

REVISTA

BOLETIM DO GERENCIAMENTO REVISTA ELETRÔNICA

ISSN: 2595-6531





SUMÁRIO

A IMPORTÂNCIA DA GESTÃO DE PESSOAS NA ENGENHARIA CIVIL PARA O ALCANCE DE OBJETIVOS	
Petra Gomes Nery; Mayara Amario	01
DESAFIOS E BENEFÍCIOS DA IMPLEMENTAÇÃO DO SISTEMA LAST PLANNER NA CONSTRUÇÃO CIVIL	
Juanita Almeida Alamo; Leandro Torres Di Gregorio	12
COMUNICAÇÃO NO CANTEIRO DE OBRAS	
Ruana Guedes de Castro Ayupp; Marco Aurélio Gomes Mello	24
A UTILIZAÇÃO DA ANÁLISE DE DADOS PARA A TOMADA DE DECISÃO NA GESTÃO INTELIGENTE DE OBRAS CIVIS: UMA ANÁLISE CRÍTICA SOB A REVISÃO DE LITERATURA	
Giovanni Luigi F. Schiavon; Karoline Vieira Figueiredo; Regina Negri Pagani	34
DESAFIOS NA ELABORAÇÃO DE ORÇAMENTOS DE OBRAS OFFSHORE	
Evellyn Brasil; Bruno Barzellay F. da Costa	52
ANÁLISE DA ORÇAMENTAÇÃO DOS CUSTOS COM O CANTEIRO DE OBRAS E A ADMINISTRAÇÃO LOCAL DAS LICITAÇÕES DE OBRAS PÚBLICAS DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO	
Janaina Barboza de Castro; Maria Izabel de Paula Ribeiro	63
APLICAÇÃO DE FERRAMENTAS DO LEAN CONSTRUCTION NO GERENCIAMENTO DE EMPREENDIMENTO DA CONSTRUÇÃO CIVIL	
Renan Rodrigues; Márcio Conforte	77
VIABILIDADE DE UTILIZAÇÃO DE VERGALHÃO DE FIBRA DE VIDRO	
Larissa Gabrielle da Silva Villar; Júlio Cesar Pereira de Sousa	93
A INFLUÊNCIA DO BIM NO PLANEJAMENTO DE OBRAS	
Ana Beatriz Fitzner; Rafael Rodriguez	106
OS PERFIS DE LIDERANÇA APLICADOS NO GERENCIAMENTO DE PROJETOS.	
Bernardo Gonçalves; Amanda Bialowas	117



SUMMARY

THE IMPORTANCE OF PEOPLE MANAGEMENT IN CIVIL ENGINEERING FOR ACHIEVING OBJECTIVES NERY, Petra Gomes Nery; Mayara Amario	01
CHALLENGES AND BENEFITS OF IMPLEMENTING THE LAST PLANNER SYSTEM IN CONSTRUCTION Juanita Almeida Alamo; Leandro Torres Di Gregorio	12
COMMUNICATION ON THE CONSTRUCTION SITE Ruana Guedes de Castro Ayupp; Marco Aurélio Gomes Mello	24
THE USE OF DATA ANALYSIS FOR DECISION MAKING IN THE INTELLIGENT MANAGEMENT OF CIVIL WORKS: A CRITICAL ANALYSIS BASED ON THE LITERATURE REVIEW Giovanni Luigi F. Schiavon; Karoline Vieira Figueiredo; Regina Negri Pagani	34
CHALLENGES IN PREPARING BUDGETS FOR OFFSHORE WORKS Evellyn Brasil; Bruno Barzellay F. da Costa	52
ANALYSIS OF COST BUDGETING WITH THE CONSTRUCTION SITE AND THE LOCAL ADMINISTRATION OF PUBLIC WORKS TENDERS IN THE STATE OF RIO DE JANEIRO Janaina Barboza de Castro; Maria Izabel de Paula Ribeiro	63
APPLICATION OF LEAN CONSTRUCTION TOOLS IN CIVIL CONSTRUCTION PROJECT MANAGEMENT Renan Rodrigues; Márcio Conforte	77
FEASIBILITY OF USING FIBERGLASS REBAR Larissa Gabrielle da Silva Villar; Júlio Cesar Pereira de Sousa	93
THE INFLUENCE OF BIM ON CONSTRUCTION PLANNING Ana Beatriz Fitzner; Rafael Rodriguez	106
LEADERSHIP PROFILES APPLIED IN PROJECT MANAGEMENT Bernardo Gonçalves; Amanda Bialowas	117



A importância da gestão de pessoas na engenharia civil para o alcance de objetivos

The Importance of People Management in Civil Engineering for Achieving Objectives

NERY, Petra Gomes¹; AMARIO, Mayara²

petra.gonery@gmail.com¹; mayara_amario@poli.ufrj.br².

