitando a identificação precoce de problemas e a tomada de decisões ágeis, o que foi crucial para manter o andamento conforme o planejado. A integração das equipes e o fluxo contínuo de trabalho foram aprimorados, resultando na conclusão de blocos inteiros dentro dos prazos intermediários estabelecidos, e o desperdício de materiais e tempo foi minimizado.

A previsão de término em outubro/2024 reforça o sucesso das metodologias aplicadas, demonstrando que mesmo em uma fase avançada do projeto, a adoção de práticas ágeis pode trazer resultados significativos em termos de cumprimento de prazos e eficiência na gestão de obras complexas.

Como *Lições Aprendidas* foram identificados os seguintes pontos:

- *Visualização clara do fluxo de trabalho:* foi evidente que a visualização clara do fluxo de trabalho, proporcionada pelo Kanban, facilitou a identificação de gargalos e permitiu uma gestão mais proativa dos recursos. Isso contribuiu para a melhoria da comunicação e do alinhamento entre as diversas equipes envolvidas, aumentando a transparência e reduzindo o tempo de resposta para a resolução de problemas.
- *O Scrum demonstrou ser altamente eficaz na divisão das tarefas em ciclos menores,* permitindo uma melhor priorização e foco nas atividades de maior valor. Os *sprints* possibilitaram uma entrega contínua de partes do projeto, mantendo a equipe motivada e comprometida com metas de curto prazo, o que foi essencial para o cumprimento do cronograma apertado.
- *A flexibilidade e adaptabilidade das metodologias ágeis,* que se mostraram eficientes mesmo em uma fase avançada da obra. A aplicação dessas práticas provou que é possível implementar novas abordagens de gestão, mesmo em estágios críticos de projetos, e ainda assim obter resultados significativos.
- *A importância da colaboração contínua entre as partes interessadas (equipe de gestão, trabalhadores, fornecedores e o cliente).* A integração dessas metodologias garantiu que todos estivessem alinhados em torno dos objetivos do projeto, o que minimizou erros e retrabalhos, aumentou a qualidade das entregas e, acima de tudo, assegurou a satisfação do cliente com o resultado.

Essas lições sugerem que o uso de metodologias ágeis, adaptadas à construção civil, pode ser uma solução eficaz para gerenciar projetos complexos e garantir a entrega dentro dos prazos e orçamentos estabelecidos, sem comprometer a qualidade do produto final.

4. Considerações Finais

A implementação das metodologias ágeis Kanban e Scrum em projetos de construção civil se mostrou uma solução eficiente para enfrentar desafios comuns, como a pressão por prazos curtos e a necessidade de coordenação de múltiplas frentes de trabalho. No caso estudado, a adoção dessas práticas permitiu à equipe lidar com a complexidade da obra, garantir visibilidade das atividades, além de promover uma gestão mais eficiente e transparente.

Com a utilização do Kanban, a visualização do fluxo de trabalho facilitou a identificação de gargalos e a distribuição otimizada de recursos. O Scrum possibilitou o acompanhamento contínuo e incremental do progresso, favorecendo a entrega de partes funcionais do projeto e mantendo a equipe engajada em metas de curto prazo. Essas metodologias foram fundamentais para atingir 95% de conclusão da obra em setembro/2024, com previsão de finalização em outubro/2024, conforme o cronograma inicialmente reestruturado.

As lições aprendidas com o uso de metodologias ágeis indicam que é possível adaptá-las com sucesso ao setor de construção, trazendo melhorias em termos de eficiência, gestão de prazos e satisfação do cliente. O estudo reforça que, mesmo em estágios avançados de um projeto, é possível introduzir práticas ágeis que geram impactos positivos significativos, criando uma nova perspectiva para a gestão de obras complexas na construção civil.

Como sugestão para pesquisas futuras, recomenda-se aplicação e investigação do *Lean Construction* e seus impactos em projetos da mesma natureza, visto que essa metodologia tem a finalidade de eliminar desperdícios, que são consideráveis em obras civis.

Referências

- ANDERSON, D. J., **Kanban: Successful Evolutionary Change for Your Technology Business**. 2010.
- BALLARD, G. **The Last Planner System of Production Control**. *University of Birmingham*, 2000.
- CARVALHO, M. M., RABECHINI Jr., R. **Fundamentals of Project Management: Best Practices**, 2011.
- FGV. Fundação Getúlio Vargas. **Aplicação do Lean Construction em Projetos de Infraestrutura no Brasil**, 2020.
- GARCIA, Felipe; MENDES, Ricardo. **Scrum in Construction: A Study of Agile Methodologies Applied to Building Projects**. *Journal of Construction Engineering and Management*, v. 146, n. 2, 2020. DOI: 10.1061/(ASCE)CO.1943
- KOSKELA, Lauri; PERTTULA, Jouni. **Lean Construction: A New Paradigm for Construction Management**. *Journal of Construction Engineering and Management*, v. 144, n. 2, 2018. DOI: 10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0001394.
- MELO, L. **Scrum: A Metodologia Ágil para a Construção Civil**. Porto Alegre: Bookman, 2018.
- OLIVEIRA, Welliton. **O que é scrum? Conceito, definições e etapas**, 2019. Disponível em: <https://evolvemp.com/o-que-e-scrum-conceito-definicoes-e-etapas/>. Acesso em: 08 out. 2024.
- PEREIRA, André; LIMA, Carlos. **Kanban: A Methodology for Continuous Improvement in Software Development**. *Journal of Software Engineering and Applications*, v. 12, n. 6, p. 243-256, 2019. DOI: 10.4236/jsea.2019.126015.
- SABINO, Roberto. **Kanban: o que é, o Método Kanban, principais conceitos e como funciona no dia a dia**, 2023. Disponível em: <https://www.alura.com.br/artigos/metodo-kanban>. Acesso em: 08 out. 2024.
- SCHWABER, K., SUTHERLAND, J. **O Guia do Scrum**, 2017.
- SCHWABER, K., SUTHERLAND, J., **The Scrum Guide: The Definitive Guide to Scrum: The Rules of the Game**, 2020.
- SILVA, João; ALMEIDA, Maria. **Agile Methodologies in Construction Projects: A Case Study Analysis**. *International Journal of Construction Management*, v. 19, n. 3, p. 234-245, 2019. DOI: 10.1080/15623599.2018.1456789.



Gestão & Gerenciamento

VIABILIDADE TÉCNICA FINANCEIRA ENTRE FUNDAÇÕES EM TALUDES COM SOLOS RUINS ATÉ 4 METROS

*TECHNICAL AND FINANCIAL VIABILITY BETWEEN FOUNDATIONS ON
SLOPES WITH RUINED SOILS UP TO 4 METERS*

Douglas Reis

Graduado em engenharia Civil; Universidade Federal Fluminense UFF; Niterói, RJ, Brasil;

douglasreiseng@gmail.com

Bruno Freitas de Azevedo

Mestre Em Gestão de Sistemas de Engenharia; Universidade Católica de Petrópolis,
Petrópolis, RJ, Brasil.

azevedo@cubogi.com.br

Resumo

Em uma cidade repleta de acidentes geológicos e de topografia bem irregular em grande parte da área do município da capital do Rio de Janeiro, as construções estão fadadas a encontrarem as dificuldades para a fixação das mesmas não somente nas regiões planas, como também nos maciços, que fazem desta a cidade maravilhosa. O entendimento de todos os dados do solo, regimentos legais para implantação nos planos diretores, bem como a definição do tipo de fundação a ser utilizada, condicionam as diversas opções existentes para as vindouras construções. Como apoio às decisões aos meandros dos projetos estão: o conhecimento das metodologias de execução e o estudo do custo de cada uma delas; que devem ser analisados e comparados, deliberando cada etapa e o quebra do cabeça que demonstrará o estudo da viabilidade técnico financeira do empreendimento, sendo a fundação um dos elementos mais perturbados pelas escolhas traçadas pelos profissionais, tudo isso reforçado pela presença de um talude no terreno no qual se pretende a construção.

Palavras-chaves: Fundação; Tubulão; Estaca Raiz; Talude; Declive.

Abstract

In a city full of geological accidents and very irregular topography in a large part of the area of the municipality of the capital of Rio de Janeiro, the constructions are bound to encounter difficulties for their fixation not only in the flat regions, but also in the massifs, which make this the wonderful city. The understanding of all soil data, legal regulations for implementation in master plans, as well as the definition of the type of foundation to be used, condition the various existing options for future constructions. As decision support to the intricacies of the projects are: knowledge of the execution methodologies and the study of the cost of each of them; which must be analyzed and compared, deliberating each stage and the puzzle that will demonstrate the study of the technical and financial feasibility of the enterprise, with the foundation being one of the elements most disturbed by the choices made by the professionals.

Key words: Foundation, tube; pile; slope; cost

1 Introdução

O Alto da Boa Vista é uma região conhecida pela sua rica vegetação e importância ecológica, tornando a proteção ambiental uma prioridade. O objetivo das regulamentações edilícias locais é minimizar o impacto ambiental, limitando o tamanho e o tipo de edifícios permitidos. Neste contexto, a construção, ainda que, unifamiliar deve ser cuidadosamente planejada, de forma a cumprir as normas ambientais, edilícias e ao mesmo tempo, oferecer aos seus moradores o conforto e funcionalidade requeridos para a arquitetura.

A construção de moradias unifamiliares em áreas urbanas com regulamentações ambientais rígidas, como no Alto da Boa Vista, no Rio de Janeiro, apresenta desafios únicos. As Zona de Preservação Paisagística e Ambiental (ZPPA) são áreas destinadas a proteger a paisagem e os recursos naturais. Para estas são identificadas restrições específicas impostas ao desenvolvimento urbano, pelo zoneamento da municipalidade.

A área em que se pretende construir é na região de imediatamente após o largo da usina, na Rua Ministro Viriato Vargas. Segundo Sardinha e Costa (SARDINHA, 2021) essa é uma região com formações geológicas bastante antigas, tendo as rochas idades em torno de 1,7 bilhões de anos. A cobertura vegetal e de solos, contudo, foi muito impactada por um histórico de manejo agrícola, da época do império, o qual, primeiramente em um processo

de severo desmatamento, promoveu a cultura cafeeira na região, provocando grande alteração da paisagem, promovendo solos rasos e instáveis, expondo ainda diversos fragmentos erosíveis. Posteriormente, com o declínio da cafeicultura local, esse mesmo império percebe a necessidade da recriação e manutenção dos mananciais e nascentes da região, para atender ao crescimento urbano que evoluía no Rio de Janeiro, com cenários de graves crises hídricas. Nos idos de 1840, inicia-se, então, o processo de reflorestamento da região, o que traz a característica de uma cobertura com presença de solos com grande matriz orgânica, colúvios e solos residuais.

A formação geológica e o caráter do talude passam a impor, portanto, dificuldade ainda superior, a um dos aspectos mais críticos na indústria da construção, o qual afeta diretamente a segurança, a vida útil e o custo do projeto, traduzido na escolha do método de fundação.

A investigação do solo, não somente da constituição granulométrica, através dos ensaios de precursão, com o uso de Standar Pentetretaiion Test (SPT) e análises táteis visuais trarão luz às escolhas do modo de construção a ser empregado e pesquisado.

Sem deixar de lado o olhar sobre o custo do projeto, afinal, como propaga (MATTOS, 2019), o conhecimento aprofundado dos planos e especificações das obras são pontos fundamentais para estabelecer o melhor modo de ataque à obra e seu orçamento, sendo ferramental de grande poder para o estudo de viabilidade das análises financeiras. O tratamento das informações dos custos encontrará nesse projeto a sustentação nas tabelas públicas de orçamento, das quais são expoentes o SINAPI, o ORSE, o SCO. Os estudos desses órgãos darão apoio no conhecimento das composições de custo e especificações a serem utilizadas para o tratamento do valor final de cada uma das opções das metodologias a serem comparadas para a fundação.

Em se falando de métodos, o primeiro a ser elencado é de estaqueamento do tipo raiz, as quais são elementos de classificação de fundação profunda, caracterizados pela sua capacidade de suportar cargas elevadas, em solos de baixa resistência. Este método é particularmente vantajoso em áreas urbanas densamente povoadas onde a vibração e o ruído devem ser minimizados. Durante a construção das estacas raiz, o terreno é perfurado e a argamassa de cunho estrutural é injetada sob alta pressão, o que permite a adaptação às diferentes condições geotécnicas e a superação de obstáculos presentes no subsolo.

Para os tubulões a céu aberto, outro método de fundações profundas, a terraplenagem é realizada manualmente, ou ainda por meio de maquinário, promovendo a escavação até a profundidade necessária ao assentamento das fundações. A utilização de anéis de concreto, como suportes e contenção do terreno, garante a estabilidade das paredes das cavas durante a escavação e a concretagem. Este método é adequado para solos coesos e não saturados, onde os trabalhadores suscitam as cavas ao longo da profundidade, podendo, conforme necessidade, desenvolver a ampliação da base para aumento das resistências.

Por sua vez, as estacas do tipo raiz oferecem maior flexibilidade em solos heterogêneos e são menos invasivas, enquanto os tubulões a céu aberto, com uso de anéis de concreto, podem ser mais econômicos em solos não saturados e permitir melhor controle visual durante a construção.

O objetivo deste estudo é fornecer uma base sólida para a seleção do método de fundação mais adequado para diferentes tipos de projetos, contribuindo assim para a otimização de recursos e a segurança da construção.

2 Desenvolvimento

Os capítulos seguintes tecerão o desenvolvimento do projeto, demonstrando as técnicas e metodologias utilizadas, além de restrições edilícias.

2.1 Restrições Edilícias

Conforme lei complementar 274 (RIO DE JANEIRO, 2024) a zona na qual está disposta a pretensa construção é o Alto da boa Vista, é a Zona Residencial Multifamiliar 1, margeada por uma ZCA Zona de Conservação Ambiental.

As restrições edilícias são grandes de forma que, segundo o Relatório de Informações Urbanísticas, extraído do sistema de navegação da prefeitura do Rio de Janeiro, indica que o lote se encontra acima dos 100m de altitude, Macrozona de Uso Sustentável, na Zona Residencial Multifamiliar ZRM1 D da AP 2.2. Os lotes mínimos devem ter 360 m² de área e testada mínima de 10 m (RIO DE JANEIRO, 2024).

Dos parâmetros de ocupação do solo, tem-se:

- a) Coeficiente de Aproveitamento Básico (CAB): 1,0;
- b) Coeficiente de Aproveitamento Máximo (CAM): 1,0;
- c) Taxa de Ocupação máxima (TO): 50 / 30 para os lotes acima de 1000m²;
- d) Afastamento Frontal (m): 3 m;
- e) Gabarito (afastado das divisas): 2 pav / 8m;
- f) Gabarito (não afastado das divisas): 2 pav / 8m;
- g) Coeficiente de Adensamento (Q): 180;
- h) Superfície Mínima Drenante (SMD): 20% da área livre mínima;
- i) Índice de Comércio e Serviços (ICS): 0,3 (0,3 do CAM);

Nesse contexto, observando a Lei complementar nº 274 (RIO DE JANEIRO 2024), a arquitetura se limitou ao estabelecimento de um imóvel de dois pavimentos. Um pavimento no nível térreo e outro abaixo. Sem que esses ultrapassem a altura de 11 metros, obtida pelo traçado imaginário de uma reta paralela à superfície do terreno.

O terreno escolhido para a construção, por sua vez, possui uma área total de 380 m², com isso, a superfície mínima drenante, com taxa de 20%, limitou o imóvel a ter uma área de projeção máxima no solo de 76,00m².

Os afastamentos ditaram valores de 5 metros de distância da testada frontal, o que nesse ponto direcionou a construção para o limite do patamar existente, antes do forte declive existente no terreno. Os afastamentos laterais obedeceram à normativa, perfazendo 2 metros de afastamento lateral. Já o afastamento de fundos não foi limitante da edificação, que se manteve no terço médio do terreno.

primos de investigação e o segundo momento, com novo proprietário como operador local e diante das novas propostas de projeto.

As investigações novas complementaram com dois furos no interior do terreno objeto de estudo e mais três furos em um terreno vizinho, cujo proprietário também tem intenção atual de construir. Esses furos feitos em conjunto, apesar de pesquisar o terreno vizinho, foram interessantes para o contexto do projeto.

Estes últimos furos, confirmaram as informações da primeira campanha, trazendo na primeira camada uma região de aterro, variando de um metro e sessenta até quatro metros e sessenta, seguida por um solo residual com espessura média de um metro e oitenta.

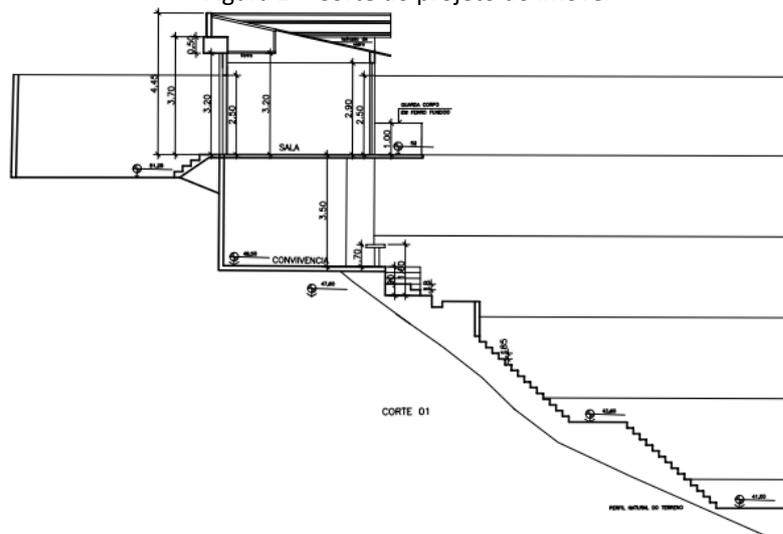
Aplicando a projeção da planta proposta do imóvel sobre o terreno possuído, podemos trazer os cortes e inserções da pretensa construção e sua interação com o solo.

Figura 1 – Planta baixa



Fonte: Projeto do autor, emitido em 2022.

Figura 2 – Corte do projeto do imóvel



Fonte: Projeto do autor, emitido em 2022.

2.3 Das Estruturas

Os dados abaixo foram desenvolvidos partir de um projeto específico, destinado a essa futura construção. O tema não será desenvolvido nesse documento, servindo, contudo, para as tratativas da fundação, a partir do mapa de carga, gerado pelo modelo desenvolvido.

Figura 3 – Mapa de cargas

Elem	FZ MAX-ELU2-Verificações de estado limite último - Pilares e fundações			MX MAX-ELU2-Verificações de estado limite último - Pilares e fundações			MY MAX-ELU2-Verificações de estado limite último - Pilares e fundações			FZ MIN-ELU2-Verificações de estado limite último - Pilares e fundações			MX MIN-ELU2-Verificações de estado limite último - Pilares e fundações			MY MIN-ELU2-Verificações de estado limite último - Pilares e fundações		
	Fz	Mx	My															
B1	14.5	0.2	0.7	13.4	0.2	1.2	13.4	0.2	1.2	13.0	0.2	1.2	14.1	0.1	0.6	14.1	0.1	0.6
B5	4.2	0.0	0.0	4.2	0.0	0.0	4.2	0.0	0.0	3.8	0.0	0.0	3.8	0.0	0.0	3.8	0.0	0.0
B6	13.4	0.0	0.0	11.2	0.0	0.0	13.4	0.0	0.0	11.2	0.0	0.0	13.4	0.0	0.0	11.2	0.0	0.0
B8	35.6	0.5	0.3	34.7	0.5	0.3	34.0	0.5	0.3	33.3	0.2	0.2	33.3	0.2	0.2	33.9	0.3	0.1
B10	34.3	0.5	0.3	33.5	0.6	0.3	33.2	0.5	0.4	32.0	0.2	0.2	32.0	0.2	0.2	32.3	0.3	0.2
B12	26.4	0.1	0.3	25.9	0.1	0.4	25.9	0.1	0.4	24.4	0.1	0.2	24.5	0.1	0.2	24.5	0.1	0.2
BC1	5.7	1.8	-0.3	5.7	1.8	-0.3	3.4	0.9	-0.2	3.4	0.9	-0.3	3.4	0.9	-0.3	5.7	1.8	-0.4
BC2	2.5	2.2	-0.4	2.4	2.2	-0.2	1.7	1.3	-0.1	1.7	1.3	-0.1	1.8	1.2	-0.2	2.5	2.2	-0.4
BC3	7.1	1.7	-0.4	6.2	2.6	-0.6	6.5	1.7	-0.3	5.6	2.6	-0.4	6.5	1.7	-0.3	6.2	2.6	-0.6
BC4	25.8	1.8	0.4	23.1	2.7	0.3	23.8	2.3	0.5	21.5	2.7	0.4	24.1	1.8	0.5	23.5	2.2	0.3
BC5	27.1	3.4	-0.2	27.0	3.6	-0.3	24.3	2.4	0.1	23.5	1.6	0.0	23.5	1.6	0.0	26.3	2.8	-0.3
BC6	6.8	2.6	-0.5	6.7	4.1	-0.9	6.7	1.9	-0.2	6.6	3.5	-0.6	6.7	1.9	-0.2	6.7	4.1	-0.9
BC7	19.1	1.8	1.2	11.9	6.1	-0.4	17.0	2.9	1.6	11.9	6.1	-0.4	19.1	1.8	1.2	14.0	5.0	-0.8
BC8	16.7	-0.3	1.4	16.0	-0.1	1.0	15.6	-0.5	2.2	15.0	-0.3	1.9	15.6	-0.5	2.2	16.0	-0.1	1.0
BC9	11.3	-0.4	1.6	10.6	-0.1	1.0	11.2	-0.5	2.1	10.6	-0.2	1.4	11.2	-0.5	2.1	10.6	-0.1	1.0
BC10	10.4	-0.1	1.4	9.4	0.3	1.7	9.0	0.0	2.4	8.6	0.2	2.3	9.5	-0.1	1.9	9.9	0.2	1.2
BC11	9.7	-0.4	2.7	7.4	0.0	1.4	9.7	-0.4	2.7	7.4	0.0	1.4	9.7	-0.4	2.7	7.4	0.0	1.4
BC12	19.5	6.6	2.7	19.5	7.1	2.9	19.5	7.1	2.9	16.6	2.9	1.3	16.6	2.9	1.3	16.6	2.9	1.3
BC13	7.2	1.5	2.9	5.5	1.9	2.7	7.2	1.5	2.9	4.9	1.4	1.5	6.6	0.9	1.6	4.9	1.4	1.5
Soma	297.5	23.6	14.0	274.3	33.7	10.7	279.8	21.9	18.9	255.2	23.4	10.3	275.5	13.9	13.8	270.1	25.7	5.3

Observações:
 =====
 1 - Os valores apresentados referem-se às reações nos apoios
 2 - Esforços com valores característicos
 3 - Forças em tf
 4 - Momentos em tm
 5 - Sistema de coordenadas GLOBAL
 6 - A força X positiva empurra o apoio da esquerda para a direita
 7 - O momento X positivo gira o apoio em torno do eixo X no sentido horário
 8 - A força Y positiva empurra em planta o apoio de baixo para cima
 9 - O momento Y positivo gira o apoio em torno do eixo Y no sentido horário
 10 - A força Z positiva empurra o apoio de cima para baixo
 11 - O momento Z positivo gira o apoio em torno do eixo Z no sentido horário
 12 - CA é a cota de arrasamento/ponta da ESTACA

Fonte: Arquivos do Autor, 2023.

2.4 Dos dimensionamentos das fundações em estacas

Optou-se por dividir os blocos em seis grupos, definidos também pelo seu tipo, nível e profundidades de suas estacas. Todas as estacas foram consideradas como estacas raiz, de diâmetro de 31 cm

Tabela 1 – Divisão por grupos da tabela de carga

Grupo	Bloco	Dimensões (Tfxm)	Nível de topo (m)	Profundidade (cm)
1	BC2; BC3; BC4; BC5; BC6; BC8; BC8; BC9; BC10; B12;	70 x 170 x 75	+47,95	475
2	BC 12	70 x 190 x 75	+47,95	475
3	B1	70 x 170 x 75	51,15	775
4	B6	70 x 170 x 75	46,35	335
5	BC1; BC13; B5	70 x 70 x 75	+47,95	475
6	BC7; B8; B10	140,4; 140,4; 140,4; 75 (bloco de três estacas)	+47,95	475

Fonte: Projeto próprio (2023)

2.5 Dos dimensionamentos das fundações em tubulão encamisado

Através da análise dos máximos e mínimos dos esforços de cada um dos grupos, foi estabelecida a tabela de referência, para os dimensionamentos dos tubulões. Indicado na NBR 6118 (ABNT, 2023), o coeficiente de ponderação do concreto de 2,2, uma vez que fora considerado o uso do concreto de 25 MPa. Abaixo, são extraídos os grupos e os esforços a serem majorados para o dimensionamento dos tubulões:

Tabela 2 – Máximos da tabela de carga por grupo

Grupo	Fz (Tf)	Mx (Tfxm)	My (Tfxm)
1	27,1	7,1	2,9
2	26,4	0,1	0,4
3	14,5	0,2	1,2
4	13,4	0	0
5	7,2	1,9	2,9
6	35,6	6,1	1,6

Fonte: Projeto próprio (2023)

Para o dimensionamento, tomou-se pelo mínimo do diâmetro do fuste o preconizado na norma regulamentadora nº 18 - NR 18 (BRASIL, 2020), no item 18.6.21, que define a necessidade de largura da escavação, superior a 80 cm, com exceções as quais não serão aplicadas.

Sendo assim, na sequência temos os diâmetros de cada grupo de tubulões.

Tabela 3 – Dimensões dos tubulões por grupo

Grupo	Diâmetro do fuste (cm)	Diâmetro da base (cm)
1	80	150
2	80	150
3	80	110
4	80	105
5	80	80
6	80	170

Fonte: Projeto próprio (2023)

2.6 Das definições dos custos

Em seu livro, Aldo Dorea Mattos (MATTOS, 2019), descreve a atividade de orçamentação como uma das principais áreas dos negócios da construção, não podendo ser esse um exercício de adivinhação, apesar de alguns parâmetros não poderem ser elencados

com exatidão. O orçamento carece de um aprofundamento no conhecimento do projeto, para que o profissional ou equipe envolvida na orçamentação gere um trabalho com alto grau de precisão.

Condição fundamental da elaboração do planejamento e do orçamento da obra foi a definição da estrutura analítica do projeto (EAP), como bem define o (PMI, 2017), sendo a EAP: “uma decomposição hierárquica orientada para entrega do trabalho a ser executado pela equipe”.

As comparações a serem diferenciadas nesse estudo estão no nível de execução das fundações. Pensando ainda na EAP, todos os pacotes de serviços que são afetados pelas diferenças das metodologias de execução estarão no centro da atenção desse estudo, ficando aqueles que não são amaneirados ao tema, excluídos do processo da análise, de forma a otimizar e focar o trabalho em curso.

Nesse ponto é importante citar, o apoio das composições públicas que serão utilizadas para as confrontações.

2.7 Dos custos com a metodologia de estacas

Nos cadernos técnicos de composições para estacas raiz (CAIXA, 2023) são descritas as duas composições a serem utilizadas neste estudo, uma vez que parte das mesmas estacas serão feitas com avanço na camada de rocha, enquanto o maior comprimento do fuste será executado em solo.

A primeira composição importante, nomeada por estaca raiz, diâmetro de 31 cm, perfurada em rocha (exclusive mobilização e desmobilização). af_03/2020_pa, atendendo pelo código 102650, é aquela que traz a perfuração de rocha, para a qual o projeto previu um metro de cravação.

Sua descrição, contida no caderno técnico do SINAPI (CAIXA, 2021), contempla nos itens e características os seguintes elementos:

- *Servente com encargos complementares: profissional que auxilia no posicionamento do equipamento, escavação, armação, concretagem e retirada do material escavado;*
- *Perfuratriz rotativa: utilizada para perfuração do solo;*
- *Bomba centrífuga: empregada na injeção de água para auxiliar na saída do material perfurado e fazer a limpeza do revestimento;*
- *Bomba Triplex: para injeção da argamassa de cimento e areia;*
- *Compressor de ar de baixa pressão: para aplicação de golpes de ar, possibilitando a penetração da argamassa no solo;*
- *Compressor de ar de alta pressão: utilizado para o funcionamento do martelo de fundo, para a perfuração de rocha ou matacão;*
- *Água: utilizada durante a perfuração do solo;*
- *Argamassa traço 1:1,93 (em volume de cimento e areia média úmida), fck de 20 MPa: empregada no preenchimento da estaca;*

- *Conjunto de tubos de aço segmentados, com rosca com diâmetro nominal de 310mm: utilizado na perfuração do solo; - Tubo de PVC e conexão: utilizados para injeção de argamassa;*
- *Aço CA 50, diâmetro de 20,0 mm: empregado na armadura longitudinal da estaca;*
- *Aço CA-50, diâmetro de 6,3 mm: utilizado em estribo contínuo helicoidal (armadura transversal);*
- *Arame recozido 18 BWG, 1,25 mm (0,01 kg/m);*
- *Engenheiro Pleno: profissional que fiscaliza e auxilia a equipe em todas as atividades de execução da estaca;*
- *Encarregado Geral: profissional que coordena e auxilia a equipe em todas as atividades de execução da estaca.*

Para os equipamentos, também conforme contido no caderno técnico do SINAPI (CAIXA, 2021), tem-se:

- *Perfuratriz rotativa sobre esteira, torque máximo de 2.500 kgf, motor a diesel, potência de 110 HP;*
- *Bomba centrífuga monoestágio, com motor elétrico monofásico, potência de 15 HP, diâmetro do rotor de 173 mm, hm/q de 30 mca/90 m³/h a 45 mca/55 m³/h;*
- *Misturador duplo horizontal de alta turbulência, capacidade/volume de 2 x 500 litros, motores elétricos com potências mínimas de 5 CV cada, para nata de cimento, argamassa e outros;*
- *Bomba Triplex, para injeção de nata de cimento e argamassa, vazão máxima de 100 litros/minuto, pressão máxima de 70 Bar;*
- *Compressor de ar com capacidade mínima de vazão de 10 pcm e pressão entre 6,9 e 9,7 Bar;*
- *Compressor de ar rebocável, descarga livre efetiva de 180pcm, pressão de trabalho de 102 psi e motor a diesel de 89CV.”*

Nessa composição, o custo segundo o custo médio nacional, Base SINAPI de janeiro de 2024, com atualização em março de 2024, teve valor de:

R\$ 395,79 /m (trezentos e noventa e cinco reais e setenta e nove centavos por metro)

Para a segunda composição, nomeada por “estaca raiz, diâmetro de 31 cm, sem presença de rocha (exclusive mobilização e desmobilização). af_03/2020”, atendendo pelo código 102646, aquela que traz a perfuração de rocha, na qual o projeto previu um metro de perfuração.

Sua descrição, contida no caderno técnico do SINAPI (CAIXA, 2021), contempla nos itens e características os seguintes elementos:

- *Servente com encargos complementares: profissional que auxilia no posicionamento do equipamento, escavação, armação, concretagem e retirada do material escavado;*
- *Perfuratriz rotativa: utilizada para perfuração do solo;*

- *Bomba centrífuga: empregada na injeção de água para auxiliar na saída do material perfurado e fazer a limpeza do revestimento;*
- *Bomba Triplex: para injeção da argamassa de cimento e areia;*
- *Compressor de ar de baixa pressão: para aplicação de golpes de ar, possibilitando a penetração da argamassa no solo;*
- *Água: utilizada durante a perfuração do solo; - Argamassa traço 1:1,93 (em volume de cimento e areia média úmida), fck de 20 MPa: empregada no preenchimento da estaca;*
- *Conjunto de tubos de aço segmentados, com rosca com diâmetro nominal de 310 mm: utilizado na perfuração do solo;*
- *Tubo de PVC e conexão: utilizados para injeção de argamassa;*
- *Aço CA 50, diâmetro de 20,0 mm: empregado na armadura longitudinal da estaca; - Aço CA-50, diâmetro de 6,3 mm: utilizado em estribo contínuo helicoidal (armadura transversal);*
- *Arame recozido 18 BWG, 1,25 mm (0,01 kg/m);*
- *Engenheiro Pleno: profissional que fiscaliza e auxilia a equipe em todas as atividades de execução da estaca;*
- *Encarregado Geral: profissional que coordena e auxilia a equipe em todas as atividades de execução da estaca.”*

Para os equipamentos, também conforme contido no caderno técnico do SINAPI (CAIXA, 2021), tem-se:

- *Perfuratriz rotativa sobre esteira, torque máximo de 2.500 kgf, motor a diesel, potência de 110 HP;*
- *Bomba centrífuga monoestágio, com motor elétrico monofásico, potência de 15 HP, diâmetro do rotor de 173 mm, hm/q de 30 mca/90 m³/h a 45 mca/55 m³/h;*
- *Misturador duplo horizontal de alta turbulência, capacidade/volume de 2 x 500 litros, motores elétricos com potências mínimas de 5 CV cada, para nata de cimento, argamassa e outros;*
- *Bomba Triplex, para injeção de nata de cimento e argamassa, vazão máxima de 100 litros/minuto, pressão máxima de 70 Bar;*
- *Compressor de ar com capacidade mínima de vazão de 10 pcm e pressão entre 6,9 e 9,7 Bar.”*

Nessa composição, segundo o custo médio nacional, base SINAPI de janeiro de 2024, com atualização em março de 2024, o custo unitário teve valor de:

R\$ 323,11 /m (trezentos e vinte e três reais e onze centavos por metro)

Sendo assim, diante do projeto para o local, a tabela abaixo aglutinará as informações do quantitativo de estacas:

Tabela 2 – Divisão por grupos da tabela de carga

Grupo	Blocos	Estacas	Profundidade (cm)	Estacas em solo (cm)	Estacas em Rocha (cm)
1	10	20	475	7500	2000
2	1	2	475	750	200
3	1	2	775	1300	200
4	1	2	335	470	200
5	3	3	475	1425	300
6	3	9	475	3375	300
Total				14.820	3.200

Fonte: Projeto próprio (2023)

Tomando-se o total de 148,20m (cento e quarenta e oito metros) de estaca em solo, aplicado sobre a composição de custo de R\$ 323,11 (trezentos e vinte e três reais, e onze centavos) por metro, o valor dessa linha, chega a R\$ 47.884,90 (quarenta e sete mil oitocentos e oitenta e quatro reais e noventa centavos).

Agora, quando computada a composição das estacas com presença de rocha, no valor unitário de R\$ 395,79 (trezentos e noventa e cinco reais e setenta e nove centavos) por metro, em 32 m de cravações nesse meio, tem-se o valor de R\$ 12.665,28 (doze mil seiscentos e sessenta e cinco reais e vinte e oito centavos).

Sendo assim, os valores obtidos para o total das estacas estão em R\$ 60.550,18 (sessenta mil quinhentos e cinquenta reais e dezoito centavos).

2.8 Dos custos com a metodologia de tubulões

Ao contrário das demais composições baseadas nos sumários da Caixa econômica, a composição de preços utilizada para os tubulões, teve sua consulta e uso a partir do Sistema de Custo de Obra (SCO-RIO, 2024), temos:

FD 05.25.0050 (B) - Tubulão com camisa de concreto armado com diâmetro de 1m. Fornecimento, preparo e colocação dos materiais para execução (concreto fck=18,5MPa para camisa e fck=15MPa para enchimento, forma curva, aço CA-50)

FD 05.25.0200 (B) - Tubulão com camisa de concreto armado com diâmetro de 1,2m. Fornecimento, preparo e colocação dos materiais (concreto fck=15MPa) para execução de base alargada.

Em se tratando do arrasamento, tem-se a composição: FD 05.40.0200 (B) Arrasamento de tubulão de concreto, com diâmetro acima de 80 cm.

Ainda sobre o pacote de serviços, para o alargamento da base, traz-se:

FD 04.25.0200 (B) - Tubulão com camisa de concreto armado com diâmetro de 1,2m. Fornecimento, preparo e colocação dos materiais (concreto $f_{ck}=15MPa$) para execução de base alargada. (desonerado)."

Tabela 2 – Divisão por grupos da tabela de carga

Grupo	Blocos	Profundidade (cm)	Diâmetro do fuste (cm)	Diâmetro da base (cm)	custo unit (R\$)	Subtotal (R\$)	Alargamento (m)	Subtotal (R\$)	Total (R\$)
1	10	4,75	0,8	1,5	1.188,00	56.430,00	0,442572	2.726,57	59.156,57
2	1	4,75	0,8	1,5	1.188,00	5.643,00	0,442572	272,66	5.915,66
3	1	7,75	0,8	1,1	1.188,00	9.207,00	0,067152	116,85	9.323,85
4	1	3,35	0,8	1,05	1.188,00	3.979,80	0,045406	97,38	4.077,18
5	3	4,75	0,8	0	1.188,00	16.929,00	0,201062	934,82	15.994,18
6	3	4,75	0,8	1,7	1.188,00	16.929,00	0,795216	1.051,68	17.980,68
Total									112.448,11

Fonte: Projeto próprio (2023)

Sendo assim, restou demonstrado que o custo de execução dos tubulões está na ordem de R\$ 112.448,11 (cento e doze mil quatrocentos e quarenta e oito reais e onze centavos).

3 Considerações finais

Os cenários traçados ao longo desse trabalho expuseram as dificuldades construtivas que serão estabelecidas, especialmente no que tange a escolha da fundação do pretenso imóvel.

As condições geológicas da região foram moldadas pelos fenômenos físicos e químicos, associados ao uso da superfície do solo, ao longo de todo o período de avanço da cidade sobre a vegetação original e sua posterior retratação, com a criação da floresta da Tijuca.

A partir das análises do solo com os diversos ensaios aplicados, chegou-se a duas possibilidades mais bem indicadas ao processo de fixação da vindoura construção ao maciço, sendo a primeira delas à estaca do tipo raiz e o segundo o tubulão.

Houve, então, a aplicação dos chamados pacotes de trabalho, nos itens mais dispare de estrutura analítica de custos do projeto, dentre todos aqueles que definiriam as previsões do empreendimento. Baseado em coletâneas públicas e seus cadernos técnicos de composição, os valores ali preconizados foram multiplicados pelos quantitativos encontrados para a obra. Cabe salientar que haveria ainda alguns elementos que trariam diferenças de custo, contudo, como uma proporção pequena entre os blocos de coroamento, a partir dos quais as diferenças de projeto não mais se fariam representáveis.

Por fim, a divergência de valores entre os dois métodos, o de estaca raiz com custo para esse elemento na ordem de R\$ 60.550,18 (sessenta mil quinhentos e cinquenta reais e dezoito centavos), e o custo do pacote de serviço dos tubulões restando no montante de R\$ 112.448,11 (cento e doze mil quatrocentos e quarenta e oito reais e onze centavos), demonstrou uma diferença considerável entre as metodologias, sendo a mais dispendiosa 85% superior, definindo de forma cabal que o melhor caminho a ser seguido para o projeto e execução da obra, seria o uso das estacas do tipo raiz.

Referências

- ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 6122: Projeto e execução de fundações**. Rio de Janeiro, 2022.
- ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 6484: Solo - Sondagens de simples reconhecimento com SPT - Método de ensaio**. Rio de Janeiro, 2020.
- ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 6118: Projeto de estruturas de concreto**. Rio de Janeiro, 2024.
- BRASIL. Ministério da Economia. **NR 18 – Condições de segurança e saúde no trabalho na indústria da construção**. Brasília: Ministério do Trabalho e Emprego, 2020.
- CAIXA. Caixa Econômica Federal. **SINAPI: Metodologias e Conceitos: Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil / Caixa Econômica Federal**. – 10ª Ed. – Brasília: CAIXA, 2024
- CAIXA. Caixa Econômica Federal. **Sumário de Publicações**. SINAPI - Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil, 2023. https://www.caixa.gov.br/Downloads/sinapi-composicoes-aferidas-sumario-composicoes-aferidas/SUMARIO_DE_PUBLICACOES_E_DOCUMENTACAO_DO_SINAPI.pdf acessado em set 2024.
- MATTOS, Aldo Dórea. **Como Preparar Orçamentos de Obras**., Editora Oficina de Textos, São Paulo, 3ª edição, 2019.
- PMI. Project Management Institute. **Um guia do conhecimento em gerenciamento de projetos**. Guia PMBOK® 6a. ed. EUA. 2017.
- RIO DE JANEIRO, Prefeitura. **Lei Complementar Nº 274 de 17 de julho de 2024**. Rio de Janeiro, 2024.
- SARDINHA, Thalyta Shely Souza; COSTA, Alexander Josef Sá Tobias. **O maciço da Tijuca pela perspectiva histórica: seus usos e impactos**. ed. Goiania: Atlas, 2021
- SCO – RIO. **Sistema de Custos para Obras e Serviços de Engenharia**, Rio de Janeiro, 2023
- SIQUEIRA, Andréa Espinola et al. **Guia de Campo do Parque Nacional da Tijuca Rio de Janeiro**: UERJ/ IBRAG, 2013.



Gestão & Gerenciamento

COLABORAÇÃO EM PARCERIAS PÚBLICO-PRIVADAS DE NATUREZA FILANTRÓPICAS PARA INOVAÇÃO: DESAFIOS E ESTRATÉGIAS PARA A GESTÃO DE PROJETOS DE PD&I NO BRASIL

*COLLABORATION IN PUBLIC-PRIVATE AND PHILANTHROPIC
PARTNERSHIPS FOR INNOVATION: CHALLENGES AND STRATEGIES
FOR MANAGING R&D PROJECTS IN BRAZIL*

Priscilla Coelho Oliveira Penna

Especialista em administração de empresas; NPPG/Poli/UFRJ, Rio de Janeiro, RJ, Brasil

pennapriscilla@gmail.com

Valdemir Jorge de Souto Batista

Mestre e Graduado em Direito pela UFJF; SENAI CETIQT, Rio de Janeiro, RJ, Brasil

valdemir.souto@direito.ufjf.br

Resumo

Este artigo examina a colaboração nas parcerias público-privadas (PPPs) no contexto da pesquisa e desenvolvimento (PD&I) no Brasil, com foco na integração dos setores público, privado, a partir do recorte filantrópico. O conceito de inovação aberta, proposto por Chesbrough (2003), é abordado como uma estratégia fundamental para fomentar a inovação, ao permitir que universidades, empresas e governos compartilhem recursos e conhecimentos. A análise inclui o papel de grandes fundações filantrópicas, como a Bill & Melinda Gates Foundation, no financiamento de projetos de alto risco e de longo prazo, e o impacto dessas iniciativas na promoção da inovação. Também são exploradas iniciativas brasileiras, como o Ambiente Temático Catalisador de Inovação (ATCI), desenvolvido na UFMG, que busca formalizar a colaboração entre academia e setor privado. O artigo discute os desafios das PPPs no Brasil, incluindo barreiras burocráticas e a falta de clareza regulatória, e propõe estratégias para superar esses obstáculos. Por fim, destaca o papel crucial do Estado, como defendido por Mazzucato (2014), no incentivo à inovação e na criação de um ambiente regulatório favorável para parcerias eficazes.

Palavras-chave: Parcerias Público-Privadas (PPPs); Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação; (PD&I); Filantropia; Colaboração.

Abstract

This article examines collaboration in public-private partnerships (PPPs) within the context of Research, Development, and Innovation (RDI) in Brazil, focusing on the integration of the public and private sectors from a philanthropic perspective. The concept of open innovation, proposed by Chesbrough (2003), is discussed as a fundamental strategy to foster innovation by enabling universities, companies, and governments to share resources and knowledge. The analysis includes the role of large philanthropic foundations, such as the Bill & Melinda Gates Foundation, in funding high-risk and long-term projects and the impact of these initiatives on promoting innovation. Brazilian initiatives, such as the Innovation Catalytic Thematic Environment (ATCI), developed at UFMG, are also explored, aiming to formalize collaboration between academia and the private sector. The article discusses the challenges of PPPs in Brazil, including bureaucratic barriers and regulatory ambiguity, and proposes strategies to overcome these obstacles. Finally, it highlights the crucial role of the state, as advocated by Mazzucato (2014), in encouraging innovation and creating a favorable regulatory environment for effective partnerships.

Keywords: Public-Private Partnerships (PPPs); Research, Development, and Innovation (RDI); Philanthropy; Collaboration

1. Introdução

Nos últimos anos, a colaboração entre os setores público e privado tem se tornado uma estratégia essencial para a promoção da inovação, especialmente no campo da pesquisa, desenvolvimento e inovação (PD&I). Este estudo objetiva responder ao seguinte questionamento: As parcerias público-privadas (PPPs) podem ser consideradas uma solução eficaz para integrar os setores público e privado por facilitar a transferência de conhecimento e tecnologia entre eles? Os objetivos específicos são: (i) analisar as PPPs no contexto de PD&I, (ii) identificar os desafios e benefícios dessas colaborações e (iii) propor estratégias para melhorar a gestão colaborativa desses projetos no Brasil.

A hipótese testada é que ao unir universidades, empresas e governos, essas parcerias permitem o compartilhamento de recursos e expertises de forma eficiente,

principalmente em um cenário de rápidas transformações tecnológicas, onde a integração de múltiplos atores é essencial para manter a competitividade.

Em um contexto em que o Brasil ainda enfrenta desafios significativos no financiamento de projetos de pesquisa, desenvolvimento e inovação (PD&I), políticas de subvenção econômica emergem como instrumentos cruciais para mitigar barreiras financeiras e incentivar a participação do setor privado em atividades de inovação. Essas políticas, ao proporcionarem apoio financeiro direto, ajudam empresas a superar as incertezas e os riscos associados a projetos de alto impacto e alta complexidade tecnológica. Segundo Felipe et al. (2011), a adequação das políticas de incentivo às necessidades específicas dos setores produtivos pode fortalecer a competitividade e estimular a inovação de maneira sustentável, promovendo um ambiente mais favorável à colaboração entre os setores público e privado parágrafo manterá a coesão com o conteúdo existente, ampliando a fundamentação sobre a importância do apoio estatal às iniciativas de PD&I.

As parcerias público-privadas (PPPs) são definidas como arranjos colaborativos entre o setor público e o setor privado com o objetivo de desenvolver projetos ou serviços que atendam a interesses públicos, como infraestrutura, saúde e, especialmente, inovação em pesquisa e desenvolvimento (PD&I). Segundo Mazzucato (2014), as PPPs são mecanismos que permitem ao Estado atuar como catalisador da inovação, ao viabilizar a cooperação entre universidades, empresas e outras organizações. Nessas parcerias, o setor público geralmente fornece financiamento e o arcabouço regulatório, enquanto o setor privado contribui com expertise técnica, capacidade operacional e gestão.

Diante de desafios globais como a crise climática, pandemias e a busca pelo desenvolvimento sustentável, as PPPs oferecem um caminho promissor para otimizar recursos e impulsionar avanços científicos. Ao reunir contribuições dos setores público, privado e filantrópico, essas parcerias criam um ecossistema robusto para enfrentar problemas complexos. No entanto, também apresentam desafios, como o alinhamento de interesses, a gestão de expectativas e a coordenação eficaz dos projetos, que devem ser superados para garantir o sucesso dessas colaborações.

No cenário internacional, grandes fundações filantrópicas, como a Bill & Melinda Gates Foundation e a Wellcome Trust, desempenham um papel crucial na promoção da pesquisa científica, especialmente em áreas como saúde global e educação. Essas instituições têm atuado como catalisadoras da inovação, financiando projetos de PD&I em parceria com universidades, governos e o setor privado. Em contraste, no Brasil, as parcerias entre o governo e instituições filantrópicas ainda estão em fase de desenvolvimento, enfrentando desafios relacionados ao financiamento, à burocracia e à falta de políticas públicas robustas que incentivem essas colaborações.

Neste artigo, vamos discutir como o conceito de inovação aberta, proposto por Chesbrough (2003), pode ser aplicado ao contexto das PPPs e parcerias com fundações filantrópicas no Brasil. Além disso, exploraremos o modelo do Ambiente Temático Catalisador de Inovação (ATCI), descrito por Crepalde (2020), como uma tentativa de formalizar a inovação em Instituições Científicas, Tecnológicas e de Inovação (ICTs). Também será discutido o papel crucial do Estado na promoção dessas parcerias, com base nas ideias de Mariana Mazzucato (2014), que defende que o Estado deve ser visto como um investidor de longo prazo e não apenas um facilitador passivo da inovação.

2. Metodologia

A presente pesquisa adota um caráter exploratório, com o objetivo de ampliar a compreensão sobre as dinâmicas colaborativas nas parcerias público-privadas no contexto de PD&I no Brasil. Essa abordagem exploratória, conforme Gil (2002), permite uma análise inicial e ampla do problema, favorecendo a descoberta de intuições e o aprimoramento de hipóteses. A escolha por uma pesquisa exploratória justifica-se pela natureza ainda pouco consolidada das PPPs no campo de inovação, sendo fundamental investigar as especificidades e limitações que surgem na intersecção entre setor público e privado. Para tanto, emprega-se uma revisão bibliográfica de estudos que abordam temas centrais de inovação e PPPs, buscando apoio em teorias clássicas e contemporâneas sobre a eficiência normativa de modelos colaborativos, como defendido por Chiavenato (2003) no âmbito das Teorias Neoclássicas da Administração.

Além disso, a metodologia incorpora uma análise comparativa das experiências de PPPs em diferentes setores e contextos regionais, com o intuito de identificar elementos críticos e recorrentes que influenciam o sucesso dessas parcerias, como também sugerido por Araújo (2012) em seu estudo sobre políticas de inovação. A análise documental, centrada na legislação nacional e nas normas que regem o fomento à inovação, busca examinar o suporte legal e institucional dado às PPPs em inovação, conforme apontado por Felipe et al. (2011), que enfatizam a necessidade de políticas de apoio alinhadas às demandas específicas do setor produtivo. Tal análise se estrutura, assim, para avaliar as implicações e potencialidades dessas parcerias na promoção de um ambiente mais propício ao desenvolvimento de inovações tecnológicas e científicas.

Os principais autores consultados incluem:

Henry Chesbrough (2003) cunhou o termo “inovação aberta” para descrever um novo paradigma em que as empresas, em vez de dependerem apenas de fontes internas de pesquisa e desenvolvimento (PD&I), integram também conhecimentos e tecnologias externas, como os de universidades, startups e outras organizações. No modelo tradicional de inovação fechada, as empresas mantinham suas inovações restritas internamente, protegendo-as com patentes e segredos comerciais.

No entanto, com a globalização e o aumento da conectividade, Chesbrough destacou que esse modelo se tornou ineficiente. A inovação aberta permite que ideias fluam de fora para dentro e vice-versa, com empresas licenciando ou adquirindo tecnologias externas e comercializando inovações internas que não estejam usando. Esse processo acelera o desenvolvimento de novos produtos e cria fontes de receita ao colaborar com parceiros externos.

Juliana Crepalde (2020) introduziu o conceito do Ambiente Temático Catalisador de Inovação (ATCI) como um modelo aplicado na Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) para promover a inovação por meio da colaboração entre instituições de ensino, empresas e outros atores do ecossistema de inovação. O ATCI foi concebido para criar um ambiente propício à inovação aberta, em que a academia e o setor privado podem interagir de forma mais integrada, facilitando o compartilhamento de conhecimentos e a transferência de tecnologia.

O modelo proposto por Crepalde parte da ideia de que, para que a inovação floresça, é necessário criar um espaço estruturado que incentive a cooperação e reduza a distância entre a pesquisa acadêmica e as necessidades do mercado. O ATCI funciona como um ponto de convergência, onde pesquisadores, empresas e governo podem se reunir para desenvolver soluções conjuntas para problemas tecnológicos e de mercado. A principal função do ATCI é servir como um catalisador, acelerando o processo de transformação de ideias acadêmicas em produtos e serviços inovadores que possam ser aplicados comercialmente.

Um dos principais objetivos do ATCI é superar as barreiras culturais e estruturais que tradicionalmente dificultam a interação entre a academia e a indústria no Brasil. Essas barreiras incluem a burocracia associada à transferência de tecnologia e a falta de incentivos para a participação de empresas em projetos de pesquisa. O ATCI busca criar um ambiente colaborativo e ágil, onde essas barreiras são minimizadas por meio de acordos de cooperação mais flexíveis e pela criação de uma cultura de inovação colaborativa.

Mariana Mazzucato (2014), em seu livro “O Estado Empreendedor”, argumenta que o papel do Estado na inovação vai muito além de ser apenas um facilitador ou regulador passivo. Ela defende que o Estado deve ser visto como um catalisador e investidor ativo em inovação, desempenhando um papel fundamental no financiamento de projetos de longo prazo e de alto risco, que muitas vezes não são atraentes para o setor privado. Mazzucato destaca que muitas das inovações que hoje transformam setores inteiros da economia só foram possíveis graças a investimentos públicos robustos em pesquisa e desenvolvimento (PD&I).

Mazzucato critica a visão tradicional de que o setor privado é o principal motor da inovação e que o Estado deve limitar-se a corrigir falhas de mercado. Ela sugere que o Estado tem o poder de criar mercados inteiramente novos, ao financiar a pesquisa básica e aplicada, e ao assumir os riscos financeiros que o setor privado geralmente evita. A autora cita como exemplo as inovações tecnológicas desenvolvidas nos Estados Unidos, onde muitas das tecnologias que transformaram o setor de tecnologia da informação e comunicação (TIC), como a internet e o GPS, foram originadas em programas financiados pelo governo, principalmente por meio de agências como a DARPA (Defense Advanced Research Projects Agency).

Mazzucato também explora o conceito de riscos e recompensas. Ela argumenta que, embora o Estado frequentemente assuma o maior risco nos estágios iniciais da inovação, os retornos financeiros e benefícios geralmente acabam favorecendo apenas o setor privado. A autora defende que, para que o sistema seja sustentável e eficiente, é necessário um modelo de compartilhamento de riscos e recompensas, no qual o Estado também possa se beneficiar dos lucros gerados pelas inovações que ajudou a financiar. Esse retorno pode ser reinvestido em novos projetos de inovação, criando um ciclo virtuoso de desenvolvimento tecnológico e econômico.

Bronwyn H. Hall (2004), em seu estudo sobre as parcerias entre universidades e indústrias nos Estados Unidos, explora o papel central dessas colaborações na promoção da inovação e no desenvolvimento de tecnologias de ponta. Hall argumenta que as universidades, historicamente focadas na pesquisa básica, passaram a desempenhar um papel cada vez mais importante na inovação aplicada, ao colaborar estreitamente com o

setor industrial. Isso tem sido particularmente evidente nos Estados Unidos, onde políticas públicas como a Lei Bayh-Dole de 1980 incentivaram universidades a comercializar suas inovações e a criar spin-offs tecnológicas, transferindo conhecimento científico para o mercado.

De acordo com Hall, as parcerias universidade-indústria são facilitadas por escritórios de transferência de tecnologia nas universidades, que atuam como intermediários entre pesquisadores acadêmicos e empresas, promovendo a comercialização de invenções acadêmicas. Esses acordos são mutuamente benéficos: as empresas obtêm acesso a pesquisas de ponta, enquanto as universidades garantem fontes adicionais de financiamento para suas atividades de pesquisa.

Stefan Toepler (2018) examina as parcerias filantrópicas públicas nos Estados Unidos, discutindo como o relacionamento entre governos e fundações evoluiu nas últimas décadas. Inicialmente, fundações atuavam de forma independente, complementando as ações do governo em áreas como saúde e educação. Contudo, recentemente, tem havido uma crescente convergência entre governo e fundações, com colaborações em projetos de inovação, especialmente em resposta a desafios como o financiamento de longo prazo. Essas parcerias permitem que o setor público alavanque os recursos flexíveis e o financiamento de longo prazo das fundações, ampliando o impacto de ambos os setores. O estudo destaca que, em áreas de alta prioridade social, como saúde pública e meio ambiente, essas colaborações estão se tornando essenciais para promover inovações sustentáveis e resolver problemas complexos.

Hebe Vessuri (2018) explora a transformação da ciência, que inicialmente era vista como uma forma de assistência ao desenvolvimento, para um componente essencial da filantropia global. Vessuri argumenta que grandes fundações internacionais, como a Bill & Melinda Gates Foundation e a Wellcome Trust, têm desempenhado um papel central no financiamento de pesquisas científicas em áreas negligenciadas, como doenças tropicais e saúde pública em regiões em desenvolvimento. Essas fundações, atuando como financiadoras visionárias, ajudam a preencher lacunas deixadas pelos governos locais e pelo setor privado. O trabalho também destaca que as fundações influenciam políticas públicas globais e promovem colaborações internacionais, envolvendo universidades, governos e empresas, ampliando o impacto da ciência em escala global.

Esses autores fornecem a base teórica e prática para a análise das PPPs em PD&I no Brasil, permitindo uma discussão aprofundada sobre os desafios e as oportunidades dessas parcerias.

3. Análise e Discussão dos Resultados

3.1 O Conceito de Inovação Aberta nas Parcerias Público-Privadas

A inovação aberta, conforme descrita por Chesbrough (2003), transformou a maneira como as organizações abordam o desenvolvimento de novos produtos e tecnologias. Diferente do modelo tradicional, em que as empresas desenvolvem inovações internamente, a inovação aberta promove a integração de fontes externas de conhecimento, como universidades, startups, centros de pesquisa e outras empresas. Essa abordagem incentiva a

colaboração entre diferentes setores, permitindo que empresas e instituições públicas compartilhem riscos e recursos para impulsionar a inovação.

Nos Estados Unidos, a inovação aberta está profundamente enraizada no sistema de PD&I, sustentada por políticas públicas como a Lei Bayh-Dole de 1980, que permitiu que universidades e pequenas empresas que realizam pesquisas com financiamento federal retenham os direitos de propriedade intelectual de suas invenções. Isso levou a um aumento expressivo no licenciamento de tecnologias e na formação de startups, impactando positivamente a economia.

No Brasil, a adoção plena do modelo de inovação aberta ainda enfrenta desafios. Autores como Crepalde (2020) e Mazzucato (2014) discutem as barreiras estruturais e culturais que dificultam essa prática. Embora a Lei 13.243/16 tenha sido um avanço ao simplificar os processos de parceria entre o setor público e privado, ainda há entraves burocráticos e barreiras culturais que dificultam a colaboração entre universidades e empresas. A criação de ambientes colaborativos como o Ambiente Temático Catalisador de Inovação (ATCI), descrito por Crepalde (2020), busca oferecer uma estrutura que permita a inovação aberta florescer no contexto brasileiro.

3.2 Exemplos Práticos de Inovação Aberta nos Estados Unidos

Nos Estados Unidos, universidades como o Massachusetts Institute of Technology (MIT) e Stanford University são exemplos de como a inovação aberta pode ser bem-sucedida quando apoiada por políticas eficazes e uma cultura de empreendedorismo. Ambas as universidades possuem escritórios de transferência de tecnologia que promovem ativamente a interação com empresas. O MIT, por exemplo, desempenhou um papel crucial no desenvolvimento de tecnologias que vão desde equipamentos de energia renovável até avanços em biotecnologia, trabalhando em estreita colaboração com a indústria.

Esses escritórios atuam como intermediários entre a pesquisa acadêmica e a indústria, facilitando parcerias, licenciamento de tecnologias e acordos de pesquisa cooperativa. Essa prática cria um ciclo virtuoso em que os resultados de pesquisas acadêmicas são transferidos rapidamente para o setor produtivo, gerando valor econômico e social.

3.3 O Papel das Fundações Filantrópicas no Cenário Internacional

As fundações filantrópicas têm desempenhado um papel essencial no financiamento de projetos de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação (PD&I) em áreas frequentemente negligenciadas, especialmente em países em desenvolvimento. Um exemplo marcante é o trabalho da Bill & Melinda Gates Foundation, que se concentra em doenças negligenciadas, como a malária e a tuberculose, que afetam principalmente populações de países de baixa e média renda.

A Bill & Melinda Gates Foundation tem sido pioneira no combate a essas doenças por meio de iniciativas como a *Malaria Vaccine Initiative (MVI)* e o *Global Fund to Fight AIDS, Tuberculosis and Malaria*. A fundação investiu bilhões de dólares em pesquisas para desenvolver vacinas, tratamentos e intervenções inovadoras que abordam a prevenção, o diagnóstico e a cura dessas doenças. Por exemplo, o desenvolvimento da RTS, S, a primeira vacina contra a malária aprovada, é um dos resultados concretos desse financiamento. Além

disso, o combate à tuberculose tem sido fortalecido por parcerias com governos e a OMS, focando em novos medicamentos e sistemas de diagnóstico mais eficazes.

Esses projetos envolvem riscos elevados e resultados incertos, o que desestimula o envolvimento do setor privado. Entretanto, ao fornecer financiamento de longo prazo e promover parcerias com governos e instituições científicas, a Bill & Melinda Gates Foundation desempenha um papel crucial na mitigação desses riscos, garantindo que a pesquisa e o desenvolvimento continuem em áreas de grande impacto social, mas pouco atraentes para o mercado.