¹Especialista em Planejamento, Gestão e Controle de Obras Civis, NPPG, UFRJ

²D.Sc. em Engenharia Civil, Professora do Departamento de Construção Civil, Escola Politécnica, UFRJ

Informações do Artigo

Palavras-chave:

*Gestão de Pessoas
Engenharia Civil
Obras Civis*

Key words:

*People management
civil Engineering
Civil Works*

Resumo:

O presente trabalho aborda o tema gestão de pessoas, na área da engenharia civil, e sua importância para o alcance de objetivos, bons resultados, nas obras civis. Tem, por objetivo, promover uma reflexão profunda sobre o assunto e convidar os profissionais da área a colocá-lo em prática, de forma eficaz, no dia a dia de trabalho. Para isto, adotou-se uma metodologia baseada numa pesquisa bibliográfica, com o intuito de fazer-se um compilado a respeito do tema e chegar-se a conclusões e críticas sobre o repertório obtido.

Abstract:

This work addresses the topic of people management, in the area of civil engineering, and its importance for achieving objectives and good results in civil works. Its objective is to promote in-depth reflection on the subject and invite professionals in the field to put it into practice, effectively, in their day-to-day work. For this, a methodology based on bibliographical research was adopted, with the aim of compiling a compilation on the topic and reaching conclusions and criticisms about the repertoire obtained.

1. Introdução

Gerir pessoas faz parte da gestão de obras civis e é uma habilidade complexa, que requer preparo e destreza. Não é de hoje que tal tarefa faz parte do mundo corporativo. Ela tem suas origens no final da Revolução Industrial e seu ápice no decorrer da década de 1950.

No passado, chamava-se “Administração de Recursos Humanos”, ou ADH, segundo o autor Chiavenato [1]. Atualmente, vem passando por mudanças significativas, com a globalização.

No entanto, pouco se é falado sobre a importância da gestão de pessoas, na engenharia civil. Isto se deve à visão clássica que se tem de um engenheiro civil tendo uma formação mais técnica do que voltada para recursos humanos, como apontam Tavares, Longo e Sueth [2]. Ou seja, engenheiros não são preparados para serem gestores, por formação.

Em contrapartida, o mercado começa a exigir que os responsáveis por todo o processo em que está inserida uma obra incorporem conhecimentos sobre recursos humanos,

afinal, precisam lidar com muitas pessoas, no canteiro. A professora do Departamento de Engenharia Civil da Universidade de São Carlos, Sheyla Serra [3] reforça esta ideia ao explicar a mudança observada no perfil do profissional de engenharia civil, nos últimos anos. Ela afirma que “o responsável pela obra” passa a ter habilidades relacionadas à gestão de pessoas, nas grandes empresas de construção.

Tendo em vista os fatos colocados acima, o presente artigo tem como objetivo fazer uma reflexão profunda sobre o papel da gestão adequada de pessoas, no canteiro de obras, sob a ótica de sua influência para bons resultados e êxito nos empreendimentos; também, possui o intuito de discutir sobre o assunto no universo da engenharia civil. Para tal, é mostrado um repertório composto de uma pesquisa bibliográfica, de modo a ter-se um repertório do que já fora identificado, estudo e das tendências futuras. A partir daí, seguem-se considerações, críticas que visam contribuir e enriquecer, complementar o trabalho dos autores pesquisados.

Justifica-se o presente tema através da necessidade de enriquecimento da literatura sobre o assunto, que é escassa e possui pouco destaque, mesmo que seja de suma importância. As organizações são compostas por pessoas que, por sua vez, são as responsáveis pelos resultados esperados e até mesmo, pela própria existência da corporação.

2. Comunicação nas Corporações

Conforme afirmado por Kestenbaum [4], atualmente, o ato de se comunicar vem se tornando bastante desafiador. O principal motivo está nos receptores das mensagens, cada vez mais impacientes e desatentos; outro fator é o tempo para transmitir-se as mensagens, que possuem caráter, constante, de urgência. Portanto, garantir que não haja ruído na mensagem é bastante desafiador e requer muita destreza. Mesmo assim, o aumento de falhas na comunicação é visível e isto é bastante prejudicial a um projeto.

O relatório anual de liderança de pensamento [5], conhecido como *Pulse Of*

Profession, publicado pelo *Project Management Institute (PMI)*, em maio de 2013, discorre sobre o tema da importância do papel da comunicação para o sucesso em projetos. O estudo aponta a “comunicação eficaz com todas as partes interessadas do projeto” [5] como peça-chave para o sucesso do mesmo e para a lucratividade do negócio. Sendo assim, as organizações que adotam uma boa comunicação, tendem a possuir alto desempenho e redução de custos gerados para conserta-se falhas. O documento também aborda a criticidade da comunicação e destaca os riscos de uma comunicação ineficaz. Não obstante, há, também, os prejuízos financeiros. A pesquisa aponta que os riscos representam “\$75 milhões de dólares para cada \$1 bilhão de dólares gastos” [5].