A Rockefeller Foundation também tem um histórico de impacto significativo no financiamento de projetos de saúde global, especialmente no início do século XX. Ela foi pioneira no campo da saúde pública global, estabelecendo o *International Health Board* em 1913, que apoiou campanhas de erradicação de doenças como a febre amarela e malária. Além disso, a fundação desempenhou um papel importante na criação de instituições internacionais de pesquisa em saúde, como a Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz) no Brasil, que continua sendo um dos principais centros de pesquisa em doenças infecciosas no mundo.

Mais recentemente, a Rockefeller Foundation tem se concentrado em promover resiliência em sistemas de saúde em países em desenvolvimento e apoiar iniciativas de ciência agrícola, como o apoio ao desenvolvimento de cultivos resistentes a doenças para aumentar a segurança alimentar, outro exemplo de um campo negligenciado pelo setor privado devido aos altos riscos e retorno incerto.

Por sua vez, a Wellcome Trust, com sede no Reino Unido, tem uma longa história de apoio à pesquisa científica, com foco em saúde global e ciência biomédica. Nos últimos anos, a Wellcome Trust investiu significativamente em pesquisas voltadas para doenças infecciosas e emergentes, como a malária e a tuberculose, assim como no desenvolvimento de novas terapias para doenças negligenciadas. Além disso, a fundação tem financiado esforços relacionados à resistência antimicrobiana, promovendo a pesquisa em antibióticos e a conscientização global sobre os riscos dessa crise de saúde iminente.

Ambas as fundações, Rockefeller e Wellcome, colaboram com governos, universidades e outras entidades públicas para criar um ambiente em que a inovação possa prosperar, especialmente em regiões onde os desafios são mais profundos e o retorno financeiro é menos previsível.

Embora as fundações filantrópicas ofereçam recursos financeiros e flexibilidade que frequentemente faltam aos governos e ao setor privado, desafios regulatórios significativos podem dificultar o progresso dessas parcerias. Entre os principais obstáculos estão as burocracias locais, a falta de alinhamento nas políticas públicas e as diferentes regulamentações de propriedade intelectual. Para que as parcerias filantrópicas sejam bem-sucedidas, é necessário um ambiente regulatório que facilite a cooperação internacional e promova a transferência de tecnologia entre diferentes setores e países.

No cenário internacional, diferentes mecanismos foram adotados para enfrentar esses desafios. Nos Estados Unidos, a Lei Bayh-Dole de 1980 simplificou o processo de transferência de tecnologia, permitindo que universidades e pequenas empresas que receberam financiamento público mantenham os direitos de propriedade intelectual de suas

inovações, facilitando a colaboração com fundações. Esse modelo tem sido uma referência global para a promoção da inovação, particularmente em projetos filantrópicos.

Na União Europeia, o Horizon 2020 e seu sucessor, o Horizon Europe, criaram marcos regulatórios que incentivam a colaboração entre instituições públicas e privadas em pesquisa e inovação. Além disso, o programa apoia financeiramente projetos de grande impacto social, incluindo aqueles em áreas negligenciadas pela indústria, muitas vezes financiados em parceria com fundações filantrópicas como a Wellcome Trust.

Para fundações como Bill & Melinda Gates Foundation, Rockefeller e Wellcome, a adaptação às regulamentações locais e a promoção de reformas legislativas que facilitem o desenvolvimento de pesquisas científicas em países em desenvolvimento são etapas fundamentais para o sucesso de suas iniciativas. Muitas dessas fundações também colaboram com organizações multilaterais, como a Organização Mundial da Saúde (OMS) e o Banco Mundial, para moldar o ambiente regulatório global e garantir que suas ações sejam sustentáveis e tenham o impacto desejado.

Essas parcerias entre fundações e governos permitem a superação de barreiras regulatórias, promovendo um ambiente mais propício para que a inovação em saúde global e outros setores sociais cruciais possam florescer.

3.4 Parcerias Público-Privadas no Brasil: Desafios e Oportunidades

No Brasil, as parcerias público-privadas (PPPs) têm sido cada vez mais adotadas como uma ferramenta para promover o desenvolvimento de projetos de PD&I. Contudo, essas parcerias enfrentam desafios específicos no contexto brasileiro, especialmente no que diz respeito à legislação e à burocracia, que muitas vezes atrasam ou dificultam o progresso dos projetos.

Mazzucato (2014) argumenta que o papel do Estado na promoção da inovação vai além do simples financiamento. O Estado deve ser um agente proativo na criação de mercados, sendo o principal responsável por financiar e incentivar inovações de longo prazo que, inicialmente, podem não ser atraentes para o setor privado. No Brasil, políticas como a Lei de Inovação (Lei nº 10.973/2004), Lei do Bem (Lei 11.196/05) e o Marco Legal de Ciência, Tecnologia e Inovação (Lei nº 13.243/2016) são passos importantes para criar um ambiente que promova a inovação. Essas políticas oferecem incentivos fiscais e regulatórios para empresas e universidades que desejam colaborar em projetos de PD&I.

No entanto, os desafios burocráticos ainda são significativos. O marco regulatório brasileiro é frequentemente criticado por ser complexo e rígido, o que impede a rápida implementação de PPPs em projetos de PD&I. "Embora o Brasil tenha avançado com o Marco Legal de Ciência, Tecnologia e Inovação, ainda há barreiras burocráticas que dificultam a colaboração entre o setor público e privado, especialmente em parcerias público-privadas (PPPs) voltadas para projetos de inovação." (MAZZUCATO, 2014, p. 45). A falta de clareza em relação à divisão de responsabilidades entre o setor público e privado também é um obstáculo. A criação de acordos de cooperação mais flexíveis e a simplificação dos processos burocráticos são essenciais para que essas parcerias possam se desenvolver de maneira mais eficaz.

Nesse sentido, um dos maiores desafios na implementação de parcerias público-privadas em PD&I é a adequação dos programas de incentivo às características das empresas

envolvidas, especialmente no que diz respeito ao porte e à capacidade de gestão de projetos. Estudos sobre subvenções econômicas no Brasil indicam que as condições e exigências dos programas de incentivo muitas vezes desconsideram essas diferenças, o que pode comprometer a efetividade da política. É essencial que as PPPs sejam desenhadas de forma a proporcionar acessibilidade e flexibilidade, permitindo que tanto pequenas e médias empresas quanto grandes corporações possam aproveitar as oportunidades de colaboração e inovação (FELIPE et al., 2011).

Outro desafio significativo é o financiamento. No Brasil, o investimento em PD&I pelo governo e setor privado ainda é baixo em comparação a países mais desenvolvidos. O estudo de Hall (2004) mostra que, nos Estados Unidos, as parcerias entre universidades e empresas são amplamente incentivadas por meio de forte apoio governamental e de um ambiente financeiro estável. Isso contrasta com a realidade brasileira, onde o financiamento público é frequentemente instável, o que limita a capacidade das instituições públicas de estabelecer parcerias de longo prazo com o setor privado. Segundo o IPEA, apenas 4,5% do gasto empresarial em PD&I no Brasil é financiado por recursos públicos, um número muito baixo em comparação com países líderes em ciência e tecnologia, onde o apoio governamental é mais expressivo. Isso dificulta o desenvolvimento de parcerias público-privadas e limita o alcance de projetos de inovação de longo prazo.

As parcerias público-privadas (PPP) no Brasil apresentam grandes oportunidades, especialmente ao integrar universidades, centros de pesquisa e empresas para acelerar o desenvolvimento de tecnologias inovadoras. Um exemplo disso é o Ambiente Temático Catalisador de Inovação (ATCI), que é um modelo criado para promover a inovação aberta por meio da colaboração entre universidades, empresas e outras instituições. Previsto no Marco Legal de Ciência, Tecnologia e Inovação (CT&I), o ATCI é um instrumento que visa facilitar a transferência de conhecimento entre a academia e a indústria, criando um espaço estruturado para que projetos de pesquisa possam ser desenvolvidos em conjunto. Ao promover a integração entre diferentes setores, o ATCI ajuda a transformar pesquisas acadêmicas em soluções aplicáveis ao mercado, acelerando a inovação e fomentando parcerias estratégicas em áreas tecnológicas e científicas.

Na UFMG, o modelo foi implementado com sucesso, como no caso do Laboratório de Ensaios de Combustíveis (LEC), que colaborou com empresas do setor de energia para desenvolver tecnologias em biocombustíveis. O ATCI da UFMG tem sido um exemplo eficaz de como essa plataforma pode acelerar a transferência de tecnologia e fomentar a inovação colaborativa.

3.5 Comparação com o Cenário Internacional

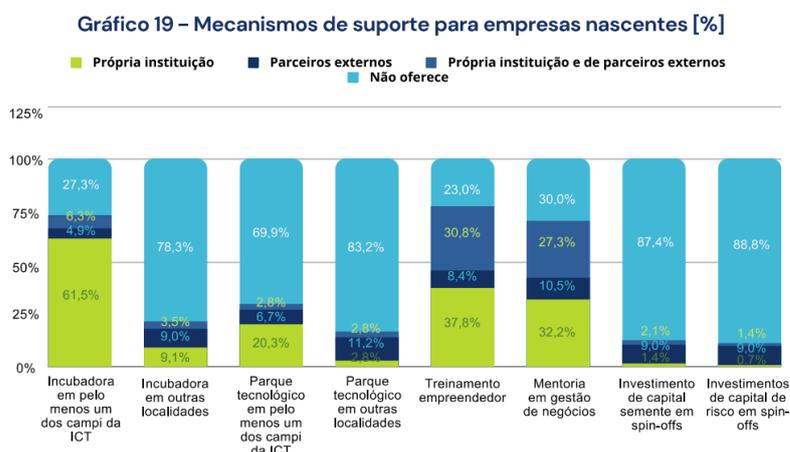
Ao comparar o modelo brasileiro de PPPs e parcerias filantrópicas com o cenário internacional, é possível identificar diferenças significativas em termos de infraestrutura, apoio financeiro e cultura de inovação. Nos Estados Unidos, como demonstrado no trabalho de Hall (2004), as universidades desempenham um papel central na promoção da inovação, não apenas como centros de pesquisa, mas também como parceiras estratégicas de empresas e fundações filantrópicas. A estrutura acadêmica norte-americana incentiva fortemente a transferência de tecnologia, permitindo que as inovações desenvolvidas em laboratórios acadêmicos sejam comercializadas rapidamente por meio de parcerias com o setor privado. A presença de escritórios de transferência de tecnologia em quase todas as

grandes universidades americanas é um exemplo de como essa estrutura está profundamente integrada ao sistema de inovação.

Aqui vale a pena tentar explicar esse fenômeno estadunidense a partir da teoria sistêmica da inovação, que busca explicar o fenômeno da inovação. Juliana Crepalde (2020) faz uma abordagem do fenômeno apresentando as teorias que buscaram explicar o fenômeno no decorrer da história, a partir da apresentação da teoria linear, teoria da hélice tríplice e teoria sistêmica. Ela defende que modelos sistêmicos amadurecidos trazem essas características que você elencou acima, enquanto em modelos menos maduros, como o do Brasil, não as apresentam.

Em contraste, no Brasil, essa transferência de tecnologia ainda é um processo lento e fragmentado. A maior parte das universidades brasileiras não possui uma infraestrutura robusta de gestão de propriedade intelectual e comercialização de inovações, o que limita a capacidade de transformar descobertas acadêmicas em produtos e soluções comerciais.

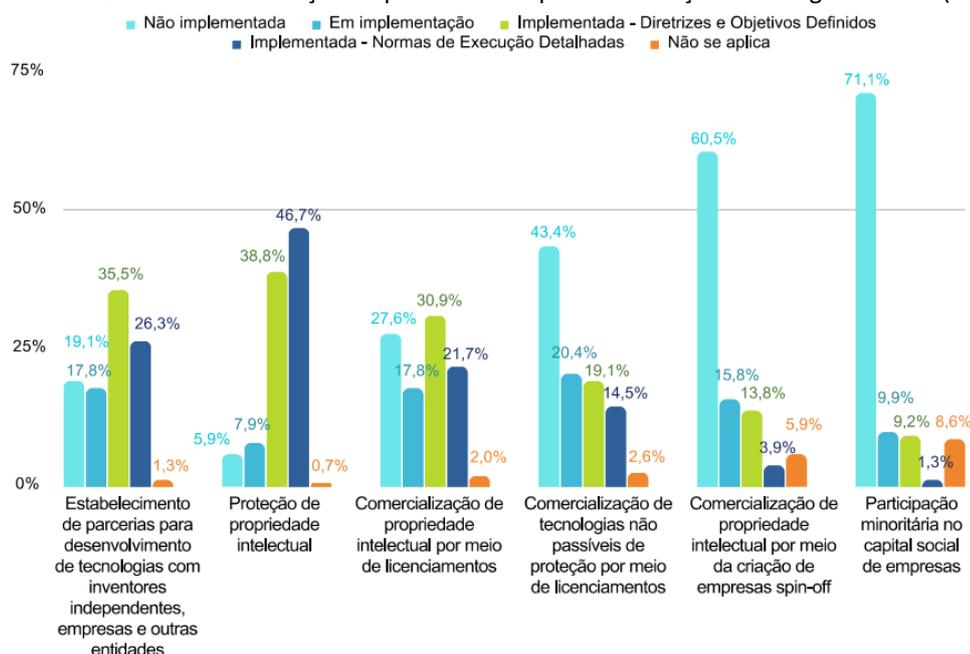
Gráfico 1 – Mecanismos de suporte para empresas nascentes (%)



Fonte: Relatório FORTEC de Inovação (2022)

O gráfico evidencia que, embora muitas Instituições de Ciência e Tecnologia (ICTs) no Brasil ofereçam suporte básico, como incubadoras e parques tecnológicos, há uma lacuna significativa no apoio à comercialização de inovações. A maioria das ICTs não oferece investimento de capital semente (87,4%) nem capital de risco (88,8%) para spin-offs, além de menos de 40% oferecerem treinamento empreendedor ou mentoria em gestão de negócios. Isso demonstra que, embora haja alguma infraestrutura para apoiar a criação de empresas, a falta de mecanismos de gestão de propriedade intelectual e apoio financeiro limita a capacidade das universidades de transformar suas inovações em produtos comercializáveis.

Gráfico 2 – Institucionalização de políticas de suporte à inovação tecnológica nas ICT (%)



Fonte: Relatório FORTEC de Inovação (2022)

O gráfico revela que, embora as ICTs brasileiras tenham avançado na proteção de propriedade intelectual (46,7% com normas detalhadas), há grandes deficiências na comercialização de inovações. Apenas 21,7% das ICTs possuem políticas robustas para licenciamento, e 60,5% não têm políticas para a criação de spin-offs, um importante caminho para transformar inovações em negócios. Além disso, 71,1% das ICTs não participam do capital social de empresas derivadas de suas inovações. Esses dados demonstram que, apesar de algum avanço na proteção intelectual, falta uma infraestrutura adequada para comercializar e gerar valor das inovações, reforçando a afirmativa de que as universidades brasileiras têm dificuldades em transformar suas descobertas em produtos comercializáveis. Além disso, o apoio financeiro nos Estados Unidos é muito mais consistente. Como destaca Toepler (2018), em seu estudo sobre as mudanças nas parcerias filantrópicas nos EUA, o setor público frequentemente colabora com fundações privadas para financiar projetos de longo prazo em áreas de PD&I, especialmente em setores como saúde e tecnologia. As fundações filantrópicas nos EUA não apenas fornecem financiamento, mas também desempenham um papel importante na definição de agendas de pesquisa, garantindo que áreas de importância social, como o combate a doenças negligenciadas, sejam devidamente financiadas.

No Brasil, embora existam iniciativas filantrópicas que apoiam projetos educacionais e de inovação, o nível de envolvimento dessas fundações com o governo em projetos de PD&I ainda é limitado. Grande parte do financiamento de pesquisa no Brasil continua a depender do governo, que, devido a crises econômicas e instabilidades políticas, nem sempre consegue manter um fluxo constante de recursos.

Em contrapartida, as oportunidades para o crescimento dessas parcerias no Brasil são promissoras. As universidades brasileiras têm uma rica produção acadêmica e potencial para inovação, especialmente nas áreas de saúde, biotecnologia e energias renováveis. Ao adotar

um modelo mais integrado de PPPs, inspirado no modelo americano ou europeu, o Brasil pode desbloquear um enorme potencial de desenvolvimento tecnológico e inovação, aproveitando sua base acadêmica já existente.

4. Considerações Finais

Este estudo analisou as parcerias público-privadas (PPPs) no Brasil, destacando tanto as oportunidades quanto os desafios na gestão de projetos de pesquisa, desenvolvimento e inovação (PD&I). Um aspecto crucial identificado foi a necessidade de uma gestão de riscos eficiente e uma colaboração estruturada entre todos os stakeholders, para garantir o sucesso de projetos de inovação tecnológica.

As fundações filantrópicas, como a Bill & Melinda Gates Foundation, a Rockefeller Foundation e a Wellcome Trust, têm desempenhado um papel essencial na mitigação de riscos em áreas de alto impacto social, mas com retorno financeiro incerto. Projetos voltados para doenças negligenciadas, como a malária e a tuberculose, ilustram como essas fundações conseguem viabilizar iniciativas que seriam ignoradas pelo setor privado devido aos riscos elevados e à falta de previsibilidade de retorno. Essas parcerias são fundamentais, pois, ao colaborar com governos, universidades e outras entidades, as fundações criam um ambiente mais propício à inovação em saúde global e ciência biomédica.

Contudo, o sucesso dessas parcerias depende de um ambiente regulatório favorável. Como evidenciado, muitos projetos encontram barreiras significativas nas regulamentações locais, burocracias e na falta de alinhamento entre as políticas públicas. Para que as fundações filantrópicas possam continuar a desempenhar seu papel transformador, é fundamental que haja esforços tanto nacionais quanto internacionais para simplificar o processo de transferência de tecnologia e garantir que o marco regulatório facilite a colaboração entre os setores.

No Brasil, essas parcerias podem representar uma solução para a falta de financiamento contínuo e a burocracia que atrapalham o avanço de iniciativas inovadoras. O Estado e as universidades brasileiras precisam adotar modelos de governança mais flexíveis, aprendendo com os exemplos internacionais, como a Lei Bayh-Dole nos Estados Unidos e os programas Horizon da União Europeia, que fomentam a inovação colaborativa entre os setores público e privado, além de fundações.

Para consolidar as PPPs e promover a inovação de forma sustentável no Brasil, é necessário um esforço conjunto de todos os stakeholders, incluindo o setor filantrópico, que pode continuar desempenhando um papel central no financiamento de longo prazo e na mitigação de riscos. Além disso, a criação de mecanismos de comunicação e coordenação claros será fundamental para superar barreiras regulatórias e permitir que o Brasil maximize o valor de suas inovações e descobertas acadêmicas em setores estratégicos, como saúde, biotecnologia e tecnologia sustentável.

Por fim, o Estado, as universidades, o setor privado e as fundações filantrópicas precisam atuar juntos para garantir que a inovação prospere, sendo um motor para o desenvolvimento econômico e social do país. A gestão de riscos eficiente e a colaboração contínua entre esses stakeholders são fatores críticos para a execução bem-sucedida de

projetos de PD&I, garantindo que as inovações resultantes beneficiem a sociedade de maneira ampla e sustentável.

Referências

ARAÚJO, Carlos Roberto. **Políticas de Inovação e Competitividade**. Rio de Janeiro: FGV Editora, 2012.

BRASIL. Lei n. 10.973, de 2 de dezembro de 2004. **Dispõe sobre incentivos à inovação e à pesquisa científica e tecnológica no ambiente produtivo e dá outras providências**.

BRASIL. Lei n. 11.196, de 21 de novembro de 2005. **Institui o Regime Especial de Tributação para a Plataforma de Exportação de Serviços de Tecnologia da Informação – REPES, o Regime Especial de Aquisição de Bens de Capital para Empresas Exportadoras – RECAP, a Lei do Bem e dá outras providências**.

BRASIL. Lei n. 13.243, de 11 de janeiro de 2016. **Dispõe sobre estímulos ao desenvolvimento científico, à pesquisa, à capacitação científica e tecnológica e à inovação e dá outras providências**.

CHIAVENATO, Idalberto. **Introdução à teoria geral da administração**. 7ª ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2003.

CHESBROUGH, H. (2003). **Open Innovation: The New Imperative for Creating and Profiting from Technology**. Harvard Business School Press.

CREPALDE, J. C. M. (2020). **Novo Arranjo para Inovação nas Instituições Científicas, Tecnológicas e de Inovação (ICT): Ambiente Temático Catalisador de Inovação (ATCI) e a Experiência da UFMG**. Disponível em: <https://repositorio.ufmg.br/handle/1843/36100>. Acesso em: 05/10/2024.

FELIPE, José; PINHEIRO, Leandro; RAPINI, Márcia. **Políticas públicas e inovação no setor produtivo: uma análise sob a ótica neo-schumpeteriana**. Revista Brasileira de Gestão e Inovação, v. 5, n. 1, 2011.

FORTEC. **Relatório da Pesquisa FORTEC de Inovação: ano-base 2022**. Disponível em: <https://fortec.org.br/wp-content/uploads/2023/10/Relatorio-Pesquisa-Fortec-de-Inovacao-Ano-base-2022.pdf>. Acesso em: 23/10/2024.

GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4ª ed. São Paulo: Atlas, 2002.

HALL, B. H. (2004). **University-Industry Partnerships in the United States. Rethinking Science Systems and Innovation Policies**. Disponível em: <https://eml.berkeley.edu/~bhhall/papers/BHH%20IP-Univ-Ind.pdf>. Acesso em: 23/10/2024.

MARQUES, João Paulo; YIGITCANLAR, Tan; COSTA, Enéas. **Desafios das políticas públicas de inovação no Brasil: uma perspectiva sobre as lacunas e oportunidades**. Revista Brasileira de Gestão e Inovação, v. 5, n. 1, 2015.

MAZZUCATO, M. (2014). **O Estado Empreendedor: Desmascarando o Mito do Setor Público vs. Setor Privado**. Portfolio-Penguin.

TOEPLER, S. (2018). **Public philanthropic partnerships: The changing nature of government/foundation relationships in the US**. Taylor & Francis. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/01900692.2017.1295462>. Acesso em: 16/10/2024.

VESSURI, H. (2018). **From science as 'development assistance' to 'global philanthropy'**. Taylor & Francis.



Gestão & Gerenciamento

LEVANTAMENTO QUANTITATIVO COMO ALIADO NO GERENCIAMENTO DE OBRAS CIVIS

QUANTITATIVE SURVEY AS AN ALLY IN CIVIL WORKS MANAGEMENT

Serdinando Ferreira Rosa Júnior

Pós-graduando em Planejamento, Gestão e Controle de Obras Civis; Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

serdinando.ferreira@gmail.com

Christopher Nyl Borges Santos

Pós-graduado em Engenharia de Produção e Gerenciamento de Projetos; Faculdade Única, São Paulo, SP, Brasil.

nylborges@yahoo.com.br

Resumo

O levantamento de quantitativos na Construção Civil é uma das fases mais importantes para a realização do orçamento, através desse estudo obtém-se o conhecimento da viabilidade econômica do empreendimento. A quantificação é umas das formas para a otimização e execução do projeto, pois possibilita verificar de maneira clara o que será orçado e gasto durante o desenvolver da construção. Este trabalho apresenta como metodologia a revisão bibliográfica, com fins explicativos e exploratórios sobre levantamento quantitativo em Obras Civis, utilizando como fonte de pesquisa os livros, artigos acadêmicos, teses, revistas técnicas e tabelas de composição de custo. A interpretação e leitura dos projetos é fundamental para que se possa realizar a quantificação e obter um orçamento mais fidedigno possível. Existem atualmente sistemas computacionais que auxiliam na quantificação e elaboração dos orçamentos, mas a compreensão das teorias e componentes destes é fundamental para a escolha dos melhores recursos a serem utilizados.

Palavras-chave: Quantificação; Orçamento na Construção Civil; Leitura de projetos; Insumos na Construção Civil.

Abstract

The survey of quantitative in the Civil Construction is one of the most important phases for the accomplishment of the budget, through this study one obtains the knowledge of the economic viability of the enterprise. Quantification is one of the ways to optimize and execute the project, because it allows you to accurately visualize what will be budgeted and spent during the construction process. This work presents as a methodology the bibliographic review, with explanatory and exploratory purposes on quantitative survey in Civil Works, using as a research source the books, academic articles, theses, technical journals and cost composition tables. The interpretation and reading of the projects is fundamental so that the quantification can be carried out and a more reliable budget possible. There are currently computational systems that help in the quantification and elaboration of budgets, but the understanding of theories and components of these is fundamental for choosing the best resources to be used.

Key-words: *Quantification; Budget in Construction; Reading projects; Inputs in Civil Construction.*

1 Introdução

A Construção Civil é considerada uma atividade econômica importante, embora apresente, tipicamente, um caráter cíclico, ou seja, acompanhando as fases econômicas do país. É necessário que as construtoras se adequem a estes cenários econômicos, reavaliando seus orçamentos em um mercado que está cada vez mais competitivo. O custo do empreendimento civil é obtido através do orçamento que é a etapa preponderante na tomada de decisão, através desta fase que se determina a viabilidade de empreendê-lo ou não.

Um das tarefas iniciais na elaboração do orçamento de uma obra civil é o levantamento quantitativo, que consiste na medição e quantificação dos serviços e insumos que serão necessários para realização do empreendimento, através dessa operação é possível compreender e analisar os cálculos para o custo de cada elemento envolvido num projeto de Construção Civil, além de se tornar um guia durante o processo de execução da obra.

Realizar este levantamento requer uma atenção redobrada, pois qualquer erro implicará na alteração do custo estimado para a obra. Para isto é realizada uma análise do perfil do projeto, das especificações técnicas que ele exige, dos materiais e serviços que irão compor o trabalho, assim como a mão de obra e equipamentos necessários.

O levantamento por ser uma atividade essencialmente realizada de forma manual pode conter muitos erros e deficiências, afetando a tomada de decisão das empresas. Diante do exposto, como esta análise quantitativa pode contribuir para a viabilidade e execução do projeto?

O presente trabalho tem como objetivo geral apresentar a importância do levantamento quantitativo de um projeto de construção civil e como esta etapa pode refletir ou contribuir para viabilidade, otimização e execução do projeto, de forma que possibilite avaliar de maneira clara o que será orçado e gasto durante o desenvolver da construção. E para tal, foram estabelecidos os objetivos específicos como: compreender a importância do levantamento quantitativo, conhecer os elementos necessários para o início da quantificação e orçamentação do projeto e apresentar os insumos que compõem o levantamento quantitativo.

Este trabalho apresenta como metodologia a revisão da literatura existente a respeito do tema “Levantamento de quantitativos em obras Civis”, e conteúdos relacionados dos últimos 20 anos. Os instrumentos que serviram como fonte de pesquisa para esse trabalho foram os livros, artigos acadêmicos, teses, revistas técnicas e tabelas de composição de custo, as obras dos autores Aldo Mattos e Maçahico Tisaka, serviram grandiosamente como base para realização deste trabalho.

2 Levantamento de quantitativo em obras civis

O levantamento consiste no estudo do projeto para a coleta de dados e quantificação de todos os insumos integrantes para realização da obra como: equipamentos, mão de obra e materiais. As coletas dos dados são inseridas em planilhas e relatórios contemplando todos os insumos levantados com base no projeto (FERREIRA, 2013).

O levantamento de quantitativo é uma das etapas que mais exigem do engenheiro, pois requer leitura de projeto, cálculos de áreas e volumes, consulta a tabelas de engenharia etc. (MATTOS, 2006).

A partir do projeto executivo é realizado o levantamento dos serviços a serem executados, e ainda, suas quantidades. Somente com conhecimento dos serviços necessários à execução da obra é possível estabelecer a lista dos custos unitários que deverão ser compostos para a formação do custo total da obra. O levantamento quantitativo dos serviços deverá ser realizado após análise minuciosa do edital, do contrato e do projeto (VILELA, 2011).

O levantamento das quantidades dos materiais para um determinado serviço é realizado a partir dos projetos executivo da obra, contemplando-se as dimensões especificadas e suas especificações técnicas. É necessário sempre dispor da memória de cálculo para que possa ser manipulada, caso haja uma modificação de características ou dimensões do projeto não seja preciso realizar uma nova quantificação, para isto

comumente normalmente são usados formulários desenvolvidos por cada empresa (MATTOS, 2006).

2.1 Estabelecendo quantitativos

De acordo Ogliari (2018), existem duas maneiras diferentes no processo da quantificação:

- a) Quantificação dos insumos – Pode ser categorizada em mão de obra, materiais e equipamentos, são todos os insumos integrantes para a realização do projeto (obra).
- b) Composição dos custos unitários dos serviços – baseia-se nas atividades a serem realizadas. O valor de cada atividade é adquirido através da utilização de composições unitárias de custos, onde, se faz a interação do consumo de materiais, mão de obra e equipamentos a serem utilizados para a execução de uma unidade de serviço.

Os processos de levantamento são estabelecidos de acordo com o modelo de detalhamento do orçamento e expertise de cada profissional para os ambos os processos de quantificação.

2.2 Especificações técnicas

As especificações técnicas são regras que determinam o modo que deve seguir para a execução de obra ou serviço, caracterizando os materiais, equipamentos ou um produto, sendo parte integrante do projeto, confirmando elementos já constantes no desenho ou completando todas as informações que os desenhos, por sua natureza, não podem conter (NALON, 2007).

Mattos (2006), ressalta que as especificações técnicas são documentos que trazem dados de caráter mais qualitativa do que quantitativa. Ele lista os principais itens que este documento contém, podendo ser vistas no Quadro 1.

Quadro 1: Elementos das especificações técnicas

Descrição qualitativa dos materiais a serem empregados - pisos, tintas, esquadrias, etc.
Padrões de acabamento.
Tolerâncias dimensionais dos elementos estruturais e tubulações.
Critério de aceitação de materiais.
Tipo e quantidade de ensaios a serem feitos.
Resistência do concreto.
Grau de compactação exigido para aterro.
Granulometria dos agregados.
Interferências com tubulações enterradas.

Fonte: Mattos (2006).

O quadro acima apresenta alguns dos elementos que são encontrados nas especificações técnicas de obra ou serviço que resulta em um acervo de documentos para

execução do empreendimento, essas especificações são impostas por projetistas ou pela empresa contratante, a fim de estabelecer padrões executivo para o empreendimento.