O relatório [5] conclui, que a boa comunicação entre as partes interessadas de um projeto garante o sucesso do negócio; sugere, também, que sejam adotadas algumas estratégias como: adaptar-se os canais de comunicação às diferentes equipes envolvidas, reconhecer-se o valor da comunicação, dentro de um projeto, adotar-se padrões de comunicação de projeto na organização.

2.1 Ambiente da Construção Civil

No ambiente da construção civil, não é diferente. Segundo o Centro de Tecnologia de Edificações [6], a comunicação, na construção civil impacta, seriamente, no canteiro de obras, por este ser um ambiente que envolve pessoas e atividades diversas, com vários graus de periculosidade. Além disso, uma comunicação com ruídos pode ocasionar retrabalhos, induzir a erros, gerando prejuízos financeiros e interferências negativas na produtividade da obra.

Os ruídos podem ser causados por diversos fatores, como menciona [6]: emoções do emissor, interpretações subjetivas, ausência de interesse, falta de clareza da mensagem, pressa em transmitir-se a informação. Todos estes itens podem prejudicar a execução da obra, afetando a qualidade do resultado esperado. Como informado por Mobuss [7], a *British Standards Institution* estimou um custo anual de 20 bilhões de libras destinados à

reparação de erros causados por problemas de comunicação, na indústria de construção civil.

2.2 A Gestão do Conhecimento

Por conta destes tipos de prejuízos, [7] ressalta-se a necessidade da gestão do conhecimento, no setor da construção. Tratando-se de um setor com alto volume de informações e com uma variedade de pessoas envolvidas, faz-se necessário que haja uma boa comunicação, entre eles. Os benefícios são inúmeros: maior fluidez, maior produtividade do trabalho, maior assertividade na tomada de decisões, menor desperdício, redução de retrabalho de atividades, maior engajamento entre os colaboradores, comunicação mais clara, sem ambiguidades.

A aplicação da gestão do conhecimento deve respeitar as necessidades da empresa, de forma a permitir-se “o desenvolvimento de um plano de ação” [7].

A criação de um sistema formal para a gestão do conhecimento deve ser levada em conta o quanto antes. As informações inerentes aos processos de negócio, por vezes chamadas de conhecimento corporativo, são tudo aquilo que por ser considerado essencial para as funções diárias de uma organização. Isto inclui bases de dados da empresa, documentos administrativos, arquivos de história e questões cotidianas dos funcionários. [7]

Para tornar-se o plano de ação bastante efetivo, Mobuss [7] sugere, ainda, o uso da tecnologia como ferramenta aliada para melhor gestão da informação. Assim, é possível integrar-se e compartilhar-se, de maneira mais eficiente, os dados coletados. Lembra ainda que, não basta obter-se e reter-se o máximo de dados, de informações. É preciso transformá-los em conhecimento. Soma-se a isso a divisão de responsabilidades, o constante foco nos objetivos da organização, o estudo das lições aprendidas e o compartilhamento ininterrupto de todo o conhecimento gerado.

Por fim, “um bom gestor deve criar um canal de comunicação com seus funcionários, dando abertura para sugestões, reclamações e dúvidas” [8]. Não se deve esquecer que, um

gestor pode estar gerenciando mais de uma obra, ao mesmo tempo. Por isto, é primordial estar-se em contato com o canteiro, frequentemente.

2.3 Comunicação Assertiva

A psicóloga Beatriz Brandão Ericsson [9] explica que a comunicação faz parte de um processo, uma cadeia, da qual a fala é o último elo. Trata-se de um processo complexo, onde há uma intenção. Primeiro, tem-se uma intenção de transmitir-se uma informação. Depois, é necessário decidir-se o canal e o código a ser usado para, finalmente, exercer-se a ação de comunicar-se.

A engenheira civil Wanessa Fazinga [9] afirma que, no canteiro de obras, as informações a serem transmitidas são de cunho técnico e, por isso, precisam ser bem assimiladas, para que a tarefa seja bem executada. É muito comum, no canteiro, os colaboradores possuírem níveis diferentes de escolaridade. O engenheiro, por exemplo, usa o termo “armadura de espera”. Já o mestre de obras se refere ao mesmo objeto como “armadura de arranque”. Além disso, também é muito comum a falta de atenção dos colaboradores, durante a passagem das instruções pelos seus superiores. Cabe ao emissor, segundo a Dra. Beatriz Brandão Ericsson, ter ciência disso.