2.3 Dimensões usuais para a quantificação

Segundo Mattos (2006), o levantamento de quantidades abrange elementos de diversas naturezas, o Quadro 2 demonstra alguns exemplos de dimensões a serem adotadas na quantificação de materiais ou serviços.

Quadro 2: Dimensões na quantificação

Dimensão	Exemplo
Lineares	Tubulação, meio-fio, cerca, sinalização horizontal de estrada, rodapé.
Superficiais ou Área	Limpeza e desmatamento, fôrma, alvenaria, forro, esquadria, pintura, impermeabilização, plantio de grama
Volumétricos	Concreto, escavação, aterro, dragagem, bombeamento.
Peso	Amação, estrutura metálica.
Adimensionais	Referem-se a serviços que não são pagos por medida, mas por simples contagem: postes, portões, placas de sinalização, comportas.

Fonte: Mattos (2006).

No quadro acima temos exemplos de dimensões usuais para a quantificação dos serviços ou materiais na Construção Civil. A dimensão para a quantificação dependerá da natureza do serviço, podendo ser adimensionais nos casos que a quantificação é realizada por contagem de serviço executado e não por medidas.

2.4 Quantificação de um projeto

A partir do acervo de documentos composto por projeto, memoriais descritivos e critérios de medição é possível fazer a quantificação, necessita-se ter o conhecimento do planejamento estratégico do projeto afim de decidir os melhores recursos a serem utilizados. É imprescindível o emprego de planilhas ou *softwares* que auxilie na coleta das informações levantados assim como a experiencia de quem realiza o levantamento (FERREIRA, 2013).

O Sistema *BIM - Building Information Model ou Building Information Modeling*, é um software que está sendo bem recebido no mercado de planejamento de obras, com o formato de modelador do projeto está ferramenta propicia a incorporação e a compatibilização entre os projetos, além de extrair toda as quantidades de insumos como material e mão de obra.

2.5 Levantamento – medição de obra

A principal ferramenta de controle de um projeto é a medição de obras e serviços na construção civil, pois estar estreitamente ligada ao orçamento e ao levantamento de quantitativos, e uma medição malfeita pode trazer grandes danos econômicos e até para a qualidade construtiva do empreendimento.

O objetivo geral da medição de obras é realizar a compatibilidade entre o que foi executado e o que está previsto no projeto e nos quantitativos do orçamento. A

quantificação é uma ferramenta essencial de controle, além de permitir mensurar os recursos aplicados ao longo do cronograma (como materiais, equipamentos e mão de obra), auxiliando nos pagamentos e desembolsos mensais para a construção do empreendimento (ALVES, 2017).

2.5.1 Sistemas de medição de serviços

Os critérios de medições dos serviços estão definidos nos editais de licitação ou nos escopos de trabalho. Vilella (2011), ressalta alguns conceitos usuais podem ser apreciados e estão identificados no Quadro 3:

Quadro 3: Critérios de Medição

Marcação de obra:	Corresponde a área da projeção horizontal da construção.
Escavações em material de 1ª categoria:	As dimensões a serem escavadas serão acrescidas de no mínimo 0,50 m para cada lado.
Escavações em material de 2ª e 3ª categorias:	Nenhum acréscimo será necessário as dimensões da escavação.
Revestimentos com massa (emboços e similares):	Não deverão ser descontados os vãos menores do que 3,0 m², a fim de compensar a execução dos arremates e arestas.
Revestimentos de acabamento (azulejos, cerâmicas, etc.):	Serão medidos pela área real executada, isto é, são descontados todos os vãos independentes da área. A execução de arestas e arremates deverá ser compensada com o acréscimo de material na referida composição de custo do serviço.
Alvenarias:	Deverão ser consideradas as áreas reais, ou seja, descontam-se os vãos.
Pintura:	Considerar a metodologia a seguir apresentada:
	Portas ou janelas cegas ou com pequena área de caixilhos de vidro: área de vão x 3 - portas e janelas de caixilho de vidro: área de vão x 2,5
	Portas com meia área em veneziana: área de vão x 3,5
	Portas com folha inteira em veneziana: área de vão x 5
	Caixilho de ferro, grade, tela ou bacias: área de vão x 2
	Grades trabalhadas ou pantográficas: área de vão x 4
	Paredes com vãos menores ou iguais a 4 m²: área de paredes e paredes e tetos, incluídos os vãos
	Armação cobertura varandas com caibros, ripas e frechais: projeção horizontal da armação x 3,5
	Estrutura metálica de telhado, com arcos e terças com elementos treliçados: área do vão x 3,5
	Cobogó: área do vão x 3.

Fonte: Vilella (2011).

O quadro acima relaciona alguns critérios de medição dos serviços entre a obra (contratante) e empreiteira (contratada), ou subempreiteiros, estes critérios são rigorosamente definidos nos Editais/Contrato para o exato fechamento do preço do serviço.

A partir desse levantamento e critérios adotados na medição é feito o pagamento para a contratada. Os levantamentos dos serviços na medição buscam realizar a compatibilidade dos quantitativos previstos no orçamento, assunto que será abordado no capítulo 3.

3. Levantamento de quantitativo - etapa preliminar ao orçamento

O orçamento na construção civil tem como objetivo fazer um estudo cuidadoso dos preços de todos os insumos integrantes da obra de modo a diminuir a incerteza na tomada de decisão, analisando a viabilidade econômica do empreendimento e o retorno do investimento (MATTOS, 2006).

A partir do projeto básico e os demais projetos complementares referentes ao empreendimento a ser executado é possível realizar o orçamento, devendo ser elaborado de forma mais íntegra e transparente, contendo todos os serviços e materiais a serem aplicados na obra, para tal é realizado levantamento dos quantitativos físicos do projeto e da composição dos custos unitários de cada serviço, seguindo rigorosamente as Leis Sociais e Encargos Trabalhistas e todos os demais Custos Diretos (TISAKA, 2006).

A exatidão do levantamento de quantitativos depende da precisão do projeto executivo e do seu grau de detalhamento, das normas, especificações, legislações vigentes e da concepção e finalidade do projeto.

A Lei 14.133/21 que determina normas para licitações e contratos da Administração Pública institui que os quantitativos de uma obra, deverão ser fornecidos pelo contratante, com a finalidade de manter a igualdade de condições entre os participantes. Cabe verificar, pela análise do projeto executivo, se os quantitativos estão condizentes com o orçamento (BRASIL, 2021).

3.1 Projeto básico e projeto executivo

Para os fins de licitação a Lei 14.133/21 determina que para o levantamento quantitativo de obras públicas essa operação deve ser realizada com base no projeto básico e executivo, e, institui que é vedada a inclusão de fornecimento de materiais e serviços, cujo as quantidades não condizem com às previsões reais para cada etapa do projeto. Esta lei define como projeto básico no seu art. 6º, inc XXV:

Conjunto de elementos necessários e suficientes, com nível de precisão adequado para definir e dimensionar a obra ou o serviço, ou o complexo de obras ou de serviços objeto da licitação, elaborado com base nas indicações dos estudos técnicos preliminares, que assegure a viabilidade técnica e o adequado tratamento do impacto ambiental do empreendimento e que possibilite a avaliação do custo da obra e a definição dos métodos e do prazo de execução, devendo conter os seguintes elementos:

a) levantamentos topográficos e cadastrais, sondagens e ensaios geotécnicos, ensaios e análises laboratoriais, estudos socioambientais e demais dados e levantamentos necessários para execução da solução escolhida;

b) soluções técnicas globais e localizadas, suficientemente detalhadas, de forma a evitar, por ocasião da elaboração do projeto executivo e da realização das obras e montagem, a necessidade de reformulações ou variantes quanto à qualidade, ao preço e ao prazo inicialmente definidos;

c) identificação dos tipos de serviços a executar e dos materiais e equipamentos a incorporar à obra, bem como das suas especificações, de modo a assegurar os melhores resultados para o empreendimento e a segurança executiva na utilização do objeto, para os fins a que se destina, considerados os riscos e os perigos identificáveis, sem frustrar o caráter competitivo para a sua execução;

d) informações que possibilitem o estudo e a definição de métodos construtivos, de instalações provisórias e de condições organizacionais para a obra, sem frustrar o caráter competitivo para a sua execução;

e) subsídios para montagem do plano de licitação e gestão da obra, compreendidos a sua programação, a estratégia de suprimentos, as normas de fiscalização e outros dados necessários em cada caso;

f) orçamento detalhado do custo global da obra, fundamentado em quantitativos de serviços e fornecimentos propriamente avaliados, obrigatório exclusivamente para os regimes de execução previstos nos incisos I, II, III, IV e VII do caput do art. 46 desta Lei; (BRASIL, 2021).

Já o projeto executivo é definido nesta mesma lei no art. 6º e no inc. XXVI: conjunto de elementos necessários e suficientes à execução completa da obra, com o detalhamento das soluções previstas no projeto básico, a identificação de serviços, de materiais e de equipamentos a serem incorporados à obra, bem como suas especificações técnicas, de acordo com as normas técnicas pertinentes.

3.2 Grau de detalhe do orçamento

Antes mesmo do término da elaboração de um projeto, busca-se sempre adquirir o conhecimento do custo total do empreendimento. Mattos (2006), classifica o orçamento em graus de detalhamento, podendo ser:

- a) Estimativa de custo – esta avaliação é realizada de forma rápida tendo como referência os custos históricos e comparação com projetos semelhantes, adquirindo uma ideia do possível de custo para o empreendimento;
- b) Orçamento preliminar – esta avaliação é mais detalhada do que a estimativa de custos sendo realizado nesta classe a quantificação que necessita da busca de preços dos serviços e principais insumos, o seu grau de imprecisão é menor;
- c) Orçamento analítico ou detalhado – nesta classe a elaboração do orçamento é feita com composição de custos e vasta pesquisa de preços dos insumos. Busca-se chegar ao valor próximo do “real”, o grau de precisão é maior.

A estimativa de custo da obra é a primeira etapa a ser realizada, dependendo do perfil da obra, ela será mais ou menos precisa, servindo somente para dar a ordem de grandeza do valor do projeto a ser desenvolvido. Para ser ter um produto mais transparente

e fidedigno o orçamento detalhado é o mais indicado pois seu grau de precisão é maior (MATTOS, 2006).

3.3 Custos diretos e indiretos

Segundo Vilela (2011), pode-se dizer que custo direto é aquele obtido pela soma dos insumos que ficam incorporados ao produto, isto é, escavação, concreto, fôrmas, armação, instalações (elétricas, hidro sanitárias) e etc., são as atividades que estão compostas no orçamento.

Para Tisaka (2006), a primeira parte a ser considerada para o cálculo de remuneração são as despesas ou custos diretos, ele define como todos os custos diretamente envolvidos na produção da obra, que são os insumos constituídos por materiais, mão-de-obra e equipamentos auxiliares, mais toda a infraestrutura de apoio necessária para a sua execução no ambiente da obra.

Já o Custo Indireto segundo Mattos (2006), são os fatores imprevistos e todos os demais aspectos não orçados nos itens de produção, é todo custo que não apareceu como mão de obra.

Segundo Tisaka (2006), o Custo Indireto está ligado diretamente a uma determinada obra, são os custos específicos da administração central, tais como os salários de todos os funcionários e as respectivas despesas de viagem e alimentação etc.

3.4 Tabela de índices - SINAPI

O Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil (SINAPI), determina regras e critérios para a realização do orçamento de referência de obras e serviços de engenharia. No site da Caixa encontra-se os preços e custos do SINAPI, permitindo o emprego desses dados. O Quadro 4 mostra a composição de custos unitários para o serviço de revestimento cerâmico com placas tipos esmaltados extra dimensões 35x35cm aplicada em ambientes de área menor que 5m² contida no SINAPI.

Quadro 4 - Revestimento cerâmico

DESCRIÇÃO BÁSICA	UNIDADE	COEFICIENTE
SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,26
PISO EM CERAMICA ESMALTADA EXTRA, PEI MAIOR OU IGUAL A 4, FORMATO MENOR OU IGUAL A 2025CM ²	M ²	1,08
ARGAMASSA COLANTE AC I PARA CERAMICAS	KG	4,86
REJUNTE COLORIDO, CIMENTICIO	KG	0,24
AZULEGISTA OU LADRILHISTA COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,64

Fonte: SINAPI (2024).

Analisando o quadro acima, há 2 insumos de mão obra (servente e o azulejista), na equipe foi considerado 1 ajudante para cada azulejista, o insumo que dita o ritmo de produtividade é o azulejista, sendo seu índice de 0,64 h/m², isso significa que o azulejista

produz 1m² de assentamento de piso a cada 0,64h, o que corresponde a $1/64 = 1,56$ m² por hora.

3.5 Leitura e interpretação do projeto

Na obra há variadas tipos de plantas elaboradas pelos projetistas responsáveis por cada parte do projeto. Dentro de cada projeto há composições conforme Quadro 5 extraído da obra de (MATTOS, 2006).

Quadro 5: Composição de projetos

- Plantas baixas – de arquitetura, de fôrma, de caminhamento de tubulação, etc.;
- Cortes;
- Vistas – fachadas, perfis, etc.;
- Perspectivas – isométricas, cavaleiras, etc.;
- Notas esclarecedoras;
- Detalhes – em escala que permita melhor observação;
- Diagramas – unifilares, de Brückner, croquis, etc.;
- Gráficos – perfis de sondagem, curvas cota-volume;
- Tabelas – de elementos topográficos, curvas granulométricas, etc.;
- Quadros – de ferragem, de cabos, etc.

Fonte: Mattos (2006).

A compreensão do projeto depende muito do conhecimento do profissional e de sua familiaridade com o perfil de obra, que dependendo da complexidade da obra, as composições de plantas, que em essência definem o produto a ser construído, demandam maior ou menor análise (MATTOS, 2016).

Para Vilela (2011), só é possível elaborar um orçamento responsável e justo caso este seja baseado em um projeto executivo completo, isto é, todas as disciplinas a serem construídas deverão estar contempladas (fundações, estruturas, arquitetura, instalações elétricas, hidrossanitários, mecânicas, elevadores etc.), bem como, deverão existir especificações rígidas de serviços e materiais. Ele afirma também que elaborar o orçamento com base no projeto básico, nos leva a uma possibilidade de 20 a 30% de erro em relação ao projeto executivo.

Contudo, é importante a interpretação e leitura dos projetos para que se possa realizar um o orçamento mais fidedigno possível, contemplado no orçamento todos as composições de serviços e insumos (materiais, equipamentos e mão de obra), elementos que serão descritos no capítulo 4.

4. Elementos que constituem no levantamento quantitativo

De acordo com Stumpf (2008), os elementos que constituem no levantamento de quantitativos são denominados insumos que são todos os componentes necessários para a construção da obra, considerados individualmente. A composição dos custos unitários de cada insumo necessário para realizar uma determinada tarefa resulta nas composições

unitárias de custos dos serviços, ele relata que existem basicamente três categorias de insumos mencionadas abaixo:

- a) Materiais (areia, aço, cimento, cerâmica, esquadrias etc.);
- b) Mão de obra (serventes, pedreiros, ferreiros, técnicos, mestres de obra etc.);
- c) Equipamentos (betoneiras, furadeiras, vibradores, elevadores e guinchos de obra etc.).

As categorias dos insumos mencionados acima serão esclarecidas no decorrer deste capítulo.

4.1 Insumo - Materiais

Como a lista de materiais utilizados na construção civil é extensa, este trabalho demonstra a quantificação de 3 materiais (fôrma, armação e alvenaria), que apresentam um grande peso para o custo do empreendimento.

4.1.1 Fôrma - Moldagem do concreto

Fôrma pode ser definida como um componente auxiliar utilizado para moldar e conferir forma ao concreto armado, desempenhando a função essencial de suportar o concreto fresco até que ele alcance a autossustentação (MÜLLER, 2016).

Para ser determinar do quantitativo de fôrmas, é imprescindível que se tenha o projeto executivo, com os detalhes das variadas peças. As utilizações de fôrmas de madeira são as mais convencionais, na composição deste serviço estão os seguintes insumos: chapa compensada (resinada, plastificada), sarrafo, prego, desmoldante. Apenas com um projeto de fôrmas é que o profissional é capaz de realizar a quantificação de todos esses componentes (MATTOS, 2006).

4.1.2 Estrutura - Armação

O mercado da construção civil oferece uma vasta gama de ferragens e tipos de aço, cada um com sua finalidade específica e características distintas. Entre essas especificações, o principal critério para a escolha do tipo de aço na construção é sua resistência, a qual varia conforme a composição química de cada material. Nesse sentido, destacam-se três classificações principais: Aço CA50, CA25 e CA60 (CÍCERO, 2024).

Após a análise do projeto estrutural estima-se os quantitativos para os serviços de armação, ele é realizado com base no peso (massa), no geral os projetos de armação trazem quadros ou lista de ferros, contendo as respectivas bitolas, comprimentos e quantidade (MATTOS, 2006).

4.1.3 Alvenaria de vedação

Para determinar o quantitativo para os serviços de alvenaria é preciso obter a área de parede a ser elevada, a partir dela, é possível estimar a quantidade de blocos necessários para a elevação da alvenaria. “A área de alvenaria servirá de base para o levantamento de quantidades de outros serviços, tais como chapisco, emboço, reboco, pintura e azulejo” (MATTOS, 2006, p.50)

Para a execução da alvenaria são utilizados os tijolos ou blocos, podendo ser cerâmicos, feitos de concreto, ecológicos, celulares, de vidro, de adobe, ecológicos etc. (PEREIRA, 2017).

De acordo com a Norma Brasileira NBR 15270 (ABNT, 2005), os blocos cerâmicos para alvenaria de vedação, são fabricados com as dimensões conforme ilustra o Quadro 6.

Quadro 6: Dimensões de fabricação de blocos cerâmicos

Dimensões de fabricação cm			
Largura (L)	Altura (H)	Comprimento (C)	
		Bloco principal	1/2 Bloco
14	19	19	9
		24	11,5
		29	14
		39	19
19	19	19	9
		24	11,5
		29	14
		39	19
24	24	24	11,5
		29	14
		39	19

Fonte: ABNT, 2005.

O quadro acima mostra as dimensões de fabricação dos blocos cerâmicos para alvenaria de vedação de acordo a NBR 15270/2005, apresentando bloco com a largura de 14cm por altura 19cm, bloco com a largura de 19cm por altura 19cm e bloco com a largura de 24 cm por altura 19cm.

4.2 Insumo - Mão de obra

Todas as atividades que envolvem a mão de obra são consideradas como custo, que é representado pelo salário dos trabalhadores acrescidos dos encargos sociais. Devem-se adicionar aos salários todos os encargos sociais, básicos, incidentes e reincidentes e complementares (alimentação, transportes, EPI e ferramentas), que são encargos obrigatórios que incidem sobre os trabalhadores e determinados pela legislação trabalhista específica. A mão de obra de produção é em geral remunerada pelas horas trabalhadas em função das características do trabalho que muitas vezes exigem um acréscimo ou redução na carga de trabalho (TISAKA, 2006).

Mattos (2006), relata a produção das atividades dos colaboradores, exemplifica, ao se admitir que um colaborador gasta 1,0 h para elevar 1,0 m² de alvenaria, é, através dessa operação que o total de mão de obra para o serviço de alvenaria será calculado, ele afirma que produtividade implica diretamente a composição de custo.

4.3 Insumo - Equipamentos

Custo de utilização de equipamentos é o gasto que decorre da posse e da operação dele. A unidade de tempo em que geralmente se mede o custo de utilização dos equipamentos é a hora (VILELLA, 2011).

O custo horário do transporte e movimentação dos materiais e pessoas dentro da obra, tais como elevadores, guias, caminhões, escavadeiras,

tratores etc., podem ser de propriedade do construtor ou alugados e geralmente incluem o custo horário dos operadores (TISAKA, 2006, p.40).

4.4 Unidades de serviços

A unidade de medida do insumo, quando se refere a material, pode ser kg, m³, m², m, un, etc, para o insumo de mão de obra, a unidade é sempre hora (mais precisamente, homem-hora), para o insumo equipamentos, hora de máquina (MATTOS, 2006).

Para facilitar as negociações entre os países, havendo diversos sistemas de unidades medidas, foi criado em 1960 o SI (Sistema Internacional de Medidas), pela 11ª Conferência Geral de Pesos e Medidas (CGPM – Conferência Geral de Pesos e Medidas). A CGPM é a autoridade internacional que assegura a ampla difusão do SI e o modifica se necessário, para refletir os últimos avanços da ciência (INMETRO, 2012). O Quadro 7 apresenta algumas grandezas baseadas no INMETRO, utilizadas na engenharia.

Quadro 7: Grandezas e unidades do SI

GRANDEZA	UNIDADE	SÍMBOLO
Comprimento	metro	m
Área	metro quadrado	m ²
Volume	metro cúbico	m ³
Velocidade	metro por segundo	m/s
Força	newton	N
Massa	quilograma	Kg

Fonte: Adaptada do INMETRO (2012).

O quadro acima apresenta as grandezas e a correspondente unidades no SI, ele contempla as unidades mais vistas no campo de engenharia e da orçamentação para realização do levantamento quantitativo.

O levantamento de quantitativos dos insumos na Construção Civil são designados como (materiais, mão de obra e equipamentos), ambos apresentam uma listagem de elementos que irão constituir o trabalho ou uma unidade de serviço conforme expressados em projetos e abordados no orçamento.

5. Considerações finais

Na Construção Civil o levantamento de quantitativo é uma das tarefas primordiais em todas as etapas do empreendimento, realizar esta quantificação requer do profissional conhecimento e agilidade, tomando-se ciência da complexidade da obra com base nos projetos e especificação técnicas que ele exige.

A medição de obra é outra forma de quantificação na Construção Civil, está se baseia no levantamento dos serviços realizados durante a execução da obra. A partir desse

levantamento e critérios adotados na medição é feito o pagamento para a contratada. Os levantamentos dos serviços na medição buscam realizar a compatibilidade dos quantitativos previstos no orçamento.

O orçamento na Construção Civil é a estimativa do custo para realização do empreendimento, com base nos estudos dos projetos básicos e complementares é feito o levantamento quantitativo dos insumos (materiais, equipamentos e mão de obra), para que se possa analisar a viabilidade econômica do empreendimento. A depender da necessidade de obtenção da grandeza (custo), existem os graus de detalhamento de orçamento (estimativa de custo, preliminar e detalhado), são realizados de acordo com interesse e precisão no custo do empreendimento. O orçamento é dotado dos custos Diretos e Indiretos para a composição do custo final. Empresas com mais experiência geralmente utilizam seus próprios índices adquiridos em obras anteriores.

O levantamento de quantitativos dos insumos na Construção Civil são designados como (materiais, mão de obra e equipamentos), ambos apresentam uma listagem de elementos que irão constituir o trabalho ou uma unidade de serviço conforme expressados em projetos e abordados no orçamento. É importante atenta-se sempre nas unidades de quantificações dos insumos.

O estudo minucioso dos projetos e demais documentos complementares sempre será o segredo para um bom levantamento quantitativo e conseqüentemente um excelente orçamento. O levantamento bem-feito dará o Norte durante todo o processo da execução da obra, com isso, resultará em medições bem-feitas, e gastos dentro dos quantitativos previstos no orçamento.

Tendo em vista os aspectos apontados neste trabalho a respeito do levantamento quantitativo como aliado no gerenciamento de obras civis, têm-se como sugestões para trabalhos futuros a aprimoração nos estudos da quantificação englobando os sistemas computacionais visando otimizar esta etapa, e diminuir os riscos da não compilação de dados do projeto, e ainda, o estudo para a padronização e especificidade dos projetos para que haja interpretação mútua com todos os envolvidos para realização de empreendimento.

Referências

- ALVES, Nadine. **Medição de obras na construção civil**. 2017. Disponível em: constructapp.io/pt/medicao-de-obras-na-construcao-civil/. Acesso em: 04 de abr de 2024.
- ABNT. Associação Brasileira De Normas Técnicas. **NBR 15270-1: Blocos cerâmicos para alvenaria de vedação - Terminologia e requisitos: Referências**. Rio de Janeiro, p. 7. 2005.
- BRASIL. Lei N° 14.133, de 01 de abril de 2021. **Lei de Licitações e Contratos Administrativos**. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2021/lei/L14133.htm Acesso em: 18 de mai. de 2024.
- CÍCERO, Ricardo. **Ferragens para construção**: Os tipos e como usar na sua obra. Obramax, 2024. Disponível em: <https://blog.obramax.com.br/construcao-civil/ferragens-para-construcao/>. Acesso em: 18 de mai. de 2024.

FERREIRA, Viviane. **O Levantamento Quantitativo Como Aliado no Gerenciamento do Escopo**. 2013. Monografia (Graduação em Engenharia Civil) - na Universidade de Mogi das Cruzes. UMC, Mogi das Cruzes, 2013.

INMETRO, **Sistema Internacional de Unidades**: 1ª Edição Brasileira da 8ª da BIMP, 2012. Disponível em: www.inmetro.gov.br/inovacao/publicacoes/si_versao_final.pdf Acesso em 15 de abr. de 2024.

NALON, Mario de Queiroz. **Programação de Controle de Obras**. Juiz de Fora. Notas de Aula. Universidade Federal de Juiz de Fora. MG, 2007.

MATTOS, Aldo Dórea. **Como preparar orçamentos de obras**: Dicas para orçamentistas, 1º ed. São Paulo: Editora Pini, 2006.

MÜLLER, Guilherme Luiz. **Dimensionamento de fôrmas de madeira para estruturas de concreto armado: uma proposta teórica**. Monografia (Graduação em Engenharia Civil) Centro Universitário UNIVATES. Lajeado, RS, 2016.

OGLIARI, Cecília. **Levantamento quantitativo em projetos de engenharia**. (2018). Disponível em: www.sienge.com.br/blog/levantamento-de-quantitativos-em-projetos-de-engenharia/. Acesso em: 01 de abr. de 2024.

PEREIRA, Caio. **Cálculo da quantidade de tijolos**. Escola Engenharia, 2017. Disponível em: www.escolaengenharia.com.br/calculo-da-quantidade-de-tijolos/. Acesso em: 13 de mar de 2024.

SINAPI, Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil. **Índices da Construção civil**. Disponível em: www.caixa.gov.br/poder-publico/apoio-poder-publico/sinapi. Acesso em: 20 de fev. de 2024.

STUMPF, Marco Aurélio González. **Noções de Orçamento e Planejamento de Obras**. Notas de Aula. Universidade do Vale do Rio dos Sinos. São Leopoldo, RS, 2008.

TISAKA, Maçahico. **Orçamento na construção civil: Consultoria, projeto e execução**. 1º ed. São Paulo: Editora Pini, 2006.

VILELA, Paulo Roberto Dias. **Engenharia de Custos: Uma metodologia para orçamentação para obras Civis**. 9º ed. Sindicato dos Editores de Livros, Rio de Janeiro, Brasil, 2011.



Gestão & Gerenciamento

LEAN CONSTRUCTION, EFICIÊNCIA E OTIMIZAÇÃO NA CONSTRUÇÃO: ESTUDO DE CASO

*LEAN CONSTRUCTION: EFFICIENCY AND OPTIMIZATION IN
CONSTRUCTION*

Thayna de Souza Proêza

Engenheira Civil; Pós-graduanda em Planejamento, Gestão e Controle de Obras Civas;
Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, Brasil;

tproeza@gmail.com

Rafael Felipe Teixeira Rodrigues

Especialista em Engenharia de Segurança do Trabalho; Universidade de Vila Velha, Espírito
Santo, ES, Brasil;

rafaelftr@poli.ufrj.br

Resumo

Este artigo tem como objetivo comparar a eficiência da gestão de insumos na construção civil utilizando dois métodos distintos: o planejamento tradicional do PMBOK e a abordagem da *Lean Construction* (LC). A pesquisa foi desenvolvida através de um estudo de caso envolvendo a construção de um edifício de 15 andares, onde foram aplicadas ambas as metodologias em dois cenários distintos. Na análise, foram observados aspectos como o desperdício de materiais, a produtividade, o controle de prazos e a eficiência geral dos processos. A metodologia incluiu uma comparação detalhada entre os dois métodos, onde se identificaram as principais diferenças no fluxo de trabalho, uso de recursos e resultados obtidos. No cenário utilizando o PMBOK, houve maior incidência de desperdícios, estoques elevados e variações significativas no cumprimento de prazos. Já na implementação da LC, verificou-se uma maior eficiência na gestão de insumos, com redução de desperdícios e cumprimento mais rigoroso dos prazos, além de um aumento na colaboração entre as equipes e no controle das atividades. Concluiu-se que a aplicação da LC contribui significativamente para a melhoria da produtividade e eficiência na construção civil, destacando-se como uma alternativa mais eficaz frente aos métodos tradicionais.

Palavras-chave: *Lean Construction*; PMBOK; Gestão de insumos; Desperdício; Produtividade.

Abstract

This paper aims to compare the efficiency of input management in civil construction using two different methods: traditional PMBOK planning and the Lean Construction (LC) approach. The research was developed through a case study involving the construction of a 15-story building, where both methodologies were applied in two different scenarios. The analysis observed aspects such as material waste, productivity, deadline control, and overall process efficiency. The methodology included a detailed comparison between the two methods, where the main differences in workflow, resource use, and results obtained were identified. In the scenario using PMBOK, there was a higher incidence of waste, high inventories, and significant variations in deadline compliance. In the implementation of LC, greater efficiency in input management was observed, with reduced waste and more rigorous compliance with deadlines, in addition to an increase in collaboration between teams and control of activities. It was concluded that the application of Lean Construction contributes significantly to improving productivity and efficiency in civil construction, standing out as a more effective alternative to traditional methods.

Keywords: *Lean Construction*; PMBOK; Input management; Waste; Productivity.

1 Introdução

A gestão de insumos na construção civil desempenha um papel importante na eficiência e no sucesso dos projetos. A administração inadequada desses recursos pode resultar em desperdícios significativos, atrasos e aumento de custos, comprometendo a competitividade e a sustentabilidade do setor. Nesse contexto, o *Lean Construction* (LC) tem se destacado como uma abordagem eficaz para otimizar processos e melhorar a gestão de materiais, focando na eliminação de desperdícios e no aprimoramento do fluxo de trabalho.

A *Lean Construction* (LC) é uma abordagem da construção civil inspirada nos princípios do *Lean Manufacturing*, desenvolvida pela Toyota, que busca a maximização da eficiência e a minimização dos desperdícios em processos construtivos. Diferente das abordagens convencionais, que focam em atividades isoladas, a LC prioriza uma visão de fluxo contínuo das atividades, promovendo uma sincronia entre etapas e equipes para

melhorar a produtividade e reduzir perdas. Entre seus principais conceitos, destacam-se o *Just in Time*, o sistema *Pull*, o *Kaizen* (melhoria contínua), o VSM (Mapeamento do Fluxo de Valor) e ferramentas como o *Last Planner System* (LPS) e o Kanban, que facilitam a organização e priorização de tarefas (KOSKELA, 2020).

A LC começou a se consolidar na década de 1990, quando acadêmicos e profissionais da construção passaram a investigar a aplicabilidade dos métodos Lean no setor. Entre os pioneiros estão Lauri Koskela, que, em 1992, publicou o artigo "Application of the New Production Philosophy to Construction", e o International Group for Lean Construction (IGLC), fundado em 1993. Koskela e o IGLC focaram no estudo e desenvolvimento de práticas Lean adaptadas ao setor de construção, que possui particularidades em relação ao setor industrial, como a complexidade dos projetos, a imprevisibilidade de condições e a necessidade de interações entre diversas equipes (HASAN; SHRESTHA; KUMAR, 2024).

Com o tempo, a LC evoluiu, incorporando práticas e metodologias específicas para resolver problemas típicos da construção civil, como a variabilidade de tarefas e o controle de qualidade em tempo real. Hoje, a LC é reconhecida mundialmente, sendo aplicada em diferentes países e em empreendimentos variados, desde edifícios de grande porte até obras de infraestrutura, com resultados significativos em qualidade, custo e eficiência (KOSKELA, 2020).

De outro lado, o PMBOK (Project Management Body of Knowledge) é um guia desenvolvido pelo PMI (Project Management Institute) que reúne boas práticas, métodos e padrões para a gestão de projetos. A metodologia PMBOK organiza essas práticas em áreas de conhecimento, como *escopo, tempo, custo, qualidade, recursos humanos, comunicações, riscos, aquisições e stakeholders*. Seu objetivo é orientar gerentes de projetos a conduzir todas as fases de um projeto – do início ao encerramento – de forma estruturada e eficiente (PMI, 2021).

O desenvolvimento do PMBOK começou na década de 1980, quando o PMI iniciou um esforço para consolidar e padronizar práticas de gestão de projetos, que até então variavam amplamente entre indústrias e profissionais. A primeira edição do guia PMBOK foi lançada em 1996, e desde então tem sido atualizada periodicamente para refletir novas práticas e inovações no campo da gestão de projetos. Cada nova edição amplia o escopo e ajusta os métodos para torná-los mais aplicáveis a diferentes tipos de projetos e setores, como tecnologia, construção e saúde (ROCHA, 2015).

A metodologia do PMBOK se destaca por sua flexibilidade, permitindo que os gerentes adaptem as ferramentas e processos às especificidades de cada projeto. Atualmente, o guia é amplamente adotado em todo o mundo e forma a base para a certificação PMP (Project Management Professional), uma das mais prestigiadas em gestão de projetos (KAISER, 2024).

Dessa forma, este estudo tem como objetivo comparar os resultados da construção de um edifício de 15 andares utilizando dois diferentes métodos de gestão: o PMBOK (*Project Management Body of Knowledge*), amplamente usado como padrão tradicional de gerenciamento de projetos, e a LC, uma abordagem mais moderna, voltada para a eliminação de desperdícios e a melhoria contínua. A proposta é avaliar como cada modelo de planejamento e execução impacta o desempenho do projeto em termos de prazos, custos, qualidade e satisfação das partes interessadas.

Para tanto, este trabalho utiliza uma metodologia de estudo de caso. Dois cenários são simulados: o primeiro, utilizando o modelo tradicional do PMBOK, que segue uma abordagem sequencial de planejamento e controle, com foco no cumprimento de prazos e orçamento pré-estabelecidos. No segundo caso, o edifício é construído com base nos princípios da *LC*, que promove flexibilidade, planejamento colaborativo e otimização de recursos. Cada cenário é detalhado em termos de suas etapas de planejamento, execução, controle e entrega.

A análise dos resultados foca na comparação direta entre os dois métodos, destacando os impactos em eficiência, flexibilidade, custos, e na capacidade de adaptação a variabilidades. A discussão explora como os princípios teóricos de cada abordagem influenciam o resultado final do projeto, especialmente em relação à redução de desperdícios, melhoria da qualidade do processo e integração das partes envolvidas.

2 Lean Construction

Este estudo explora os conceitos e ferramentas que sustentam a *LC*, com destaque para seus princípios, estratégias de eliminação de desperdícios e métodos de otimização.

2.1 Desafios na gestão de insumos na Construção civil

Na gestão de insumos na construção civil, diversos desafios comuns afetam diretamente a eficiência e o controle de materiais, impactando o sucesso dos projetos. Um dos principais obstáculos é a falta de planejamento e previsão adequada, o que resulta em erros nas estimativas sobre a quantidade e tipo de insumos necessários. Quando não há previsões precisas, ocorrem excessos ou faltas de materiais, afetando o andamento das obras, além de gerar desperdícios e custos operacionais elevados. A logística ineficiente é outro desafio significativo, envolvendo problemas relacionados ao transporte, armazenamento e manuseio dos materiais. A falta de coordenação adequada pode levar a atrasos na entrega, insumos danificados ou armazenados de forma inadequada, resultando em perdas e dificuldades para manter a continuidade do projeto (HASAN et al, 2023).

Além disso, há um problema recorrente de desperdício de materiais no canteiro de obras, seja por manuseio inadequado, erros de execução ou excesso de compra de insumos. Esse desperdício não só gera custos desnecessários, como também afeta a sustentabilidade do projeto. A falta de padronização nos processos de aquisição e controle de materiais é outro obstáculo. Muitas empresas ainda utilizam métodos pouco estruturados ou manuais para realizar o controle de estoque, o que aumenta o risco de erros humanos, falta de visibilidade sobre os níveis de estoque e problemas de rastreabilidade (SINGH et al., 2023).

A comunicação ineficaz entre os setores de compras, planejamento e execução também compromete a eficiência na gestão de insumos. Quando as informações não fluem de forma clara e integrada, ocorrem falhas no fornecimento de materiais, resultando em paralisações nas atividades e desorganização nos canteiros de obras. A fragmentação da cadeia de suprimentos é outro desafio, pois muitos projetos envolvem múltiplos fornecedores e subcontratados, o que dificulta a coordenação e o controle de prazos, qualidade e quantidade dos insumos (HASAN et al, 2024).

Por fim, entre vários problemas, Nawaz, Chen e Su (2023) defendem que a falta de capacitação e treinamento adequado das equipes sobre a importância de uma gestão eficiente de insumos é um fator crítico. Sem o conhecimento das boas práticas de controle e armazenamento, há um maior risco de desperdícios e ineficiências. A implementação de estratégias *Lean*, como o *Just-in-Time* e o mapeamento de fluxo de valor, que serão detalhadas nos próximos capítulos, pode mitigar esses desafios, mas depende de uma mudança cultural dentro das organizações, voltada para a eliminação de desperdícios e a otimização contínua dos processos. Esses desafios, se não tratados, comprometem a eficiência da gestão de insumos, aumentando os custos e reduzindo a produtividade dos projetos de construção.

2.2 Principais estratégias e ferramentas da *Lean Construction*.

A LC é uma abordagem adaptada do sistema de produção enxuta (*Lean Manufacturing*), voltada para eliminar desperdícios e aumentar a eficiência na construção civil. Quando aplicada à gestão de insumos, essa metodologia oferece várias estratégias e ferramentas que otimizam o fluxo de materiais e minimizam perdas, garantindo maior controle e previsibilidade nos processos. Destacam-se as principais estratégias e ferramentas *Lean* aplicáveis à gestão de insumos, detalhando seus impactos.

2.2.1 Princípios da *Lean Construction*

Koskela (2020) propõe onze princípios fundamentais para a implementação eficaz da LC, que visam aumentar a eficiência e a qualidade dos processos na construção civil. Esses princípios incluem o aumento do valor do produto, focando em identificar e entregar valor ao cliente, e a redução da variabilidade, buscando minimizar a inconsistência nos processos de produção e entrega. A simplificação de processos também é essencial, eliminando etapas desnecessárias e tornando as operações mais eficientes. Além disso, há a redução ou eliminação de atividades que não agregam valor, concentrando-se nas que contribuem diretamente para o resultado final. A melhoria contínua do processo deve ser uma busca constante, com foco na excelência e na revisão contínua das práticas de trabalho. Outro princípio importante é a redução do tempo de ciclo, visando entregar produtos de forma mais rápida e eficiente. A flexibilidade da produção é igualmente destacada, com sistemas de produção adaptáveis às mudanças nas demandas de mercado e às necessidades dos clientes. A transparência do processo, através de uma comunicação clara e colaboração em todas as etapas, promove a confiança entre as partes envolvidas. Koskela também defende o uso de referências em melhores práticas para guiar os processos de execução, além de um controle abrangente e eficaz em todas as fases do projeto, garantindo o cumprimento de prazos e orçamentos. Por fim, o equilíbrio entre fluxo e conversão deve ser aprimorado, permitindo uma produção contínua e sem interrupções, garantindo a eficiência global do processo.

Esses princípios só podem ser plenamente aplicados se houver uma melhoria abrangente na gestão de projetos e integração das partes interessadas, permitindo que a filosofia *Lean* seja utilizada para otimizar todas as fases do processo produtivo. O estudo de Koskela et al. (2019) também destaca que a falta de otimização dos subprojetos em uma edificação é a maior fonte de perdas, onde a Construção Enxuta atua para eliminar essas causas e maximizar as atividades que agregam valor.

A implementação de uma cadeia de valor é importante para identificar atividades que geram ou não valor ao projeto. Por exemplo, o despejo de concreto para lajes é uma atividade que agrega valor, enquanto o tempo de espera da betoneira prejudica o processo. O *Lean* busca eliminar atividades que não agregam valor, otimizando a logística e reduzindo custos, além de garantir que os prazos sejam cumpridos antes do previsto (KOSKELA, 2020).

2.2.2 Desperdício

Na filosofia da *LC*, resíduos são definidos como quaisquer elementos que não agregam valor diretamente às atividades necessárias para a conclusão de uma unidade produtiva (ASLAM et al, 2022). Esses resíduos são classificados em sete categorias: estoques excessivos, que geram custos adicionais de armazenamento e deterioração ao manter mais materiais do que o necessário; transporte desnecessário, que aumenta o tempo e custos sem agregar valor ao processo produtivo; defeitos e retrabalhos, que consomem recursos e tempo com correções; excesso de produção, que resulta em desperdício de materiais e armazenamento desnecessário; movimentação inútil de pessoas, que gera perda de tempo e energia; e excesso de processamento, quando atividades desnecessárias são realizadas, muitas vezes devido a ineficiências no planejamento.

A gestão tradicional da construção civil, focada principalmente na transformação linear de materiais em produtos finais, frequentemente ignora esses resíduos, uma vez que seu foco está nas etapas de conversão direta, negligenciando aspectos como transporte, armazenamento e movimentação. Isso cria um ambiente propenso a ineficiências. Em contraste, a abordagem da *LC* adota uma visão holística, considerando a otimização de todos os fluxos envolvidos, desde materiais até informações e o movimento de trabalhadores, com o objetivo de eliminar atividades que não agregam valor e maximizar a eficiência e o valor entregues ao cliente (KOSKELA, 2020).

A *LC* propõe que a produção deve ser vista como uma combinação de transformação de materiais, fluxo de recursos e geração de valor (MARTINEZ et al, 2019). Por exemplo, ao construir um piso, a transformação ocorre ao unir porcelanato com argamassa, o fluxo refere-se ao uso eficiente desses materiais, e o valor é medido pelo número de metros quadrados construídos em determinado tempo. Para a *LC*, a otimização vai além da transformação em si, sendo fundamental melhorar o fluxo de materiais até os locais de execução, garantindo que cada etapa agregue valor de forma eficiente.

Enquanto a construção tradicional foca em atividades de conversão, a *LC* reconhece a importância de otimizar os fluxos de recursos e materiais para garantir eficiência máxima. O modelo tradicional se baseia em teorias limitadas, como a teoria de projetos, que enxerga a construção apenas como um processo de transformação, e a teoria de gestão, que foca principalmente no planejamento, relegando o controle e a execução a papéis secundários. O *Project Management Body of Knowledge* (PMBOK), por exemplo, privilegia o planejamento detalhado, mas oferece pouca ênfase no controle e na execução, o que resulta em falhas na adaptação e na melhoria contínua ao longo do projeto (UUSITALO et al., 2019). Assim, a abordagem *Lean* busca corrigir essas limitações, promovendo uma gestão integrada e eficiente que valoriza tanto o planejamento quanto o controle dinâmico e a execução rigorosa, minimizando desperdícios e maximizando valor.

2.2.3 Just-in-Time (JIT)

O *Just-in-Time* é uma das principais estratégias *Lean* que visa entregar materiais na quantidade certa, no momento exato, e no local correto, minimizando estoques desnecessários. Na gestão de insumos, o JIT contribui para evitar o acúmulo de materiais no canteiro de obras, o que não só economiza espaço, como também reduz o risco de deterioração ou roubo de insumos. Ao alinhar a entrega com o cronograma de execução, o JIT garante que os recursos sejam usados imediatamente, eliminando desperdícios relacionados a armazenamento inadequado ou obsolescência (FORBES; AHMED, 2020).

2.2.4 Mapeamento do Fluxo de Valor (*Value Stream Mapping* - VSM)

O mapeamento do fluxo de valor (VSM) no contexto da LC é uma ferramenta analítica robusta, voltada para a identificação e eliminação de desperdícios em cada etapa do processo de gestão de insumos, desde a aquisição, transporte, armazenagem, até sua utilização no canteiro de obras. Ele permite a visualização sistêmica do fluxo de materiais e informações, possibilitando a detecção de atividades que não agregam valor, tais como tempos de espera, movimentações desnecessárias, estoques excessivos e retrabalhos. Ao aplicar o VSM, pode-se analisar indicadores como lead time, tempo de ciclo e taxa de utilização dos recursos, identificando gargalos que impactam diretamente a eficiência da cadeia produtiva. Além disso, o VSM possibilita a criação de um estado futuro ideal do processo, propondo melhorias para um fluxo de trabalho mais enxuto e contínuo, com menor variabilidade e maior previsibilidade. A integração desta ferramenta com outras técnicas do *Lean*, como o *Just in Time* e o *Kanban*, potencializa o gerenciamento dos insumos, reduzindo os tempos de espera e melhorando a coordenação entre os fornecedores e o canteiro de obras. Dessa forma, o VSM atua não apenas na redução de custos diretos, mas também na melhoria da confiabilidade do planejamento e na agilidade da execução, contribuindo para uma gestão mais eficaz e alinhada aos princípios *lean* (GAO; LOW, 2014; IGWE et al., 2020).

2.2.5 Valor Agregado (EVM)

O método de Valor Agregado (EVM - *Earned Value Management*) é uma técnica amplamente utilizada no gerenciamento de projetos para medir o desempenho e o progresso, integrando escopo, tempo e custos. No contexto da construção civil, o EVM permite aos gestores avaliarem se o projeto está dentro do cronograma e do orçamento, por meio de métricas como o Valor Agregado (EV), o Custo Real (AC) e o Valor Planejado (PV). Essas métricas fornecem uma visão clara do desempenho do projeto, permitindo ajustes proativos. No entanto, apesar de sua eficácia para monitorar e controlar o desempenho financeiro e temporal, o EVM pode não captar de maneira integral os princípios da LC, que se concentram na eliminação de desperdícios e na maximização do valor para o cliente. Enquanto o EVM foca em variáveis como custos e prazos, a LC visa otimizar os fluxos de trabalho, reduzir a variabilidade e melhorar a qualidade geral do processo (GAO; LOW, 2014).

A integração do EVM com os princípios LC pode gerar uma sinergia interessante. Enquanto o EVM fornece dados quantitativos para monitorar o desempenho do projeto, a LC complementa ao enfatizar a melhoria contínua dos processos e a eliminação de atividades que não agregam valor. Por exemplo, a ferramenta de Valor Agregado pode ser utilizada em conjunto com técnicas *lean*, como o *Last Planner System* (LPS) e o *Kanban*, para melhorar o planejamento e execução, ao mesmo tempo em que o VSM (Mapeamento do Fluxo de

Valor) pode identificar gargalos e desperdícios no processo de produção. Essa combinação permite que o projeto não seja apenas monitorado financeiramente, mas também avaliado em termos de eficiência operacional. O gerenciamento de valor agregado pode, assim, se beneficiar dos princípios de fluxo contínuo e da redução de variabilidade promovidos pela LC, o que potencializa a entrega de valor ao cliente e otimiza os recursos empregados (BALLARD et al., 2002).

2.2.6 Planejamento de Longo e Curto Prazo (*Last Planner System - LPS*)

O *Last Planner System* é uma ferramenta *Lean* voltada para o planejamento e controle da produção, que integra o planejamento de longo prazo com o de curto prazo. Ao aplicar o LPS à gestão de insumos, é possível planejar com maior precisão as necessidades de materiais em cada fase do projeto, garantindo que os insumos estejam disponíveis no momento certo, sem excesso de compra. Isso minimiza tanto os atrasos quanto os estoques excessivos, além de promover um controle mais rigoroso do fluxo de materiais em cada etapa da obra (BHATT et al, 2021).

Para gerenciar a variabilidade no planejamento e garantir uma execução eficiente, a LC adota ferramentas específicas, como o Sistema Último Planejador (LPS). De acordo com Mossman et al. (2013), o Último Planejador é um sistema de gestão colaborativa que envolve uma rede de relacionamentos e diálogos necessários para coordenar a programação, produção, planejamento e execução dos projetos.

A aplicação do Sistema Último Planejador é essencial para aumentar a confiabilidade do planejamento na construção civil. Ele ajuda a reduzir a incerteza e promove melhorias no desempenho do projeto, integrando cronogramas intermediários e semanais ao plano geral do projeto. Esses cronogramas detalhados permitem uma análise aprofundada dos possíveis obstáculos que podem surgir durante a execução das tarefas, contribuindo para uma maior fluidez e eficiência no processo produtivo (ALBALKHY; SWEIS, 2021).

2.3 PMBOK na construção civil

O PMBOK (*Project Management Body of Knowledge*) é um conjunto de práticas e diretrizes amplamente aceito para o gerenciamento de projetos em diversos setores, incluindo a construção civil. Ele oferece uma estrutura sistemática e padronizada para planejar, executar e controlar projetos de construção, o que é essencial para gerenciar a complexidade e o dinamismo inerentes a esse tipo de empreendimento (KAISER, 2024).

Na construção civil, o PMBOK divide o gerenciamento de projetos em dez áreas de conhecimento: integração, escopo, tempo, custo, qualidade, recursos, comunicações, riscos, aquisições e partes interessadas. Essas áreas são organizadas em cinco grupos de processos: iniciação, planejamento, execução, monitoramento e controle, e encerramento. A utilização desse framework ajuda a garantir que todos os aspectos críticos do projeto sejam abordados de forma holística, desde a concepção até a conclusão (AMARAL; ANDRADE, 2023).

Um dos principais benefícios do uso do PMBOK na construção civil é a capacidade de organizar e documentar detalhadamente cada fase do projeto. Isso proporciona maior clareza sobre os objetivos do projeto, melhora a comunicação entre as partes interessadas e define claramente os critérios de sucesso. No planejamento de um projeto de construção, por exemplo, o PMBOK ajuda a estabelecer um escopo preciso e detalhado, evitando

problemas de retrabalho e de mudanças inesperadas que possam aumentar custos e atrasar cronogramas (ROCHA, 2015).

Além disso, o PMBOK oferece uma abordagem estruturada para a gestão de riscos, algo importante no ambiente da construção, onde imprevistos como atrasos em entregas, condições climáticas adversas e problemas com fornecedores podem afetar significativamente o progresso. Com o uso de ferramentas de gerenciamento de riscos, como a análise qualitativa e quantitativa de riscos, os gestores podem antecipar possíveis problemas e desenvolver planos de mitigação eficazes. Outro aspecto importante é o gerenciamento de cronogramas e custos. O PMBOK proporciona diretrizes detalhadas para a criação de cronogramas, incluindo o uso de técnicas como o método do caminho crítico (CPM) e o método de valor agregado (EVM). Essas práticas são fundamentais para garantir que o projeto seja entregue no prazo e dentro do orçamento. No que tange à gestão de custos, o PMBOK possibilita o monitoramento contínuo dos gastos, permitindo intervenções rápidas em caso de desvios (AMARAL; ANDRADE, 2023).

Por fim, o gerenciamento da qualidade é outro componente importante do PMBOK, que assegura que o projeto atenda aos padrões e especificações definidos no início. Ferramentas de controle de qualidade são aplicadas para garantir que cada etapa da construção esteja em conformidade com os critérios de excelência estabelecidos (KAISER, 2024).

3 Estudo de caso

Este estudo de caso tem como objetivo comparar a eficiência de dois métodos distintos de planejamento e execução em um projeto de construção civil: o tradicional, baseado no PMBOK, e a LC. A análise foca na construção de um edifício de 15 andares, utilizando ambas as abordagens para avaliar o impacto de cada metodologia no desempenho do projeto. Embora as construções tenham sido realizadas em locais diferentes, as condições e a estrutura de trabalho são comparáveis, permitindo uma avaliação precisa das influências de cada modelo sobre os resultados finais.

2.3.1 Projeto A: Construção de edifício de 15 Andares utilizando o Planejamento do PMBOK

Neste primeiro caso, analisamos a construção de um edifício de 15 andares, onde o planejamento foi realizado de acordo com o modelo do PMBOK (*Project Management Body of Knowledge*). A abordagem tradicional focou na gestão por meio de processos padronizados que seguem uma estrutura formal de planejamento, execução e controle de projetos. A equipe de gestão seguiu rigidamente as fases propostas pelo PMBOK, que incluem o início, planejamento, execução, monitoramento e controle, e encerramento.

A fase de planejamento no PMBOK é extremamente detalhada e prioriza a elaboração de um plano global e previsível para todas as etapas do projeto. Nesse caso, a equipe de planejamento dedicou um tempo significativo para a criação de um plano mestre, contemplando todas as atividades de construção, desde a fundação até a entrega final do edifício. O plano foi baseado em prazos fixos e pré-estabelecidos, com margens de contingência para eventuais atrasos e custos imprevistos.

Os engenheiros e gestores de projeto concentraram-se em prever todas as variáveis possíveis, incluindo condições climáticas, disponibilidade de mão de obra e possíveis interrupções no fornecimento de materiais. Foi criada uma agenda de entregas muito rígida, que não permitia flexibilidade caso houvesse desvios durante a execução.

A execução seguiu um modelo linear, onde as atividades foram organizadas em uma sequência lógica, de acordo com o cronograma pré-estabelecido. Cada equipe foi atribuída a uma tarefa específica, com pouca integração entre os diferentes setores (fundação, alvenaria, instalações elétricas e hidráulicas, acabamentos, etc.). Houve forte dependência de cronogramas e de contratos com fornecedores, que seguiam estritamente os prazos acordados, mesmo que as condições no canteiro de obras mudassem.

Durante a execução, foi comum que problemas imprevistos surgissem, como falhas no fornecimento de materiais ou mudanças nas condições de trabalho. No entanto, a rigidez do planejamento, característica do PMBOK, dificultou a adaptação às novas circunstâncias, resultando em atrasos e aumento de custos. Quando ocorria uma interrupção em uma atividade, isso frequentemente gerava um efeito dominó, impactando outras partes do projeto que dependiam do término das etapas anteriores.

O controle e o monitoramento foram feitos principalmente por meio de relatórios e reuniões de status semanais. O uso de ferramentas de controle de qualidade e de cronograma foi comum, e a equipe de gestão monitorava os desvios em relação ao plano original. Embora houvesse um bom controle sobre os aspectos financeiros e de qualidade do projeto, o gerenciamento dos cronogramas e o fluxo de materiais foram grandes desafios.

Por exemplo, o armazenamento de insumos no canteiro de obras foi subestimado, resultando em excesso de estoque de certos materiais, que ocuparam espaço valioso e deterioraram com o tempo. Outros materiais críticos, por sua vez, chegaram atrasados devido a falhas na coordenação logística. A necessidade de retrabalho foi outro problema frequente, já que as equipes não tinham flexibilidade para ajustar suas atividades com rapidez e eficiência, o que resultou em falhas de comunicação entre os setores.

O projeto foi concluído com um atraso de cerca de 15% em relação ao prazo original e um aumento de 12% nos custos previstos, o que trouxe consequências significativas para a sua rentabilidade. Parte desse aumento de custos foi ocasionado pela necessidade de retrabalho, causado por falhas de comunicação entre as equipes, e pela aquisição de materiais de última hora com preços mais elevados devido à urgência. Além disso, a falta de planejamento adequado em relação ao fornecimento e à logística de materiais levou a situações em que determinados insumos críticos não chegaram a tempo, causando interrupções no andamento das atividades. Por outro lado, materiais não essenciais foram comprados em excesso e permaneceram estocados por longos períodos, resultando em desperdício e custos de armazenamento não previstos.

A falta de flexibilidade do planejamento, característico do método utilizado, impediu que adaptações fossem feitas de forma ágil durante a execução, o que contribuiu para atrasos sucessivos. O cronograma rígido não permitiu que os ajustes necessários fossem implementados rapidamente, e as condições dinâmicas do canteiro de obras – como mudanças climáticas, atrasos de fornecedores e imprevistos técnicos – não puderam ser tratadas com a eficiência exigida. Esse descompasso entre o planejamento e a realidade das obras exigiu replanejamentos frequentes, gerando desorganização.

Outro problema crítico foi a baixa integração entre as equipes nas diferentes fases do projeto. Não havia sinergia suficiente entre os times de planejamento, execução e suprimentos, o que resultou em uma execução fragmentada e pouco coordenada. Falhas de comunicação entre esses grupos foram comuns, e as equipes trabalhavam de maneira isolada, sem uma visão compartilhada dos objetivos do projeto. Isso culminou em tarefas duplicadas e, em alguns casos, em atividades sendo realizadas fora de sequência, o que gerou a necessidade de retrabalhos e maior consumo de tempo e recursos.

2.3.2 Projeto B: Construção de edifício de 15 Andares utilizando *Lean Construction*

Neste segundo caso, o mesmo edifício de 15 andares foi construído utilizando a abordagem da *LC*, que busca maximizar a eficiência, minimizar o desperdício e aumentar o valor agregado ao cliente. A filosofia *Lean* foi aplicada a todas as fases do projeto, desde o planejamento até a entrega, com foco em colaboração, flexibilidade e melhoria contínua.

Na abordagem *Lean*, o planejamento foi baseado em uma colaboração estreita entre todos os envolvidos no projeto, desde engenheiros até fornecedores e trabalhadores no canteiro de obras. A fase inicial focou em identificar atividades que agregam valor ao cliente e eliminar desperdícios em potencial.

Diferente do planejamento rígido e linear do PMBOK, o Sistema Último Planejador (LPS) foi adotado para criar um cronograma mais flexível e dinâmico, dividido em três níveis: planejamento de fase, planejamento semanal (*Lookahead*) e planejamento diário. No nível de planejamento de fase, foram estabelecidas metas de longo prazo, permitindo uma visão estratégica do projeto. Já no planejamento semanal, cada equipe detalhava as atividades para as próximas seis semanas, identificando restrições potenciais, como falta de materiais ou mão de obra, e trabalhando para resolvê-las antes que se tornassem obstáculos. O planejamento diário, por sua vez, era orientado pela execução imediata, garantindo que cada tarefa fosse concluída sem interrupções, sempre com as restrições resolvidas antecipadamente. Além disso, o LPS permitiu reuniões regulares de coordenação, onde a equipe revisava o progresso e fazia ajustes conforme necessário. Esse modelo colaborativo e iterativo possibilitou uma resposta mais rápida às condições reais do canteiro de obras, como mudanças climáticas ou imprevistos, permitindo ajustes contínuos e evitando os atrasos comuns no cronograma fixo do PMBOK. Essa flexibilidade resultou em uma execução mais eficiente e na redução de tempo ocioso, aumentando a produtividade geral e a confiabilidade do planejamento.

Um destaque importante foi a identificação, já nas fases iniciais, de gargalos e potenciais problemas logísticos, como a entrega irregular de materiais e a falta de coordenação entre fornecedores. Esse diagnóstico precoce permitiu a elaboração de um plano integrado que contemplasse todas as etapas do projeto de forma fluida e eficiente. Por exemplo, ao mapear o fluxo de materiais, foi possível identificar que o transporte de insumos, como cimento e aço, enfrentava frequentes atrasos devido à programação inadequada das entregas. A solução foi sincronizar os horários de entrega com o cronograma de produção no canteiro, utilizando o *Just in Time* para evitar o acúmulo desnecessário de materiais e minimizar o risco de desperdícios. Além disso, a integração entre as equipes de diferentes disciplinas foi reforçada, promovendo reuniões semanais para alinhar expectativas e resolver pendências de forma colaborativa, evitando retrabalho e interrupções. Essa abordagem também incluiu o uso de ferramentas digitais para

rastreamento em tempo real dos suprimentos e atividades, permitindo ajustes imediatos e garantindo que todos os recursos estivessem disponíveis no momento exato de sua aplicação, eliminando gargalos operacionais e aumentando a eficiência do projeto como um todo.

A execução na abordagem *Lean* priorizou o fluxo contínuo de trabalho e a integração entre as equipes. A prática do Just in Time (JIT) foi aplicada para garantir que os materiais chegassem ao canteiro de obras exatamente quando necessários, evitando o armazenamento excessivo e o desperdício de recursos. Isso foi importante para otimizar o espaço disponível e melhorar a logística no local, reduzindo os custos com estoque e transporte.

Diferentemente do modelo PMBOK, as equipes de diferentes especialidades (estrutura, instalações, acabamento) trabalharam de forma mais colaborativa, com reuniões de coordenação frequentes para ajustar o cronograma e resolver problemas em tempo real. Esse nível de comunicação entre os setores garantiu que as atividades pudessem ser realizadas de forma sequencial e sem interrupções, minimizando o retrabalho.

Além disso, o uso da Análise de Valor Agregado (*Value Stream Mapping* - VSM) foi importante para visualizar o fluxo de trabalho de ponta a ponta, permitindo uma identificação precisa de gargalos e atividades que não agregavam valor. Um exemplo claro foi a redução de tempos de espera de betoneiras, que anteriormente causavam atrasos e aumentavam o desperdício. Através da otimização da logística de fornecimento, o VSM permitiu que o concreto fosse entregue no momento exato de sua aplicação, minimizando desperdícios e maximizando a eficiência. Essa análise detalhada do fluxo também identificou etapas redundantes no transporte de materiais e na organização do canteiro de obras, o que possibilitou a redistribuição de recursos de maneira mais eficiente, reduzindo custos indiretos e evitando ociosidade de equipes. Ao eliminar essas ineficiências, o projeto ganhou em fluidez operacional e aumento de produtividade, evidenciando como o VSM pode alinhar o planejamento com a execução em tempo real.

O controle foi realizado em tempo real, com ênfase na transparência do processo. Informações sobre o progresso de cada etapa eram compartilhadas com todos os envolvidos, e qualquer desvio em relação ao plano era tratado imediatamente, de forma colaborativa.

Um dos aspectos mais inovadores da abordagem *Lean* foi a utilização do conceito de *Kaizen* (melhoria contínua). Durante toda a execução, pequenos ajustes foram feitos para aumentar a eficiência das operações e corrigir falhas rapidamente. Em vez de esperar que os problemas se acumulassem para serem resolvidos em uma etapa posterior, a equipe fez melhorias contínuas, resultando em um fluxo de trabalho mais suave e eficiente.

A construção foi concluída não apenas dentro do prazo previsto, mas também sem aumento nos custos, graças à aplicação eficiente das ferramentas *Lean*, que permitiram um gerenciamento mais dinâmico e preciso do processo construtivo. A eliminação de atividades que não agregavam valor, como movimentações desnecessárias de materiais e espera de recursos, foi um dos principais fatores que contribuíram para uma redução de aproximadamente 8% no custo total do projeto. A implementação do Just in Time, por exemplo, foi importante para evitar o acúmulo de materiais no canteiro, o que não só

economizou espaço e recursos, mas também reduziu o risco de deterioração de insumos e simplificou a logística.

Além da economia financeira, o projeto também obteve uma redução de 10% no tempo total de execução, comparado ao cronograma inicialmente planejado. Isso foi possível principalmente devido à flexibilidade oferecida pelo Sistema Último Planejador (LPS), que permitiu revisões constantes do planejamento em três níveis (fase, semanal e diário). Essa abordagem flexível possibilitou a resolução ágil de problemas assim que surgiam, evitando interrupções maiores e garantindo a continuidade das atividades sem a necessidade de retrabalhos significativos. As decisões eram tomadas com base nas condições reais do canteiro, o que minimizou o impacto de imprevistos e aumentou a previsibilidade dos resultados.

A colaboração entre equipes também foi um diferencial. Com a abordagem Lean, a comunicação entre os setores de planejamento, execução e suprimentos foi mais fluida e transparente, permitindo que as informações fossem compartilhadas em tempo real. Essa coordenação mais eficaz resultou em menos atrasos, já que cada equipe tinha uma visão clara do progresso geral e das suas responsabilidades imediatas. Essa sinergia evitou a duplicidade de esforços e reduziu drasticamente as chances de erro.

A identificação precoce de gargalos no fluxo de trabalho, como potenciais atrasos na entrega de concreto ou a falta de recursos específicos, foi resolvida de forma proativa. Isso foi possível graças ao uso de ferramentas de visualização do processo, como o *Value Stream Mapping* (VSM), que permitiu que a equipe identificasse rapidamente os pontos de ineficiência e ajustasse a logística de forma eficiente. Por exemplo, a entrega de concreto foi sincronizada com as fases críticas da obra, eliminando o tempo de espera e ociosidade das equipes de aplicação.

Outro aspecto importante foi a melhoria contínua (Kaizen), que possibilitou ajustes incrementais durante o projeto, resultando em ganhos de produtividade ao longo do tempo. Cada etapa foi revisada para identificar oportunidades de aprimoramento, o que aumentou a eficiência global sem necessidade de grandes alterações no cronograma ou no orçamento. Com isso, o projeto conseguiu cumprir os prazos e os objetivos de custo, contrastando fortemente com os modelos de planejamento mais rígidos, como o PMBOK, que apresentaram maior dificuldade em adaptar-se às condições variáveis do canteiro de obras.

4 Análise dos resultados

Ao comparar os resultados dos dois casos apresentados - a construção de um prédio de 15 andares utilizando o modelo tradicional de planejamento do PMBOK e o método da *LC* - percebe-se que, embora ambos possam alcançar a entrega do projeto, suas abordagens, resultados e impactos são significativamente diferentes.

No modelo PMBOK, o planejamento é centralizado e sequencial, o que oferece uma estrutura sólida, com todas as etapas detalhadamente previstas antes da execução. Essa abordagem tradicional é eficiente quando há pouca variabilidade e o contexto do projeto permanece estável. Contudo, qualquer alteração no planejamento exige revisões extensivas, já que o cronograma está rigidamente interligado.

Por outro lado, na *LC*, o planejamento é interativo, realizado em colaboração com as partes interessadas e constantemente revisado através do Sistema Último Planejador (LPS). Essa abordagem aumenta a flexibilidade e permite a adaptação rápida às mudanças, um elemento que a *Lean* considera importante, conforme Koskela (2020), ao enfatizar a redução da variabilidade e a melhoria contínua. A capacidade de reagir às variabilidades reduz ineficiências, permitindo que ajustes sejam feitos conforme os obstáculos surgem.

No modelo *Lean*, a execução é contínua, com ênfase em otimizar o fluxo de trabalho e eliminar desperdícios. A aplicação do Just in Time (JIT), por exemplo, demonstrou-se eficaz na gestão dos materiais, garantindo que estes fossem entregues no momento exato, minimizando o armazenamento no canteiro e o desperdício de recursos. Este conceito está alinhado com os princípios de Taiichi Ohno (1988), ao destacar que o JIT visa não só melhorar o fluxo contínuo de produção, mas também minimizar estoques excessivos. Além disso, o uso do *Value Stream Mapping* (VSM) ajudou a identificar atividades que não agregam valor, promovendo um processo mais eficiente. A eliminação do retrabalho e o ajuste contínuo das atividades contribuem diretamente para a melhoria do desempenho geral.

No PMBOK, o controle e monitoramento são baseados no cumprimento das etapas do cronograma e dos custos estabelecidos. As métricas utilizadas, como o Valor Agregado (EVM), fornecem uma visão quantitativa do progresso, mas, como mostrado no primeiro caso, a abordagem se mostrou ineficiente ao lidar com os desafios do fluxo de materiais, mudanças de cronograma e retrabalhos. O foco excessivo no cumprimento de prazos, sem uma flexibilidade considerável, dificultou a adaptação a mudanças necessárias durante a execução.

Por outro lado, a abordagem *Lean* demonstrou maior agilidade na resposta a problemas, já que o controle era feito em tempo real, com informações transparentemente compartilhadas entre as equipes.

No caso do PMBOK, o projeto foi entregue, mas com aumento de custos e atrasos no cronograma. Os desvios ocorreram principalmente devido à inflexibilidade do modelo de planejamento e execução, à falta de coordenação em tempo real entre as equipes, e à gestão ineficiente de recursos no canteiro de obras. O resultado foi uma execução mais lenta, com retrabalho e custos adicionais gerados por imprevistos não considerados durante o planejamento inicial.

No segundo caso, a *LC* proporcionou uma redução de 8% nos custos e uma economia

de 10% no tempo de execução. Esses ganhos estão diretamente relacionados à eliminação de desperdícios, conforme proposto por Womack e Jones (1996), ao detalharem o foco da *Lean* em agregar valor ao cliente e eliminar todas as atividades que não agregam valor. A flexibilidade no planejamento e a integração entre as equipes ajudaram a manter o projeto dentro do cronograma e do orçamento, minimizando o retrabalho e utilizando os recursos de maneira mais eficiente.

No modelo PMBOK, a satisfação das partes interessadas foi limitada. Embora o edifício tenha sido entregue, o projeto sofreu com atrasos e custos adicionais, gerando descontentamento entre clientes e investidores. A falta de agilidade e de colaboração mais próxima entre as partes interessadas foi um fator negativo.

Na abordagem *Lean*, a colaboração estreita e o foco na transparência do processo resultaram em maior confiança entre todos os envolvidos. A comunicação aberta, reuniões regulares de coordenação e a integração das equipes permitiram resolver problemas em tempo real e ajustar o planejamento de maneira eficaz, aumentando a satisfação geral.

5 Considerações Finais

Dessa forma, o estudo evidencia que, embora ambas as abordagens tenham seus méritos, a *LC* se mostrou mais eficaz na entrega de resultados otimizados, tanto em termos de custos quanto de prazos, além de proporcionar maior satisfação das partes interessadas. A adoção de uma metodologia *Lean* pode ser particularmente vantajosa para projetos de construção civil, onde as variabilidades e os desafios de logística frequentemente exigem flexibilidade e eficiência operacional.

A análise dos dois casos mostra que a abordagem *LC* é significativamente mais eficiente em termos de gerenciamento de projetos de construção. Enquanto o PMBOK oferece uma estrutura robusta, sua rigidez e dependência de planejamentos iniciais limitam sua capacidade de adaptação a variabilidades e imprevistos, resultando em custos e prazos excedidos. A *LC*, com seu foco em eliminar desperdícios, flexibilizar o planejamento e melhorar continuamente os processos, demonstrou ser mais eficaz para otimizar os resultados, garantindo uma execução mais ágil, econômica e satisfatória.

A aplicação dos princípios *Lean* permitiu maior fluidez na gestão dos recursos e nas tomadas de decisões, resultando em um processo mais ajustado à realidade dinâmica de um canteiro de obras. Isso valida a teoria de que a *LC* não apenas maximiza o valor ao cliente, como também promove uma maior eficiência operacional em todo o ciclo de vida do projeto.

Referências

ALBALKHY, W.; Sweis, R. **Barriers to adopting Lean Construction in the construction industry: A literature review**. International Journal of Lean Six Sigma, v. 12, n. 12, 2021, p.210-236.

AMARAL, Diego Roger Borga; ANDRADE, Robby Marcos Pereira de. **Gerenciamento de projetos na construção civil**. TEC=USU, 6(1), 2023: 35-62.

- ASLAM, M.; GAO, Z.; SMITH, G. **Framework for selection of Lean Construction tools based on Lean objectives and functionalities.** *International Journal of Construction Management*, v. 22, n. 8, 2022, p. 1559-1570.
- BALLARD, G.; TOMMELEINT, I.; KOSKELA, L.; HOWELL, G. **Lean Construction tools and techniques.** In: R. Best and G. de Valence (Eds.), *Design and construction: building in value.* New York: Butterworth-Heinemann, 2002.
- BHATT, M. K.; PIMPLIKAR, S. S.; PANDEY, P. **Elimination of process wastes in construction by using Last Planner System.** *Lecture Notes in Civil engineering*, v. 87, 2021, p. 325–333.
- FORBES, L. H.; AHMED, S. M. **Lean Project Delivery and Integrated Practices in modern construction.** Boca Raton: Routledge: 2020.
- GAO, S.; LOW, S. P. **Lean Construction management.** New York: Springer, 2014.
- HASAN, Abid; SHRESTHA, Asheem; KUMAR, Neeraj Jha. **Construction company management** London: Routledge, 2024.
- IGWE, C.; HAMMAD, A.; NASIRI, F. **Influence of Lean Construction wastes on the transformation-flow- value process of construction.** *International Journal of Construction Management*, 2020, v. 22, p.2598–2604.
- KAISER, A. F. **Planejamento de um projeto de construção civil, a partir do PMBOK.** *Revista Organização Sistêmica*, [S. l.], v. 12, n. 22, p. 21–36, 2024.
- KOSKELA, L. **Theory of Lean construction.** In Patricia Tzortzopoulos, Mike Kagioglou, Lauri Koskela (eds). *Lean construction: Core concepts and new frontiers.* New York: Routledge, 2020.
- KOSKELA, Lauri; FERRANTELLI, A.; NIIRANEN, J.; PIKAS, E.; DAVE, B. **Epistemological explanation of Lean Construction.** *Journal of Construction Engineering and Management*, v. 145, n. 2, 2019, article 04018131.
- MARTINEZ, E.; REID, C. K.; TOMMELEIN, I. D. **Lean Construction for affordable housing: A case study in Latin America.** *Construction Innovation*, v. 19, n. 4, 2019, p. 570–593.
- NAWAZ, Ahsan; CHEN, Jian; SU, Xing. **Factors in critical management practices for construction projects waste predictors to C&DW minimization and maximization.** *Journal of King Saud University - Science*, 35(2), 2023, 102512.
- OHNO, Taiichi. **Toyota production system: Beyond large-scale production.** New York: Productivity Press, 1988.
- PMI - PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE. **A Guide to the Project Management Body of Knowledge and the Standard for Project Management.** 7. ed. Pennsylvania: PMI, 2021.
- ROCHA, Bruna Ferreira da. **O guia PMBOK e as pequenas construtoras: estudo de caso.** 2015. 131 f. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Juiz de Fora. Juiz de Fora. 2015.
- SINGH, Arpit; KUMAR, Vimarl; MITTAL, Ankesh; VERMA, Pratima. **Identifying critical challenges to lean construction adoption.** *Construction Innovation*. 24(1), 2023: 17-42. ISSN: 1471-4175.

UUSITALO, P.; SEPPÄNEN, O.; PELTOKORPI, A.; OLIVIERI, H. **Solving design management problems using Lean design management: the role of trust.** *Engineering, Construction and Architectural Management*, v. 26, n. 7, 2019, p. 1387–1405.

WOMACK, J. E.; JONES, D.; DANIEL, T. **Lean thinking: Banish waste and create wealth in your corporation.** New York: Simon & Schuster, 1996.



Gestão & Gerenciamento

ANÁLISE DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM ESTRUTURAS DE CONCRETO ARMADO E SUA INTERAÇÃO COM AS FASES DE UM PROJETO: ESTUDO DE CASO

*ANALYSIS OF PATHOLOGICAL MANIFESTATIONS IN REINFORCED
CONCRETE STRUCTURES AND THEIR INTERACTION WITH THE
PROJECT PHASES: A CASE STUDY*

Vitória Barbosa

Pós-graduanda em Planejamento, Gestão e Controle de Obras Civas; Escola Politécnica
Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, Brasil;

vitoriadcbarbosa@hotmail.com

Amaro Francisco Codá dos Santos

Engenheiro Civil, Doutor em Recuperação e Reforço de Estruturas de Concreto; Universidade
Federal Fluminense (UFF), Niterói, RJ, Brasil;

coda.engenharia@uol.com.br

Resumo

Manifestações patológicas podem surgir devido a falhas humanas durante a etapas de projeto e construção, falta de manutenção e fatores químicos, físicos ou biológicos naturais, bem como a natureza porosa do concreto. Este estudo ressalta a importância do planejamento adequado, execução e manutenção regular para garantir a longevidade e o desempenho dos edifícios. Implementar medidas de controle de qualidade mais rigorosas e abordar problemas potenciais durante as fases de construção e operação são essenciais para reduzir ou eliminar problemas patológicos.

Palavras-chaves: concreto; vida útil; patologia; qualidade;

Abstract

Pathological manifestations can arise due to human errors during the design and construction stages, lack of maintenance, and natural chemical, physical, or biological factors, as well as the porous nature of concrete. This study emphasizes the importance of proper planning, execution, and regular maintenance to ensure the longevity and performance of buildings. Implementing stricter quality control measures and addressing potential issues during the construction and operation phases are essential to reduce or eliminate pathological problems.

Keywords: concrete; lifespan; pathology; Quality;

1 Introdução

As inovações tecnológicas vêm ganhando mais espaço quando se trata de aumentar a vida útil de projeto, através do aprimoramento da qualidade e durabilidade das construções. Contudo, apesar de os processos construtivos estarem ficando cada vez mais normatizados e controlados, as edificações antigas não possuíram, em sua maioria, um acompanhamento das etapas de desenvolvimento e construção influenciando em sua vida útil.

De acordo com Bastos, (2006), no Brasil, o principal método construtivo aplicado nas edificações é o concreto armado, uma vez que é um material versátil e de abundância de matéria prima em grande parte das regiões do Brasil. Essa combinação surgiu da necessidade de alinhar as características de resistência à tração do aço, com a resistência à compressão do concreto simples e as vantagens de maior trabalhabilidade, podendo assumir qualquer forma com rapidez e facilidade, protegendo o aço e evitando sua corrosão.

Segundo a NBR 6118 (ABNT, 2023), a durabilidade das estruturas apresenta relação direta com as características do concreto, sua espessura, sua qualidade e o cobrimento da armadura. É comum constatar em prédios antigos a presença de diversas manifestações patológicas, mas dentre elas, a corrosão em estruturas de concreto armado é uma das mais preocupantes.

Conforme Marques (2016), a espessura de cobrimento usual há 20 anos atrás era 10 à 20mm, valores muito inferiores aos indicados por normas atuais – cerca de 30mm a depender da classe de agressividade. Outro fator que impacta o desempenho e a qualidade do concreto é a relação água e cimento, uma vez que essa relação influencia diretamente na porosidade e permeabilidade do concreto, tornando-o suscetível ao aparecimento de manifestações patológicas.

O presente trabalho visa identificar as manifestações patológicas nas estruturas de concreto armado do Centro Assistencial de Desporto, localizado na cidade de Aguai, interior

de São Paulo, e avaliar em quais etapas do gerenciamento houve falhas que desencadearam uma diminuição na qualidade e no desempenho dessa edificação, assim como apresentar alternativas para evitar essas anomalias, avaliando o ambiente, o projeto, materiais e processos construtivos os quais interferem na vida útil de uma estrutura.

2 Fundamentação Teórica

2.1 Patologias em estruturas de concreto

O termo “patologia” é originado do termo “pathos”, o qual significa doença e “logos”, que significa ciência, estudos. Para as construções, é possível relacionar com a definição aplicada à medicina, a qual identifica os sintomas, as origens e a natureza de uma doença, determinando um prognóstico para a doença identificada. Ou seja, patologia pode ser determinada como qualquer desvio anatômico ou fisiológico, em relação à normalidade.

Segundo Marques (2016), a manifestação patológica advém de causas intrínsecas e extrínsecas à edificação, as intrínsecas são inerentes à própria edificação podendo ser falhas humanas durante a execução, ausência de manutenção, causas naturais químicas, físicas e biológicas, ou próprias a estrutura porosa do concreto; enquanto as extrínsecas são agentes externos que interferem na edificação como falhas de projeto ou utilização, ações mecânicas, físicas, químicas e biológicas.

Em uma edificação, manifestações patológicas são todos os “sintomas” cuja ocorrência pode vir a interferir e prejudicar o ciclo de vida da edificação.

2.1.1 Vida útil de projeto e vida útil

De acordo com o exposto na NBR 15.575 (ABNT 2024), a vida útil de projeto (VUP) é o período estimado para o qual um sistema é planejado a fim de atender o estabelecido nas normativas. A VUP é de conhecimento do projetista, construtor e incorporador, mas pode ser influenciada positivamente ou negativamente, devido a formas de uso, manutenção, intempéries e fatores externos (fenômenos naturais). Para a grande maioria das estruturas, a Vida Útil de projeto é de 50 anos.

Já a Vida Útil (VU), é determinada pelo período em que um edifício e/ou seus sistemas atendem o desempenho para o qual foram projetados e construídos, considerando o correto uso, operação e manutenção do usuário.

A execução da obra, o uso e a manutenção do edifício são fatores que podem influenciar para que a vida útil ultrapasse ou não atinja a vida útil de projeto pré-estabelecida.

2.2 Manifestações patológicas em Estruturas de Concreto

Conforme Nascimento e Fontes (2021), as estruturas de concreto armado apresentam, ao longo de suas vidas úteis, sinais de que algo não está a ocorrer como deveria e que essas estruturas precisam de intervenção. As manifestações patológicas, salvo exceções, apresentam características em forma de sintomas com base nos quais é possível definir a sua origem, a causa, o mecanismo de ação e estimar quais as consequências que a não regularização do problema pode acarretar.

Dentre as manifestações patológicas mais comuns em estruturas de concreto, tem-se:

- a) Fissuras e trincas;
- b) Eflorescência e lixiviação;
- c) Corrosão das armaduras.

2.2.1 Fissuras e trincas

As fissuras são aberturas longitudinais de pequena espessura, as quais, de acordo com Moraes (2017), permitem a passagem de ar pela estrutura, podendo desencadear corrosão das armaduras. Dentro os tipos de fissuras podem-se encontrar fissuras por retração hidráulica, fissuras devido a temperatura, fissuras devido a flexão ou cisalhamento, dentre outras. Essa manifestação patológica pode ser desencadeada no concreto fresco ou após algum período.

Segundo Molin (1998), as fissuras podem no concreto ainda fresco podem ser originadas devido à retração da superfície devido a uma rápida evaporação, movimentação das formas ou dessecação superficial, enquanto as fissuras no estado endurecido podem se apresentar devido a fatores físicos, químicos, térmicos ou influências externas. É possível classificar as fissuras de acordo com sua movimentação em ativas ou passivas, as fissuras passivas são aquelas que se alteram devido a intervenções térmicas, de dilatação ou contração, aumentando ou reduzindo sua seção.

De acordo com o IBAPE/MG (2014), as trincas e rachaduras também são causadas devido ao aumento de tensões nos elementos e em seus materiais. Essas anomalias são indícios de que o elemento foi condicionado a esforços maiores aos que sua capacidade estrutural resistia. A partir disso foram determinados parâmetros para caracterização da abertura de acordo com sua espessura, conforme tabela 1.

Tabela 1 – Classificação das aberturas de acordo com sua espessura.

ANOMALIA	ABERTURA (MM)
Fissura	Até 0,50
Trinca	Acima de 0,50 até 1,00
Rachadura	Acima de 1,00 até 5,00
Fenda	Acima de 5,00 até 10,00
Brecha	Acima de 10,00

Fonte: IBAPE / MG, 2014

2.2.2 Eflorescência e lixiviação

Segundo Macedo et. al (2017) a água ácida ou a água com concentração alta de cloretos e sulfatos, ao percolar-se nos poros capilares do concreto, dissolve o hidróxido de cálcio da pasta de cimento, o qual pode reagir com o dióxido de carbono do ar resultando em carbonato de cálcio (CaCO₃). Este sal ao ser carregado pela água, deposita-se na superfície da camada de revestimento, formando uma mancha branca ou estalactites, conforme figura 1.

Figura 1 – Eflorescência em formato de estalactites.



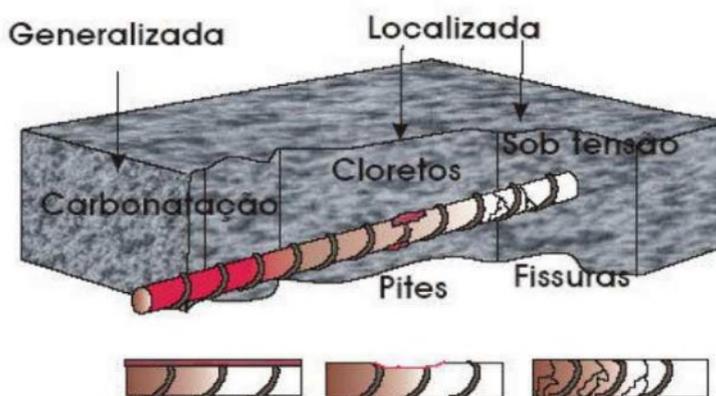
Fonte: Souza, 2017

2.2.3 Corrosão de armaduras

O processo de corrosão das armaduras pode ser classificado como uma reação eletroquímica, a qual pode ser acelerada pela presença de agentes químicos externos ou internos ao concreto. De acordo com (ARIVABENE, 2015), o aço presente no interior do concreto armado, está inserido em um meio altamente alcalino, o qual possui a função de protegê-lo do processo de corrosão. O cobrimento do concreto, definido como uma camada protetora de caráter passivo que está diretamente ligada à proteção da armadura, apresenta a finalidade de evitar a corrosão do aço. A alcalinidade no interior do concreto provém da fase líquida existente nos seus poros que contém hidroxilas oriundas da ionização dos hidróxidos de cálcio, sódio e potássio. Mesmo em idades avançadas, o concreto continua propiciando um meio básico que protege a armadura do fenômeno de corrosão.

Ainda segundo o autor, os principais agentes agressivos que desencadeiam a corrosão das armaduras são demonstrados pela figura 2 e trata-se dos seguintes processos: ação dos íons cloretos; redução de PH do aço, desencadeando carbonatação; e corrosão localizada sob tensão fraturante.

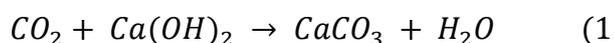
Figura 2 – tipos de corrosão.



Fonte: Arivabene, 2015

Como descrito por Krug et. al, (2023) a carbonatação do concreto é resultado da reação do dióxido de carbono presente na atmosfera com os compostos do cimento hidratado, formando o carbonato de cálcio. Com esse processo, o PH do concreto é reduzido havendo uma perda da camada passivadora e iniciando processo de corrosão do aço. O desenvolvimento de corrosão nas armaduras prejudica a durabilidade e o desempenho das estruturas em concreto armado, uma vez que com a ferrugem resultante do processo corrosivo há uma expansão do volume, havendo tensões de tração que ocasionam trincas e rachaduras no cobrimento do concreto. Essas, além de deixar mais suscetível a estrutura às ações dos agentes agressivos, reduzem a capacidade de carga da estrutura contribuindo para o aumento do processo corrosivo. Em simultâneo com isso, a corrosão também provoca uma redução na seção transversal do vergalhão, comprometendo o suporte da carga e podendo ocasionar o colapso total da estrutura.

Conforme Rostami et. Al (2012) a equação que representa esse processo é descrita na sequência:



3 Metodologia

Quando uma estrutura é afetada por manifestações patológicas, sua vida útil é reduzida devido à ação de agentes agressivos. Este trabalho busca identificar os problemas patológicos nas estruturas de concreto armado do Centro Assistencial de Desporto, localizado em Aguaí, São Paulo, e avaliar as etapas de gerenciamento onde ocorreram falhas, resultando em redução da qualidade e do desempenho da edificação.

O objeto de estudo desse trabalho será uma escada de acesso a uma laje de mezanino, conforme figura 3, a qual foi construída durante a década de 70 juntamente com o restante do complexo. Devido ao fato de o edifício ter permanecido fechado por mais de 20 anos, o espaço não passou por manutenções periódicas para sua conservação. Após ser reativado pela Prefeitura Municipal, diversos sinais de degradação foram constatados.

Figura 3 – Escada em concreto armado.



Fonte: Os autores

Na avaliação os degraus da escada, observou-se diversas manifestações patológicas, as quais afetaram o desempenho e durabilidade de escada. Algumas dessas manifestações são destacadas a seguir:

3.1 Fissuras

Como foi apresentado anteriormente, as fissuras são as primeiras manifestações patológicas a alertar de que a estrutura está passando por algum processo incomum. Conforme as figuras 4 e 5 é possível observar a presença de fissuras na estrutura da escada, tanto nos degraus quanto nos pontos de engaste.

Figura 4 e 5 – presença de fissuras na estrutura em concreto armado.



Fonte: Os autores

De acordo com sua configuração, tipos de abertura, posição e espaçamento, as fissuras em uma estrutura de concreto armado podem indicar diversas causas, frequentemente relacionadas a falhas de projeto, execução ou manuseio. Essas intercorrências reduzem a capacidade resistiva da estrutura.

3.2 Corrosão de armaduras

Realizou-se algumas visitas in loco para verificar a proporção das fissuras e como elas progrediram, foi possível avaliar que a estrutura apresentava corrosão das armaduras em diversos pontos. Nas figuras 6 e 7, é possível avaliar uma alta corrosão das armaduras e exposição do aço.

Figuras 6 e 7 – armaduras em processo de corrosão.



Fonte: os autores

4 Resultados e Discussão

Através da análise das peças in loco e das figuras 8 e 9, é possível inferir que as fissuras apresentadas na estrutura dos degraus da escada foram desencadeadas devido a uma espessura de cobrimento de concreto insuficiente para a armadura.

Figuras 8 e 9 – espessura do cobrimento de concreto



Fonte: os autores

Essas fissuras oriundas de um cobrimento insuficiente permitiram a percolação de agentes agressivos que despassivaram a armadura, dando início a um processo de carbonatação e posterior corrosão.

A corrosão das armaduras e a diminuição da seção dela também provoca fissuração no concreto. Tal fissuração se intensifica devido ao aumento dos produtos originados na corrosão, os quais ocupam um espaço maior que o aço de origem. É possível notar pela figura 10, que a estrutura apresentou o deslocamento do concreto de cobrimento.

Figura 10 – Deslocamento da camada de cobrimento de concreto



Fonte: os autores

Essas manifestações patológicas podem ter sido originadas durante o processo de execução da obra devido à falta de uso de espaçadores, uma vez que eles auxiliam que a concretagem possua um cobrimento adequado. Além disso, também não há histórico de um

projeto estrutural da escada para certificar uma correta execução, para que fosse possível atingir um bom desempenho e qualidade da edificação.

Outro ponto fundamental é o fato de o edifício ter permanecido fechado por muitos anos, tal situação impactou diretamente seu uso e manutenção. Segundo Bolina et al (2022), o monitoramento do edifício ao longo do tempo é essencial para observar seu desempenho quando em uso. Por meio do uso regular, torna-se possível identificar se é necessário aplicar medidas corretivas que possibilitam corrigir ou substituir elementos e sistemas.

5 Considerações Finais

Através do exposto é possível inferir que as edificações possuem anomalias devido à falha em alguma das fases de produção, podendo ser nas etapas de planejamento, projeto, fabricação ou na fase de uso. Considerando que a fase de produção é realizada em um curto período se comparado a fase de uso, a qualidade e a boa execução nela empregada possuem impacto direto no desempenho durante a vida útil da edificação. Logo, para reduzir ou eliminar problemas patológicos em uma edificação, é essencial implementar um controle de qualidade mais rigoroso em todas as etapas do processo, bem como considerar a manutenção como um fator-chave.

Na etapa de projeto, é necessário respeitar as fases do planejamento, incluindo estudos preliminares, elaboração de projeto arquitetônico, estrutural e executivo bem como é importante realizar pela equipe de elaboração e a equipe de execução um estudo do projeto, antes de iniciar a obra, permitindo que qualquer falha existente seja verificada e corrigida em tempo hábil e sem prejudicar o processo de execução.

Conjuntamente, na etapa de execução existem fatores que devem ser tratados como um ponto de atenção para garantir a qualidade da edificação. Com relação aos materiais, é importante verificá-los no recebimento e mantê-los com um correto armazenamento, assim como garantir sua correta empregabilidade, respeitando normas e orientações dos fabricantes. Além disso, para as estruturas de concreto deve-se atender as etapas de forma, lançamento, adensamento e cura do concreto, respeitando as características determinadas em projeto, como resistência, mobilidade e cobrimento.

Após finalizada a fase de produção, inicia-se a fase de uso. Em primeiro lugar, o proprietário ou o responsável pela edificação deverá receber um manual de uso e operação sendo o mesmo referenciado pela ABNT NBR 14037. Nele constarão orientações e medidas a serem tomadas com a finalidade de preservar e conservar a integridade e o estado funcional da edificação. Logo, é de responsabilidade do incorporador, construtor, projetistas e fornecedores entregar um bem durável, com matéria de qualidade e métodos adequados, mas cabe ao usuário seguir as medidas previstas no manual para garantir a funcionalidade e durabilidade da obra entregue.

Referências

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 15.575-1 - Edificações habitacionais – Desempenho Parte 1: Requisitos Gerais**. Rio de Janeiro, 23 jan. 2024.

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 6118 - Projetos de estruturas de concreto**. Rio de Janeiro, 28 ago. 2023.

ARIVABENE, A. C. **Patologias em Estruturas de Concreto Armado Estudo de Caso**. Vitória, Espírito Santo. 2015. BASTOS, P. S. D. S. **Histórico e principais elementos estruturais de concreto armado**. São Paulo. 2006.

BOLINA, F. L.; TUTIKIAN, B. F.; HELENE P. **Patologia de estruturas**. 2ª edição, Oficina de textos, São Paulo/SP. 2022.

IBAPE-MG. Instituto Brasileiro de Avaliações e Perícias de Engenharia de Minas Gerais. **Norma de Vistoria Cautelar**. 2014.

KRUG, L. F.; KRUG, F. I. B.; CAMPOS, M. de; SAUSEN P. S.; SAUSEN, A. T. Z. R. **Processo de carbonatação no concreto e modelos para sua prevenção: Uma Revisão**. Revista Mundi Engenharia, Tecnologia e Gestão, Paranaguá/PR. 2023.

MACEDO, J. V.; BATISTA, P.; LOPES, P.; SOUZA, R.; MONTEIRO, E. **Manifestações patológicas causadas pela umidade devido à falha ou ausência de impermeabilização: estudo de caso**. CONPAR – Conferência Nacional de Patologia e Recuperação de Estruturas, 2017.

MARQUES, Sara de Oliveira. **Estudo de caso: durabilidade em estruturas de concreto armado na antiga sede do TRE-RN**. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Federal do Rio Grande do Norte. 2016.

MOLIN, D. **Fissuras em estruturas de concreto armado: análise das manifestações típicas e levantamentos de casos ocorridos no estado do Rio Grande do Sul**. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 1988.

MORAIS, R. S. **Patologias geradas por erros de execução de estrutura de concreto armado: causas, medidas preventivas e consequências**. Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade Regional do Cariri -URCA. 2017.

NASCIMENTO, E. R. D. S.; FONTES, M. D. D. S. **Patologias das estruturas de concreto armado**. Revista FATEC de tecnologia e ciências, v. 6, n. 1, 2021.

ROSTAMI, V. et al. **Microstructure of cement paste subject to early carbonation curing**. Cement and Concrete Research, v. 42, n. 1, p. 186 – 193, 2012. ISSN 0008-8846.



Gestão & Gerenciamento

ESTUDO DE CASO: ANÁLISE DO POTENCIAL CONSTRUTIVO EM EMPREENDIMENTOS NA ZONA SUL DO RJ A PARTIR DE UMA INCORPORAÇÃO EM ÁREA DO PROGRAMA REVIVER CENTRO

*CASE STUDY: ANALYSIS OF CONSTRUCTIVE POTENTIAL IN THE SOUTH
ZONE OF RJ BASED ON REAL ESTATE INCORPORATION IN AREAS OF
THE REVIVER CENTRO PROGRAM*

Gabriel Jardim Queiroz

Engenheiro Civil; CEFET/RJ, Rio de Janeiro, RJ, Brasil;

gj.queiroz97@gmail.com

Guilherme Barroso Hardman Vianna

Engenheiro Civil; UFRJ, Rio de Janeiro, RJ, Brasil;

guilhermevianna@poli.ufrj.br

Resumo

Por muito tempo o Centro do Rio de Janeiro permaneceu com seu potencial construtivo mal aproveitado. Com a oferta de imóveis ociosos, situação que se agravou ainda mais após a pandemia, e buscando maior interesse para investir na região, foi criado em 2021 o programa Reviver Centro, que estimula o desenvolvimento de projetos na região do Centro do Rio de Janeiro. Em 2023, foi sancionada a Lei Complementar nº 229, que revisou o programa inicial e aumentou os incentivos para empreendimentos nas áreas receptoras do programa. O principal benefício do Reviver se trata da Operação Interligada, que consiste em aplicar em regiões receptoras do programa até 150% da ATE construída no Centro. Assim, o presente trabalho tem o objetivo de analisar o potencial construtivo adquirido a partir do desenvolvimento de uma incorporação imobiliária numa região alvo do programa. A metodologia utilizada foi desenvolver uma análise de viabilidade estática de uma incorporação em um terreno localizado no Centro e aplicar a Operação Interligada, analisando o potencial construtivo em um terreno de 800 m² em Ipanema com e sem a utilização do benefício, para se observar o ganho de área construída. Como resultado, foi possível observar na prática quão vantajoso é a utilização do programa e como o empreendimento desenvolvido na região central se torna um importante ativo para a incorporada.

Abstract

For a long time, the downtown area of Rio de Janeiro remained underutilized in terms of its construction potential. With the availability of vacant properties, a situation that worsened after the pandemic, and aiming to attract more investment to the region, the "Reviver Centro" program was created in 2021 to encourage the development of projects in downtown Rio. In 2023, Complementary Law No. 229 was enacted, revising the original program and increasing incentives for developments in the program's target areas. The main benefit of the "Reviver" program is the "Interlinked Operation," which allows for the development of up to 150% of the built Area of Territorial Expansion (ATE) in the downtown region. The purpose of this study is to analyze the construction potential gained through the development of a real estate project in an area targeted by the program. The methodology used was a static feasibility analysis of a real estate project on a plot of land located in downtown Rio, applying the Interlinked Operation to evaluate the construction potential of an 800 m² lot in Ipanema with and without the use of the benefit, in order to observe the increase in built area. The results demonstrated the practical advantages of utilizing the program and how a development in the central area becomes a valuable asset for the developer.

Keywords: Reviver Centro; Lei Complementar nº 229; Incorporação imobiliária;

1 Introdução

Visando atrair investimentos para o Centro do Rio de Janeiro, foi criado em 2021 o projeto Reviver Centro a partir da publicação do Decreto nº 48.348 de 1º de janeiro de 2021. Esse projeto busca desenvolver a ocupação do Centro do Rio de Janeiro, tendo o programa o objetivo de ampliar as áreas residenciais, estimular retrofits e melhoria dos serviços públicos, apresentando com uma proposta mais moderna e dinâmica para a região. Em outubro de 2023, foi sancionada a Lei Complementar nº 264, implementando o programa Reviver Centro 2, que amplia as concessões e os incentivos urbanísticos para os novos empreendimentos residenciais na região.

Um dos principais pontos do programa se trata da Operações Interligada, onde novas construções residenciais ou mistas ou a reconversão de edificações existentes nas regiões

estabelecidas pelo programa oferece ao incorporador o direito de usufruir maior potencial construtivo nas Áreas de Planejamento 2 e 3, que incluem regiões com alto valor do m², como, Ipanema e Lagoa.

Dessa forma, o presente trabalho busca aplicar o projeto Reviver Centro elaborando um estudo de viabilidade de uma incorporação imobiliária na II R.A, área de atuação do programa, e então analisar o potencial construtivo numa área AP 2, região receptora da Operação Interligada. Para isso, foi realizado um estudo de caso de uma nova construção no terreno localizado na Av. Passos, 111.

2 O programa Reviver Centro

Para compreender um pouco melhor do programa, o desenvolvimento do trabalho será dividido em duas partes antes do estudo de caso. Primeiro será contextualizar a criação do programa Reviver Centro, para um melhor entendimento do cenário econômico em que ele surgiu. E em seguida, será abordado a Operação Interligada, sendo esse o principal mecanismo de atração de investidores para a região.

2.1 Contextualização do programa

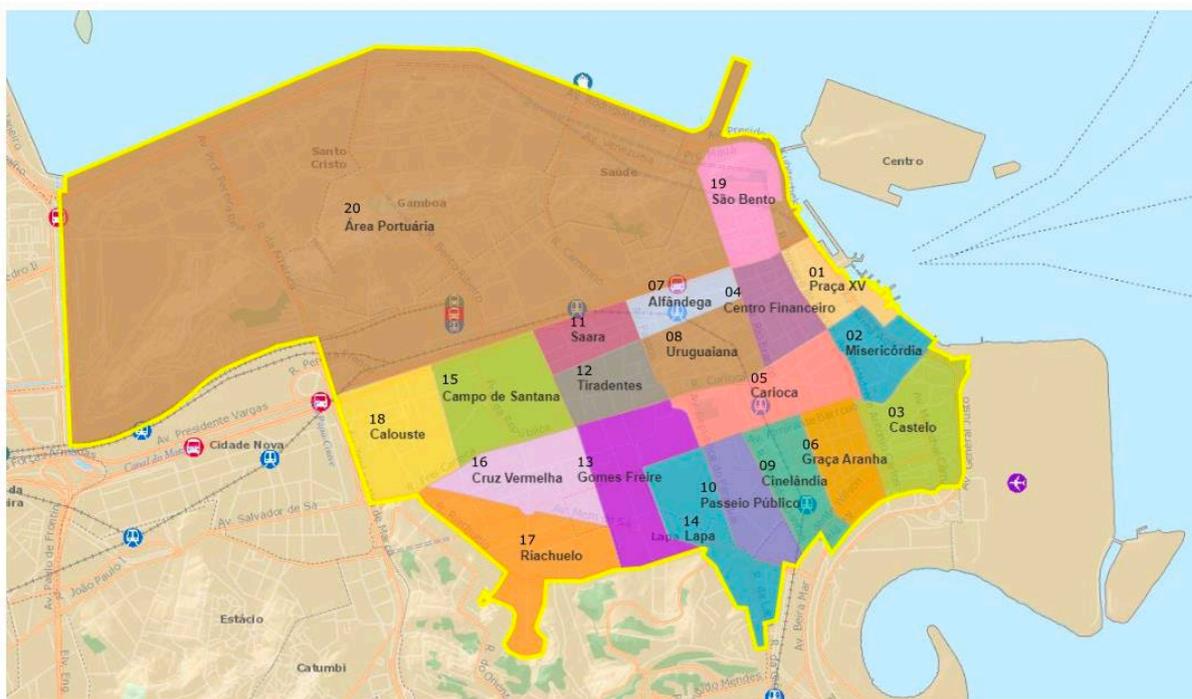
O centro do Rio de Janeiro veio sofrendo um processo de esvaziamento econômico desde a última crise econômica, agravado ainda mais pela deflagração do COVID-19 em 2020 (GARCIA; MONTEIRO, 2023). Dessa forma, o mercado imobiliário do centro do Rio de Janeiro também sofreu grande impacto por conta da crise sanitária. Conforme afirma Filho e Silva (2022), em uma análise mais profunda, desde 1980 a região central da cidade vem passando por um processo de declínio característico das economias pós-industriais e desde então projetos foram parcialmente implementados de forma não simultânea e não sequencial.

Nesse contexto, foi criado em 2021 o programa Reviver Centro, que busca promover a revitalização urbana da região central do Rio de Janeiro, onde o maior incentivo se trata de promover o uso habitacional do centro da cidade, estimulando a construção de novos edifícios e de retrofits. O programa Reviver Centro é tido como uma estratégia da prefeitura para salvar a área central num contexto de crise pós pandemia. Além disso, o lançamento do programa ocorreu numa fase em que os juros se encontravam reduzidos, criando um ambiente econômico favorável para investimentos imobiliários (Garcia; Monteiro; 2023).

O Plano de Requalificação do Centro do Rio de Janeiro (2021) indica a área de atuação das ações previstas no escopo do projeto Reviver Centro, sendo estabelecido dois setores de atuação: Região Portuária e Centro. O Plano de Requalificação do Centro do Rio de Janeiro é dividido em 19 áreas.

Após dois anos de implementação, buscando maior interesse do mercado sobre a região, foi lançado uma reformulação do programa, ampliando os incentivos e concessões aos investidores, sendo sancionado o programa Reviver Centro II. O novo programa aumenta as concessões, contando com aumento da área de atuação, aumentando os estímulos sobre o Centro Financeiro/Praça XV, criação de áreas de gabarito livre e benefícios fiscais instituídos inicialmente pela Lei 6999/2021, como redução da alíquota de IPTU, isenção de taxas de licenciamento administrativo de obras e redução do ITBI para os primeiros adquirentes em caso de edificações novas e retrofits.

Figura 1 - Área de abrangência do Plano de Requalificação do Centro do Rio de Janeiro



Fonte: Rio de Janeiro, 2021

2.2 Operação Interligada

A operação interligada consiste na obtenção de potencial adicional de construção em Áreas de Planejamento – AP 2 e AP 3 para incorporadores que investirem em regiões delimitadas pelo programa. Nessas Áreas de Planejamento receptoras estão os bairros com metro quadrado mais elevado, como Ipanema, Copacabana, Leme (AP2) e ainda Tijuca, Praça da Bandeira, Méier (AP3). Essa possibilidade do uso de maneira interligada serve como estímulo para a construção de novos empreendimentos residenciais e retrofits de imóveis comerciais em residenciais (GARCIA; MONTEIRO, 2023).

Entre os benefícios está a possibilidade de alteração do gabarito nas Áreas de Planejamento 2 e 3, mediante ao pagamento de contrapartida ao município. Além disso, de acordo com a Lei Complementar nº 229, de 14 de julho de 2021, o potencial construtivo obtido a partir da reconversão de imóvel na II R.A que não for utilizado pela empresa nas regiões receptoras AP2 e AP 3, poderá ser vendido para uma empresa interessada em realizar tal intervenção (RIO DE JANEIRO, 2021).

Entre os benefícios propostos pela Operação Interligada pode ser citado o pagamento de Contrapartida Financeira seguindo um período de transição entre o primeiro e o décimo ano, para os setores da Praça XV, Castelo e Cinelândia, onde os dois primeiros anos são isentos de pagamento e nos anos seguintes é pago um percentual sobre o total devido da contrapartida financeira. Para outras regiões como Central do Brasil, Cruz Vermelha, Lapa, Saara e Tiradentes também é estabelecido um período de transição entre o primeiro e o décimo ano para pagamento de um percentual devido da Contrapartida Financeira.

Outro benefício estabelecido na Operação interligada diz respeito a ATE projetada nos pavimentos das áreas receptoras do potencial construtivo adquirido. O artigo 65-B da Lei Complementar nº 264 de 06 de outubro de 2023 estabelece que a ATE projetada nos pavimentos das áreas receptoras de potencial construtivo deve corresponder a, no máximo, por imóvel 100% da ATE referente a unidades residenciais produzidas nos setores da Praça XV, Castelo e Cinelândia e 150% caso a edificação tenha no mínimo vinte por cento dessas unidades destinadas ao programa de Locação Social. Para as unidades residenciais produzidas nos setores da Central do Brasil, Cruz Vermelha, Lapa, Saara e Tiradentes, 60% da ATE e 80% caso a edificação tenha no mínimo vinte por cento dessas unidades destinadas ao programa de Locação Social.

3. Estudo de Caso

Buscando a aplicação do Reviver Centro, será estudado o desenvolvimento de viabilidade econômica de um empreendimento localizado na área de abrangência do programa e a partir dele, analisar o potencial construtivo gerado para as áreas receptoras do benefício.

Para isso, foi escolhido um terreno localizado na Av. Passos, 111. Esse terreno está localizado no centro do Rio de Janeiro em uma das áreas de importante movimento comercial e financeiro, rodeado por empresas, escritórios, faculdades, museus, cinemas, bares e restaurante, possuindo como alternativa o VLT e o metrô.

Vamos partir das seguintes premissas para o empreendimento, fornecidas a partir de um estudo de massa previamente elaborado para o terreno estudado:

Tabela 1 - Tipologia do empreendimento

TIPOLOGIA	
Terreno (m ²)	515
Área Construída (m ²)	5.801,39
Área Privativa (m ²)	3.820,8
Unidades	129
Produto	Studios

Fonte: Os autores

A partir desse estudo de massa, foi estabelecida as seguintes áreas para as unidades privativas:

Tabela 2 – Áreas privativas

PRODUTO	UNIDADES	ÁREA PRIVATIVA COBERTA (m ²)
Loja A	1	600
Unidade 01	16	26,4

Unidade 02	16	23,6
Unidade 03	16	24,7
Unidade 04	16	29,5
Unidade 05	16	26,8
Unidade 06	16	23
Unidade 07	16	23
Unidade 08	16	24,30
TOTAL	129	3820,8

Fonte: Os autores

A partir disso, é possível estabelecer o Valor Geral de Vendas (VGV) ao analisarmos os lançamentos da região para estabelecer o valor médio do preço por metro quadrado. Foram analisados os seguintes empreendimentos:

Tabela 3 - Preço por m²

EMPREENDIMENTO	VALOR/m ²
Bueno Studios Lifestyle	R\$12.000,00
Vargas 1140	R\$9.000,00
SEND Cooliving Senador Dantas	R\$10.625,00
Mirante da Guanabara	R\$9.050,00

Fonte 1 - lancamentosrj.com/busca-imoveis-bairro/centro-da-cidade (2024)

Tendo em vista a localização do empreendimento, é possível através de uma análise de mercado estabelecer como preço do m² a média de R\$13.000,00. Como temos um total de 3820,8 m², o VGV do empreendimento será de R\$ 49.670.400,00 para a nosso estudo de viabilidade econômica.

Tendo o VGV estabelecido, a próxima etapa será levantar o custo de construção. Para isso, temos o seguinte quadro de áreas elaborado a partir do estudo de massa previamente fornecido:

Tabela 4 -Quadro de Áreas

PAVIMENTO	AREA
TERREO	256
TERREO AREA EXTERNA	259
1º PAV ao 16º PAV	256
CASA DE MÁQUINA	50

TELHADO	206
---------	-----

Fonte: Os autores

A partir do quadro de área acima, será aplicado os coeficientes de área estabelecidos na ABNT NBR 12.721 (2006) a fim de obter a área equivalente de construção.

Assim, temos uma área equivalente de construção de 4763,3 m². De acordo com a NBR 12721(ABNT, 2021), para o custo total de construção temos que considerar o seguinte somatório:

- a) Área equivalente de construção vezes o CUB
- b) Itens não incluídos no CUB como fundações, elevadores, equipamentos e instalações, playground, obras e serviços complementares e outros serviços;
- c) Impostos, taxas e emolumentos cartórios;
- d) Projeto;
- e) Remuneração do construtor;
- f) Remuneração do incorporador;

Para calcular o custo de construção, utilizaremos como base o CUB do mês de setembro de 2024, de R\$ 2.285,92, fornecido pelo SINDUSCON Rio de Janeiro para o padrão normal R8 de construção. Portanto, teremos R\$ 2.285,92 x 4763,3 = R\$ 10.888.552,74 como produto do CUB pela área equivalente de construção.

No entanto, para uma viabilidade mais coerente, o ideal é que seja realizada uma comparação com o custo real de construção de empreendimentos similares na região. Para isso, foi realizado um levantamento junto a construtoras do Rio de Janeiro e foi constatado que o custo de construção por metro quadrado é superior ao fornecido pelo CUB. Portanto, será adotado a metodologia de viabilidade de uma construtora com grande acervo de empreendimentos, onde é aplicado ao cálculo um Coeficiente de Viabilidade, CV, que varia conforme a região e tipologia do empreendimento. O conceito desse coeficiente é dimensionar em quantas vezes o custo é superior ao CUB, e é calculado pela própria construtora anualmente através do histórico de empreendimentos similares já construídos, obtendo a relação CUB/m². Para o projeto em questão será adotado CV = 1,9, ou seja CUB/m² = 1,9. Em outras palavras, podemos dizer que, através do histórico de construção de empreendimentos similares, o custo raso de construção é 1,9 vezes maior que o CUB atual.

Então, reajustando os cálculos teremos o custo raso de obra de R\$ 2.285,92 x 4763,3 x 1,9 = R\$ 20.688.193,20.

Tabela 5 – Tabela de Área Equivalente

PAVIMENTO	AREA	COEFICIENTE	ÁREA EQUIVALENTE
TERREO	256	1	256
TERREO AREA EXTERNA	259	0,5	129,5
1º PAV ao 16º PAV	256	1	256

QUEIROZ, Gabriel; VIANNA, Guilherme Barroso Hardman
 “Estudo de caso: Análise do potencial construtivo em empreendimentos na zona sul do RJ a partir de uma incorporação em área do programa Reviver Centro”

PUC	180	1	180
CASA DE MÁQUINA	50	0.8	40
TELHADO	206	0,3	61,8
TOTAL	5047	-	4763,3

Fonte: Os autores

Para a próxima etapa, serão estimados os seguintes itens não englobados no CUB:

Tabela 6 – Custos não englobados no CUB

ITENS	PARÂMETRO ADOTADO	CUSTO
FUNDAÇÕES	ESTIMATIVA	R\$300.000,00
ELEVADORES	12CUB/parada	R\$ 493.758,72
SISTEMA DE EXAUSTÃO MECÂNICA	1CUB/BNH	R\$294.883,68
MDO PRÓPRIA	ESTIMATIVA	R\$ 1.600.000,00
PROJETOS E APROVAÇÕES	1%VGV	R\$ 496.704,00
MARKETING	2%VGV	R\$ 993.408,00
COMISSÃO DE VENDA	5%VGV	R\$ 2.483.520,00
TAXA DE INCORPORAÇÃO	1%VGV	R\$ 389.721,6
ASSISTÊNCIA TÉCNICA	1,5%VGV	R\$ 584.582,5
CUSTOS EVENTUAIS	0,5%VGV	R\$ 248.352,00
LEGALIZAÇÃO E LIGAÇÕES	R\$ 30.000/unidade	R\$R\$ 3.870.000,00
TAXA ADM CONSTRUTORA	20% CUSTO RASO DE OBRA	R\$ 4.137.638,64
TERRENO	CUSTO REAL	R\$7.000.000,00
STAND	0,5% VGV	R\$ 248.352,00
CUSTO GLOBAL		R\$23.408.377,04

Fonte: Os autores

Logo, o lucro obtido na incorporação será a diferença entre o Valor Geral de Venda e Custo Global. Por tanto, temos R\$5.573.829,76 de lucro do incorporador.

A partir dessa viabilidade é possível aplicar a Operação Interligada do programa Reviver Centro e determinar o potencial construtivo adquirido em áreas receptoras. O terreno analisado fica localizado na Av. Passos, 111.

Figura 2 - Delimitação dos Setores da II R.A. para aplicação da Operação Interligada



Fonte: Lei Complementar nº 229 de 14/07/2021

Conforme, visto na figura acima, a região do terreno corresponde à Central do Brasil. Para essa região, conforme determina a Lei Complementar nº 229 de 14/07/2021 em seu artigo 65-B, a ATE projetada nos pavimentos das áreas receptoras de potencial construtivo adquirido deverá corresponder a, no máximo, por imóvel a 60% da ATE referente a unidades residenciais produzidas.

Dessa forma, a ATE gerada corresponde a $ATE = 16 \times 8 \times 256 = 32.768 \text{ m}^2$. Portanto, obtêm-se a partir da operação interligada um potencial construtivo de 60% de 32.768 m^2 , totalizando $19.660,8 \text{ m}^2$.

Para se ter ideia do potencial construtivo adquirido, será realizada uma análise de volumetria aplicando a operação interligada e o sem aplicar o benefício. Para isso, será tomado como exemplo um terreno em Ipanema, na rua Visconde de Pirajá, com 800 m^2 de área medindo $20 \text{ m} \times 40 \text{ m}$. Conforme afirma a Lei Complementar 229 de 2021, a região da Visconde de Pirajá deverá ter no máximo 10 pavimentos/30m.

Para cálculo da ATE, conforme orienta a Lei Complementar nº 229 de 2021, temos duas situações:

- a) ATE = nº de pavimentos x área de projeção horizontal, nos lotes situados em quadras em que incide limite de profundidade de construção;
- b) ATE = nº de pavimentos x 0,7 x área do lote, nas demais situações onde não há determinação de limite de profundidade de construção.

O empreendimento em Ipanema, será edificado em toda sua área. portanto a ATE será $ATE = 10 \times 0,7 \times 800 = 5.600 \text{ m}^2$, aplicando a Lei Complementar nº 229 de 2021. No entanto, pela Lei Complementar nº 270 de 2024, que institui a revisão do Plano Diretor, a ATE será dada por $ATE = 4 \times 800 = 3200 \text{ m}^2$, já que o coeficiente de aproveitamento do terreno é 4, conforme a figura abaixo. Portanto, 3200 m^2 seria a ATE sem aplicar o benefício.

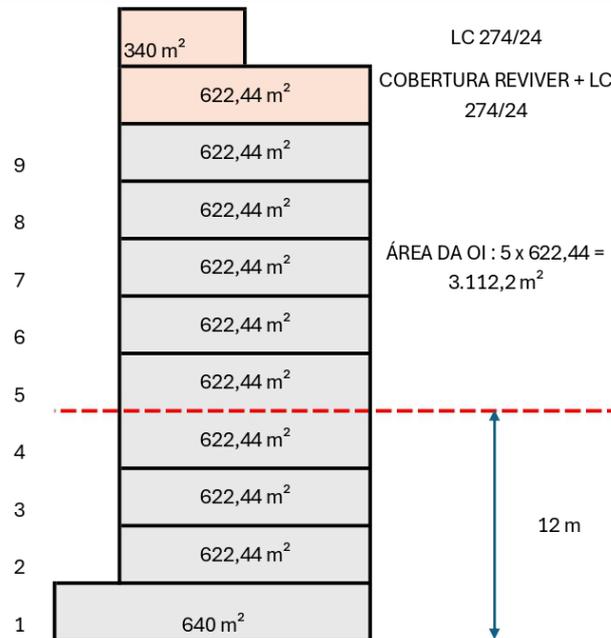
Figura 3 – Lei Complementar nº 270 de 2024

ANEXO XXI - PARÂMETROS ÁREA DE PLANEJAMENTO 2 (2.1)							
Zona	Subzona	CAM	TO	Lote mínimo (m ²)	Gabarito		Afastamento frontal
					Afastado	Não afastado	
ZCS	C	4,0	70	600	(1) 10 pav/30m (Rua Visconde de Pirajá) (2) 8 pav/24m (demais logradouros)	(1) 10 pav/30m (Rua Visconde de Pirajá) (2) 8 pav/24m (demais logradouros) *Capítulo IX da LC 229/2021 (3) PAL 22351 e PAL 33100 *Capítulo IX da LC 229/2021	3m, exceto nos casos onde o afastamento é definido no PAA /PAL
ZCS	D	4,0	70	600	12 pav / 40m		3m

Fonte: Lei Complementar nº 270 de 2024

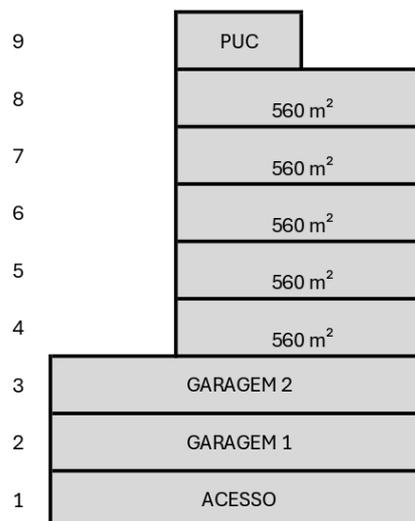
Agora, será realizado uma análise volumétrica comparativa em situações com e sem a Operação Interligada. Conforme a Figura 3 acima, a T.O é de 70%. Ao aplicar o parágrafo 20 do artigo 61 da Lei Complementar nº 229 de 2021, é possível obter um acréscimo de 10% em relação a taxa de ocupação para a área. Logo a taxa de ocupação será $T.O = 70\% + 10\% = 80\%$. Dessa forma, $T.O = 0,8 \times 800 = 640 \text{ m}^2$.

Será considerado um prisma de ventilação de 7,5m x 7,5m e 17m² de circulação. Dessa forma, a ATE por pavimento será $ATE/pav = 640 - (0,75 \times 0,75) - 17 = 622,44 \text{ m}^2$. O número de pavimentos será $Nº = 56.000/622,44 = 9$ pavimentos.



Ainda é possível, pela Lei Complementar nº 274 de 2024, através do pagamento da contrapartida, a execução de uma cobertura, chamada “Cobertura Reviver”, e ainda a construção de um pavimento acima, com cinquenta por cento do pavimento inferior afastado ao menos três metros da linha de fachada.

Já para a edificação ser concebida sem a utilização da operação interligada, deverá ser respeitada a taxa de ocupação de 70%, logo, $T.O = 70\% \times 800 \text{ m}^2 = 560 \text{ m}^2$. Então, o número de pavimentos será $N^\circ = 3200/560 = 5 \text{ pav.}$



4. Considerações finais

É possível perceber através do estudo volumétrico o potencial construtivo adquirido ao se utilizar a Lei Complementar nº 229 de 2021 que institui o programa Reviver Centro. Para o empreendimento que foi desenvolvido no estudo de caso, se a ATE gerada fosse

aplicado ao terreno tomado como exemplo, ainda sobrariam 16.548,6 m² para serem utilizados em outros empreendimentos na zona sul ou então vendidos a outra construtora que deseja investir nas áreas receptoras do programa.

A possibilidade de compra e venda da ATE gerada por empreendimentos concebidos nas áreas de atuação do Reviver Centro passa a ser um novo ativo da incorporadora além do próprio empreendimento gerado, uma vez que essa área gerada pode ser vendida para outras construtoras aplicarem em áreas receptoras do programa sem precisarem construir diretamente no centro do Rio. Dessa forma, o Reviver Centro se mostra com grande potencial para atingir o objetivo de ocupar o Centro do Rio uma vez que esses benefícios se tornam bastante atrativos pelo aumento do potencial construtivo em áreas valorizadas, como pode ser observado pela análise volumétrica apresentada a partir do estudo de caso.

Referências

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 12721: Avaliação de custos de construção para incorporação imobiliária de outras disposições para condomínios edilícios.** Rio de Janeiro, 2006

REIS FILHO, Paulo; SILVA, Ana. Projeto Reviver Centro e a transformação Urbana do Centro do Rio de Janeiro. Seminário Internacional de Investigação em Urbanismo 2022. Curitiba, PR.

GARCIA, Marcos; MONTEIRO, João. **O programa Reviver Centro: refuncionalização e novas dinâmicas imobiliárias na área central da cidade do Rio de Janeiro.** XX ENAPUR 2023. Belém, PA.

RIO DE JANEIRO. Lei nº 229, 14 de julho de 2021. **Institui o programa Reviver Centro.** Rio de Janeiro, RJ, 14 jul. 2021.

RIO DE JANEIRO. Lei nº 270, 16 de janeiro de 2024. **Institui a revisão do Plano Diretor.** Rio de Janeiro, RJ, 16 jul. 2024.

RIO DE JANEIRO. Decreto nº 48348, 1 de janeiro de 2021a. **Institui o Grupo de Trabalho de Requalificação do Centro do Rio de Janeiro.** Rio de Janeiro, RJ, 1 jan. 2021.

RIO DE JANEIRO. Lei nº 699, 14 de julho de 2021b. **Concede benefícios fiscais de isenção ou suspensão de IPTU, ISS E ITBI para obras e edificações enquadradas no Programa Reviver Centro de requalificação da região central da Cidade.** Rio de Janeiro, RJ, 14 jul. 2021



Gestão & Gerenciamento

GERENCIAMENTO DE OBRAS COM O AUXÍLIO DA FERRAMENTA BIM: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA

*CONSTRUCTION MANAGEMENT USING THE BIM TOOL: A SYSTEMATIC
LITERATURE*

Fernando Mariuzzo Ferreira Pinto

Pós-Graduação em Planejamento, Gestão e Controle de Obras Civas – Universidade Federal
do Rio de Janeiro – UFRJ; Rio de Janeiro, Brasil.

fernandomariuzzo@gmail.com

Isabeth da Silva Mello

Arquiteta, M.Sc.; Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, Brasil;

isa@poli.ufrj.br

Resumo

A ferramenta Building Information Modelling, conhecido pela sigla BIM, tem aos poucos sendo divulgada no Brasil. No entanto, embora esteja associado a concepção de projetos, a interoperacionalidade do BIM auxilia o gerenciamento e monitoramento da obra. Este artigo, aborda o uso do BIM no gerenciamento da produção civil. A metodologia aplicada foi uma revisão sistemática da literatura (RSL) com o objetivo de analisar e identificar a aplicação da tecnologia BIM no gerenciamento de obras entre os anos de 2020 e 2024. Além disso, este artigo é uma contribuição para a comunidade científica e visa auxiliar a disseminação do estudo do BIM aplicado a gestão de obras. Foram encontradas poucas publicações entre dissertações, teses e artigos que atendiam aos critérios adotados para seleção dos trabalhos, mas a conclusão é que o tema precisa ser divulgado por meio de publicações sobre o tema.

Palavras-chaves: Gerenciamento de obras; BIM; *Building information modeling*

Abstract

The building information modeling tool, known by the acronym BIM, is gradually being disseminated in Brazil. However, although it is associated with project design, the interoperability of BIM helps with construction management and monitoring. This article looks at the use of BIM in civil production management. The methodology applied was a systematic literature review (SLR) with the aim of analyzing and identifying the application of BIM technology in construction management between 2020 and 2024. In addition, this article is a contribution to the scientific community and aims to help disseminate the study of BIM applied to construction management. Few publications were found among dissertations, theses and articles that met the criteria adopted for selecting the works, but the conclusion is that the topic needs to be disseminated through publications on the subject.

Keywords: *construction management; BIM; Building information modeling.*

1 Introdução

A incompatibilidade de projetos pode ocasionar em aumento de custos visto que muitas vezes são problemas percebidos durante a execução da obra. Além de prolongar o prazo de execução, acarreta custos não previstos durante o planejamento.

O alto custo de materiais e a escassez de mão de obra faz com que sejam adotadas práticas e estratégias no gerenciamento de obras. O avanço do uso de tecnologia aplicada no gerenciamento de obras surge como um suporte na adaptação do setor às mudanças.

Ribeiro *et al.* (2019) mencionaram que a indústria da construção civil tem vivenciado uma das piores crises econômicas já registradas, o mercado está cada vez mais competitivo e na busca pela sobrevivência empresas e profissionais devem eliminar e minimizar problemas como: a incompatibilidade de projetos; a falta de automação; o baixo uso de tecnologia da informação na gestão de obras; entre outros entraves.

A incompatibilidade entre projetos no setor de construção civil surge como mais um problema corriqueiro nas obras, que traz como consequências aumentos de custos e atrasos no cronograma, podendo-se dizer que esse problema é ainda decorrente do planejamento ineficiente (MOREIRA, 2019)

O objetivo deste artigo foi analisar o estado da arte por meio de publicações dos últimos anos sobre o uso do BIM no gerenciamento de obras. A pesquisa ajudou a

compreender os impactos, benefícios e desafios no uso do BIM para o controle de obras. Além disso, foi uma contribuição para a comunidade científica e a proposta de divulgação do BIM no uso de gestão de obras.

A partir das análises pretende-se promover a divulgação e o aprimoramento da utilização do BIM no controle de obras por meio de redução de custos, prazos e mitigação de erros entre projetos e execução.

A metodologia usada foi a Revisão Sistemática da literatura. As análises e discussões dos resultados foi apresentado os artigos selecionados para leitura. As considerações finais foram que é necessário incentivar a adoção do Bim como auxiliar na gestão de obras, reforçando sua relevância da ferramenta no processo produtivo.

2 Metodologia

A metodologia usada neste artigo foi a revisão sistemática da literatura.

De acordo com Minayo (2004), a revisão de literatura é uma etapa fundamental em qualquer pesquisa científica, pois permite ao pesquisador situar-se no campo de estudo e compreender os avanços já realizados em relação ao tema investigado. Trata-se de um levantamento sistemático e crítico das produções acadêmicas existentes, com o objetivo de identificar lacunas, pontos de convergência e divergência, bem como teorias e metodologias predominantes. Este processo possibilita ao pesquisador estabelecer a relevância e a originalidade do seu trabalho, além de fundamentar teoricamente sua abordagem.

A revisão de literatura, segundo Minayo (2004), exige um rigor metodológico, que inclui a seleção criteriosa de fontes confiáveis, a organização das ideias de forma lógica e coerente, e a capacidade analítica de interpretar os dados disponíveis. Não se trata apenas de listar obras relacionadas ao tema, mas de analisar criticamente os argumentos apresentados, contextualizando-os em um quadro teórico mais amplo. Dessa forma, o pesquisador constrói um panorama que evidencia como o seu estudo dialoga com os conhecimentos já consolidados e quais contribuições ele pode oferecer.

Por fim, Minayo (2004) destaca que a revisão de literatura é um processo contínuo, que acompanha todas as fases da pesquisa. Durante a redação final, os resultados obtidos devem ser relacionados às discussões levantadas na revisão, demonstrando como o estudo contribui para ampliar ou aprofundar o conhecimento existente. Assim, a revisão de literatura não apenas sustenta o trabalho cientificamente, mas também o insere no debate acadêmico, evidenciando sua pertinência e impacto no campo investigado.

O método foi conduzido por meio de busca de publicações no banco de dados Portal de Periódicos Capes, Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações e Google acadêmico, sendo estes as principais fontes para busca de dados da engenharia civil e arquitetura.

As palavras-chaves utilizadas foram gerenciamento de obras com BIM, Building information modelling, BIM e gestão de obras. Os critérios aplicados foram ano de publicação (2020-2024) e ordem das publicações por ordem decrescentes e com acesso aberto, permitindo o aumento do número de trabalhos selecionados para leitura dos resumos.

O critério aplicado de ano de publicação foi usado porque a metodologia adotada para este artigo exige que sejam coletadas e analisadas publicações recentes. Critérios como tipos de documentos, idiomas e áreas do conhecimento não foram aplicadas.

As publicações foram analisadas e selecionadas a partir da leitura do resumo e das palavras chaves, seguindo o rigor que se exige na academia. Além disso, o critério de exclusão foram publicações duplicadas, trabalhos que não são dissertações, teses e artigos bem como publicações com acesso fechado, não sendo permitida assim a leitura do arquivo completo.

3 Análise e discussão dos resultados

Na análise de discussão dos resultados serão apresentados os artigos selecionados durante a revisão sistemática, com a seleção dos principais trabalhos encontrados, benefícios, desafios e tendências no uso do BIM no gerenciamento de obras. Também apresentou as análises dos autores selecionados.

3.1 Periódicos CAPES

Nos periódicos CAPES foram encontrados 30 publicações com a combinação das palavras gerenciamento de obras com BIM das quais 27 possuíam acesso aberto. Após a seleção das publicações entre os anos de 2020 até 2024 o resultado foi de 24 publicações sendo 22 com acesso aberto. Do total 4 artigos foram selecionados para leitura completa conforme especificado no quadro 1.

Quadro 1 – Artigos selecionados no Periódicos CAPES

Título da publicação	Autores	Fonte	Ano
A tecnologia BIM no gerenciamento de processos produtivos da construção civil	Lucila Costa Batista, Elaine Antônio Simões	<i>Brazilian Journal of Development</i>	2022
Estratégias para aplicação do BIM e Lean Construction nos canteiros de obras: um estudo de caso do Rio de Janeiro	Gustavo Oliveira Pinto, Isadora de Paula Bastos, Luiz Carlos Brasil de Brito Mello, Edson Neves da Silva, Rachel Madeira Magalhães	<i>Brazilian Journal of Development</i>	2021
Aplicação da metodologia BIM e dos princípios da construção em obra comercial	Bacus de Oliveira Nahime, Alberto Barella Netto, Jorge Luís Akasaki, Igor Soares dos Santos, Danilo Guimarães Almeida, Kennedy Morais Guimarães, Lorena Araújo Silva, Caroline de Abreu Silva	<i>Brazilian Journal of Development</i>	2020
Controle de cronograma de obra utilizando um modelo BIM 4D	Rafael Santos Freitas, Marcelo Rodrigo de Matos Pedreiro	Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação	2023

Fonte: Autor

Em relação ao tipo de recurso foram 24 artigos, dos quais 19 produção nacional e 5 não todos escritos na língua portuguesa. Entre os editores se destacam o *Brazilian Journal of Development* com 3 artigos, *Arche Scientific and editorial consultancy*, Associação Nacional de tecnologia do ambiente construído, Centro Universitário FEI, Grupo de pesquisa metodologias em ensino e aprendizagem em ciências e a Universidade Federal de Goiás com 1 artigo cada.

As mudanças constantes do setor da construção civil influenciado pela tecnologia e industrialização do setor, tem feito com que novas técnicas e métodos sejam focados no controle da produção.

Carneiro *et al.* (2021) observaram o aumento de pesquisas recentes de 2020 e 2021 mapeando melhor os benefícios da implementação do BIM 4D e 5D no gerenciamento de obras. No geral, os benefícios são mais citados pelos autores do que os desafios.

Dias (2023) explanou que gerir tempo, espaço e recursos define o planejamento e controle de obras e projetos. Diversos conceitos e processos estão envolvidos nessas atividades e são imprescindíveis para o bom funcionamento, uso efetivo de recursos e controle de despesas. Com a não efetividade do planejamento e gerenciamento de obras surgem problemas com os resultados apresentados pelas equipes dentro do canteiro e geram desafios no controle de custos e orçamentos.

O acompanhamento das atividades diárias e utilização de metodologias que possam auxiliar no desenvolvimento e visualização das etapas construtivas, é de fundamental importância para o bom andamento da obra, melhorando também consideravelmente a qualidade dos serviços e ainda potencializando a produtividade e conseqüentemente o resultado financeiro (NAHINE *et al.*, 2020).

O artigo de Batista e Simões (2022) aborda o uso da tecnologia BIM no gerenciamento de processos produtivos na construção civil, enfatizando sua importância para otimizar o planejamento, execução e controle de projetos. A pesquisa destaca as aplicações do BIM em áreas como design, gerenciamento, orçamento e segurança, além de sua capacidade de integrar participantes, centralizar informações e reduzir erros. Tecnologias digitais como o BIM são apontadas como ferramentas essenciais para a transformação do setor, contribuindo para a eficiência e sustentabilidade.

Os mesmos autores mostram que o BIM facilita a colaboração entre equipes, mesmo à distância, promovendo a troca de informações em tempo real e minimizando falhas de comunicação. Ele também permite maior precisão no levantamento de custos e quantidades, otimizando o planejamento financeiro e o uso de recursos. Além disso, a tecnologia contribui para a segurança nos canteiros de obras, identificando riscos e prevenindo acidentes, o que resulta em maior produtividade e menor impacto socioeconômico (BATISTA; SIMÕES, 2022).

No entanto, os mesmos autores também destacam desafios para a implementação do BIM, como a falta de expertise técnica e formação profissional, além de lacunas na legislação e nas práticas de mercado. Para superar esses obstáculos, recomenda-se maior investimento em capacitação e pesquisa, visando ampliar o uso do BIM e outras tecnologias digitais no setor, trazendo benefícios como maior confiabilidade nos dados, redução de retrabalho e eficiência nos processos.

Para cada etapa, pode ser associada a aplicação de tecnologias digitais, entre as quais o BIM se destaca (algumas vezes em associação a outras) por permitir que os participantes trabalhem de forma compartilhada com as mesmas informações –algumas delas em tempo real –promovendo um maior controle dos processos de produção e, ao final, concentrar e arquivar em formato digital todas as informações sobre o empreendimento (BATISTA, SIMÕES, 2022).

A necessidade de um terceiro agente entre escritório e canteiro dificulta o trabalho em um ambiente BIM, como identificado no questionário, podendo gerar atrasos na implantação e aumentar os custos do empreendimento. Esses intercâmbios de informações alteram os elementos de um modelo BIM. Para evitar isso, é importante que no canteiro de obras a equipe BIM esteja capacitada para receber os projetos e que eles estejam adequados para a execução, sem necessidade de alteração ou correção (PINTO *et al.*, 2021).

Pinto *et al.* (2021) destacaram que é importante que haja um trabalho permanente para a evolução do pensamento em relação a aceitação de novas tecnologias e inovações dentro do canteiro de obras. O setor de construção civil tem histórico de resistir às inovações, realizando as etapas da obra da mesma forma há anos sem acompanhar as novas tendências do mercado, tornando-se uma indústria atrasada em relação às demais.

Em um dos artigos selecionados, Batista e Simões (2022), mencionaram que a Indústria da Construção Civil carece do desenvolvimento e adoção de novas tecnologias em processos e equipamentos (inovação) que ajudem na melhora de performance, atingindo globalmente todas os núcleos de serviços incluindo a obra.

Batista e Simões identificaram que por meio de uma pesquisa bibliográfica, verificou-se a importância da aplicação da tecnologia BIM, identificando-se sua utilidade na área de projetos (design) com registro de todas as informações durante todo o ciclo de vida; no gerenciamento possibilitando acesso dos diversos participantes às mesmas informações; em contratos; em orçamento e custos, facilitando o levantamento quantitativo e estimativa de custos e na identificação de perigo e riscos em canteiros de obras.

Segundo Freitas e Pedreiro (2023) em uma era primordialmente digital, o setor da construção civil não poderia sobreviver sem almejar novas ferramentas, e dentre essa evolução, era preciso encontrar uma nova forma de realizar projetos e planejamentos de execução de obras, surgindo assim o Building Information Modelling (BIM) associada ao Planejamento e Controle de Obra (PCO). Por meio, dessas tecnologias é possível analisar e controlar os tempos de construção, pois há uma integração dos multiprofissionais envolvidos, que utilizam cronogramas para coordenar e planejar todas as atividades estabelecidas no projeto e no processo de construção da obra, até a sua finalização. Neste ínterim os projetistas podem solucionar de forma rápida e satisfatória qualquer problema referente a construção, obtendo vantagens importantes, entre elas a redução do tempo, detecção de imprevistos ou erros de execução que possam comprometer a construção.

3.2 Biblioteca brasileira de teses e dissertações

Nos Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD) foram encontradas 38 publicações com a combinação das palavras gerenciamento de obras com BIM das. Após a seleção das publicações entre os anos de 2020 até 2024 o resultado foi de 23 publicações.

As instituições de defesa que mais publicaram foram a Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), a Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), e a Universidade de São Paulo (USP) com 3 publicações cada.

O programa de pós-graduação em engenharia de produção e sistemas teve 2 trabalhos publicados. Em relação ao tipo de documentos selecionados 21 eram dissertações e 2 teses. Todas possuíam acesso aberto. Segue abaixo a relação dos artigos selecionados:

Quadro 2 – Artigos selecionados na BDTD

Título da publicação	Autores	Fonte	Ano
Priorização das boas práticas de gerenciamento de projetos nas obras de uma universidade pública federal	Hathos Garcia Dias	Programa de Pós-graduação - Itabira	2022
Colaboração comunitária em obras públicas através do uso da modelagem de informação da edificação	Juliano Veraldo da Costa Pita	Biblioteca digitais de teses e dissertações da USP	2021
Método para incorporação dos requisitos emergentes durante a fase de produção dos empreendimentos no processo de projeto BIM por meio do BIM execution Plan (BEP)	Mariana Pacheco Abegg	Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil: Construção e Infraestrutura, Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2021.	2021
Análise da implementação da construção enxuta: estudo de caso em um empreendimento residencial	Lucas Durães Bezerra	Programa de Pos Graduacao em Engenharia de Producao - Universidade Federal de Pernambuco	2021
BIM WEB - Gestão de obras online	Adriano Magno Gomes Reginaldo	- Instituto Metrópole Digital, Universidade Federal do Rio Grande do Norte	2021
Arquitetura e industrialização: influência da Filosofia "Lean" nos processos de gestão da construção	Gustavo Modesto Coelho	Universidade Presbiteriana Mackenzie, São Paulo	2020

Fonte: Autor

Dias (2022) dissertou que as obras públicas brasileiras são geralmente enxergadas de forma negativa pela população, essa imagem está atrelada principalmente as paralisações das obras, atrasos, extrapolação dos custos inicialmente previstos e qualidade deficiente. A gestão eficiente de projetos tem favorecido organizações públicas na melhoria do desempenho do gerenciamento de obras. A pesquisa apresentou uma proposta de

priorização da implantação de boas práticas de gerenciamento de projetos como uma forma de melhorar os processos de gestão das obras de uma universidade pública federal.

Entre as práticas priorizadas apresentadas pelo autor (DIAS, 2022) estão a análise qualitativa de risco, análise de requisitos, planejamento de contingência e o uso de softwares de gerenciamento. A pesquisa incluiu validação por especialistas e questionários aplicados aos profissionais que atuam diretamente nas obras, evidenciando a importância de práticas como reuniões de progresso e a utilização de Building Information Modelling (BIM).

O estudo de Dias (2022) também apontou a necessidade de mudanças organizacionais para implementar essas práticas, com o objetivo de melhorar o desempenho, reduzir os atrasos e otimizar o uso de recursos públicos.

Coelho (2020) observou que os problemas existentes na construção civil no Brasil como falta de qualidade nas obras desperdícios, retrabalho e falta de padronização. Essa imaturidade do setor gera uma relação prejudicial em todas as fases que compõem seu processo. O debate sobre a industrialização da construção civil é apontado o quanto a visão sistêmica sobre a industrialização do setor é importante no campo científico.

A pesquisa de Abegg (2021) contribuiu para a expansão do conhecimento a respeito das interfaces entre a produção de obras dos empreendimentos da construção civil e o processo de desenvolvimento dos projetos em BIM. A pesquisa elaborou um procedimento para identificação dos requisitos emergentes da produção de obras no processo de projeto BIM.

O autor Bezerra (2021) destacou que é importante destacar a aplicabilidade dos conceitos e teorias advindas da Engenharia de Produção no setor da Construção Civil, um ramo bastante resistente a novas tecnologias e processos de trabalho. A pesquisa buscou explicar tais aplicações, podendo também servir como referência para divulgação e estudo dos processos e ferramentas tanto para graduações e cursos da Engenharia de Produção quanto Civil. Também destacou que a filosofia Lean Construction pode ser usada com o auxílio do BIM. Para atendimento aos níveis de serviço de cliente, projetos devem estar adequados às novas necessidades, entregues dentro do prazo e com qualidade na entrega final ao consumidor.

Além disso, os resultados de Bezerra (2021) destacam a adoção de ferramentas como o (BIM), a técnica de Last Planner e o uso de indicadores de desempenho para monitorar prazos, custos e qualidade. Práticas como o planejamento detalhado, a racionalização do uso de materiais e a organização de layouts otimizados no canteiro foram implementadas para reduzir desperdícios e aumentar a confiabilidade das operações.

A análise de Bezerra (2021) mostrou que o índice de conformidade dos serviços ultrapassou 99%, e o cronograma foi cumprido com 96% de adesão, evidenciando o impacto positivo das práticas enxutas. A pesquisa ressalta, ainda, que a filosofia da Construção Enxuta vai além das ferramentas operacionais, envolvendo mudanças organizacionais e culturais que exigem comprometimento de toda a equipe.

Reginaldo (2021) em sua pesquisa analisou que a indústria da arquitetura, engenharia e construção (AEC), está evoluindo muito rápido nos últimos tempos e o BIM (Building Information Modeling) foi adotado como uma técnica eficaz para o gerenciamento de projetos da construção civil. Apesar da importância da aplicação do BIM em projetos de

construção, parece haver pouco uso em sistemas de gestão de obras, conseqüentemente enfrentamos dificuldades de implementação dessa tecnologia que nos traz muitas vantagens.

Reginaldo (2021) apresentou uma abordagem relevante para aumentar a democratização do uso do BIM, com uma inovação tecnológica que faz a inclusão de participantes da obra com acesso aos dados do projeto, precisando apenas de um navegador web. Com isso, por meio de pesquisas e análise de dados foi possível ter acesso às informações BIM com mais facilidade, sem a necessidade de um grande poder computacional para ter BIM na execução da obra, ampliando assim a disponibilidade de um ambiente colaborativo, promovendo o compartilhamento de informações.

Pita (2021) realizou experimentos por meio da construção de uma plataforma online participativa baseada em BIM, sendo esta construção também considerada um procedimento metodológico relevante. Após dois ciclos de experimentos, e após a avaliação dos resultados quantitativa e qualitativamente, concluiu-se que a ampliação da equipe atuante durante todo o ciclo de vida de uma obra pública, por meio de plataformas online baseadas em BIM, pode incorporar novas informações em seu processo produtivo e permitir que novas soluções e novos arranjos possam ser alcançados, ampliando a participação comunitária e o controle social dos atos do Poder Público.

De modo que os autores destacaram ferramentas e boas práticas que podem ser utilizadas na gestão de obras por meio do uso do BIM. Destacou-se ainda, os benefícios e desafios na implementação de tecnologia na obra. A melhoria na comunicação, redução de custos e eficiência no gerenciamento da obra foram mencionados nos trabalhos.

Ainda, corrobora-se com a conclusão de Pita (2021) de que as barreiras tecnológicas são pequenas se comparadas com os potenciais benefícios do uso do BIM no processo produtivo.

4 Considerações finais

A presente revisão sistemática da literatura reforça a crescente importância do Building Information Modeling (BIM) na gestão de obras, destacando sua capacidade de integrar equipes de projeto e de gerenciamento, otimizando processos e resultados. O BIM permite o controle de custos, cumprimento de prazos e entrega de obras com qualidade, enquanto promove uma comunicação mais eficiente entre projetistas e equipes técnicas em campo. Essa integração reduz desperdícios de materiais e retrabalhos, gerando maior eficiência no setor da construção civil.

Os estudos analisados apontam a necessidade de maior incentivo ao uso do BIM como ferramenta de apoio ao gerenciamento de obras. Publicações recentes evidenciam que sua aplicação não apenas melhora a execução dos projetos, mas também facilita a industrialização da gestão, integrando processos e promovendo resultados mais sustentáveis. A relevância do BIM se reflete no seu impacto positivo para a comunicação entre os agentes envolvidos e para a qualidade final dos empreendimentos.

A promoção do BIM como ferramenta essencial na gestão de obras deve ser fortalecida pela comunidade acadêmica, por meio de palestras, publicações e workshops

voltados ao setor. Essa disseminação é fundamental para superar as barreiras tecnológicas e culturais ainda existentes, como a resistência à adoção de novas práticas e a carência de formação técnica. Ao fomentar o uso do BIM, cria-se um ambiente mais favorável para sua implementação e consolidação no setor da construção.

Ferramentas complementares, como o Last Planner e indicadores de desempenho, foram mencionadas como aliadas no fortalecimento do BIM, permitindo um planejamento mais eficiente e o monitoramento contínuo dos projetos. Além disso, a filosofia Lean Construction, quando associada ao BIM, potencializa a eliminação de desperdícios e a adoção de práticas enxutas, atendendo às crescentes demandas por eficiência e sustentabilidade no setor.

Portanto, o artigo destaca que o BIM representa uma oportunidade significativa para a modernização da construção civil, promovendo maior integração entre equipes, controle dos processos e resultados alinhados às exigências contemporâneas de qualidade. Incentivar o uso do BIM e fortalecer sua presença no meio acadêmico e profissional é essencial para consolidá-lo como uma ferramenta estratégica na gestão de obras, tanto no Brasil quanto em contextos internacionais.

Referências

ABEGG, Mariana Pacheco. **Método para a incorporação dos requisitos emergentes durante a fase de produção dos empreendimentos no processo de projeto BIM por meio do BIM Execution Plan (BEP)**. Dissertação (Mestrado em Engenharia) - Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil: Construção e Infraestrutura, Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2021.

BATISTA, L. C.; SIMÕES, E. A. **A tecnologia BIM no gerenciamento de processos produtivos da construção civil / BIM technology in the management of production processes in civil construction**. Brazilian Journal of Development, [S. l.], v. 8, n. 6, p. 45645–45657, 2022. DOI: 10.34117/bjdv8n6-199. Disponível em: <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/view/49259>.

BEZERRA, Lucas Durães. **Análise da implementação da construção enxuta: estudo de caso em um empreendimento residencial**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção). Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2021.

BORGES, Rodrigo Magalhães Siqueira; LIMA, Mariana Monteiro Xavier de; BARROS NETO, José de Paula. **Objeto de aprendizagem BIM para planejamento e controle de execução da construção em GCC-I/UFC**. In: Encontro Nacional sobre o ensino de BIM, 3., 2021. Anais [...]. Porto Alegre: ANTAC, 2021. p. 1. DOI: 10.46421/enebim.v3i00.299. Disponível em: <https://eventos.antac.org.br/index.php/enebim/article/view/299>.

COELHO, Gustavo Modesto. **Arquitetura e industrialização: influência da Filosofia "Lean" nos processos de gestão da construção**. Dissertação (Arquitetura e Urbanismo) - Universidade Presbiteriana Mackenzie, São Paulo, 2020. 199 f.

DIAS, Hathos Garcia DIAS, Hathos Garcia. **Priorização das boas práticas de gerenciamento de projetos nas obras de uma universidade pública federal**. Dissertação (Mestrado

Profissional em Mestrado Profissional em Engenharia de Produção), Universidade Federal de Itajubá, Campus de Itabira, Minas Gerais, 2022. 212 f.

FREITAS, Rafael Santos; PEDREIRO, Marcelo Rodrigo de Matos. **Controle de cronograma de obra utilizando um modelo BIM 4D**. Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação, [S. l.], v. 9, n. 10, p. 362–377, 2023. DOI: 10.51891/rease.v9i10.11586. Disponível em: <https://periodicorease.pro.br/rease/article/view/11586>.

MINAYO, M. C. **O desafio do conhecimento**. São Paulo: HUCITEC, 2014.

NAHIME, Bacus de Oliveira et al. **Aplicação da metodologia BIM e dos princípios da construção em obra comercial**. Brazilian Journal of Development, v.6, n.8, p.60187-60194. 2020

PITA, Juliano Veraldo da Costa. **Colaboração comunitária em obras públicas através do uso da modelagem de informação da edificação (BIM)**. Tese (Doutorado em arquitetura e urbanismo). Instituto de arquitetura e urbanismo, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2021.

REGINALDO, Adriano Magno Gomes. **BIM WEB - Gestão de obras online**. Dissertação (Mestrado Profissional em Tecnologia da Informação) - Instituto Metrópole Digital, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2021. 62f.

RIBEIRO, S.A.; GIESTA, J. P.; MACIEL, E.J. **A percepção quanto à prática da compatibilização de projetos por alunos de uma MBA em gerenciamento de obras**. In: Simpósio Brasileiro de Tecnologia da Informação e Comunicação na Construção, 2., 2019, Campinas, SP. Anais[...].Porto Alegre: ANTAC, 2019.

THADEU GÓES MOREIRA, S. **Boas práticas para reduzir desvio de custos e retardos de prazos em obras de construção civil**. Revista Eletrônica Produção & Engenharia, [S. l.], v. 9, n. 2, p. 764–770, 2019. DOI: 10.34019/1983-9952.2019.v9.29511.



Revista Gestão & Gerenciamento

Expediente

Supervisão Editorial:

Eduardo Linhares Qualharini

Comitê Editorial:

Ana Carolina Badalotti Passuelo, UFRGS

Bruno Barzellay, UFRJ/Macaé

Carlos Alberto Pereira Soares, UFF

Clara Rocha da Silva, NPPG/UFRJ

Elaine Garrido Vazquez, POLI/UFRJ

Isabeth da Silva Mello, NPPG/UFRJ

Liane Flemming, UNIASALLE, Brasil

Maria Alice Ferruccio, POLI/UFRJ

Maurini Elizardo Brito, NPPG/UFRJ

Nikiforos Joannis Philyppis Jr, FACC/UFRJ

Assistente de Supervisão Editorial:

Luiz Henrique da Costa Oscar

Jornalista Responsável:

Denise S. Mello Lacerda _ SRTE/RJ 33887

Edição e Diagramação:

Amanda Vieira Guimarães

Periodicidade da Publicação:

Bimestral

Contato:

Núcleo de Pesquisas em Planejamento e Gestão – NPPG

Escola Politécnica da Universidade Federal do Rio de Janeiro

Av. Athos da Silveira Ramos, 149 - Bloco D, sala D207

Cidade Universitária – Rio de Janeiro – CEP: 21941-909

revistagestaoegerenciamento@poli.ufrj.br

(21) 3938-7965