O emissor precisa conhecer o seu receptor, sua cultura, sua capacitação. Só assim ele terá [...] “consciência do que será transmitido e para quem” [...] [9]. É necessário ter-se sensibilidade, ao se comunicar com alguém, perceber-se se o receptor está entendendo a mensagem como ela deve ser entendida.

Por fim, a Dra. Beatriz Brandão [9] conclui que é necessário haver clareza de pensamento, por parte do emissor; a comunicação, por tratar-se de uma ação, um processo complexo, deve ser bastante praticada a fim de que seja o mais assertiva possível. É importante, também, valer-se da comunicação não-violenta e de cativar-se o receptor para que este tenha entusiasmo, interesse, em prestar atenção no que lhe é dito.

3. Relações Sociais no Ambiente de Trabalho

Como observado por Cazarotto [10], o mundo corporativo, cada vez mais competitivo, é constituído de organizações formadas por equipes estruturadas. Continuamente em busca de diferencial competitivo, estas empresas valorizam o trabalho em grupo, como forma de aumento de produtividade. Sem a interação destes indivíduos, não seria possível o alcance dos objetivos. É essa visão que faz com que as corporações, que buscam estar à frente de suas concorrentes, deem a devida importância a estes grupos, não só como colaboradores, mas também como indivíduos; seu comportamento, perante o grupo, e seu relacionamento com os demais influencia, diretamente, na sua produtividade.

3.1 A Importância dos Colaboradores

As pessoas trabalham e vivem as maiores partes de suas vidas dentro das empresas. Nesse contexto, as pessoas dão algo em de si e esperam algo em troca, seja a longo ou a curto prazo. A maneira como este ambiente é moldado e estruturado, influencia a qualidade de vida e o comportamento das pessoas. Para tanto, é fundamental que os profissionais se sintam parte das empresas onde atuam e participem ativamente do negócio [10].

A afirmação contida no parágrafo acima deixa clara a influência e a importância do papel dos colaboradores no ambiente corporativo. O chamado “capital intelectual”, como descrito por Eunice [11], gerencia, organiza e executa as atividades fundamentais para o funcionamento da empresa; sem eles, não há sequer existência dela.

Para haver empresa, precisa haver colaboradores; para que haja resultados positivos, os colaboradores precisam de capacitação, de motivação, saber fazer bom uso de suas habilidades. Cabe à uma boa gestão [...] controlar os fatores que interferem na qualidade de trabalho e de vida dos funcionários, [...] [11].

3.2 Índice de Felicidade no Trabalho

Conexa [12] define o conceito de “Felicidade Interna Bruta, ou FDI, como sendo um índice utilizado para medir-se o bem-estar de uma pessoa. Aplica-se a qualquer ambiente.

Este termo tem sua origem no Butão, nos anos 70, quando o rei resolveu estabelecer uma métrica para medir as riquezas de seu país; substituiu o Produto Interno bruto pelo Índice e Felicidade Bruta de seus habitantes. Com o passar dos anos, a ideia ganhou credibilidade e a medida foi adotada por outros territórios. No ocidente, encontrou bastante aplicabilidade, no mundo corporativo; auxiliando as empresas a identificarem comportamentos de sua equipe, possibilita a implementação de medidas estratégicas de desempenho de equipes.

No ambiente profissional, a FIB é aplicada por meio de pesquisas contendo questionários a fim de obter-se um diagnóstico do meio. [12] lista alguns indicadores FIB específicos para ambientes corporativos: padrão de vida, saúde, meio ambiente, bem-estar emocional, gerenciamento do tempo, governança, interação entre os colaboradores.

Os benefícios são inúmeros, destacando-se melhoria no ambiente empresarial, aumento de produtividade, retenção de talentos, maior proatividade. Pessoas mais felizes possuem maior motivação e interação melhor com outras pessoas.

3.3 Motivação no Trabalho

O blog RhPortal [13] diz que, o esforço empregado, pelas pessoas, na execução de uma determinada tarefa é proporcional à intensidade da motivação de quem a executa. Esta motivação varia de acordo com estímulos internos e externos ao indivíduo. No contexto das organizações, este é um assunto que faz parte de sua estratégia; impactando, afinal, nos resultados obtidos pelas equipes. Logo, é essencial que empresas mantenham seus colaboradores motivados e entusiasmados com suas atividades. Entretanto, esta não é uma tarefa de fácil aplicação dado que, cada indivíduo se diferencia dos outros, tendo suas particularidades.

Para Perkbbox [14], motivação é o nível de comprometimento, inovação e energia que o indivíduo possui ao longo de um dia de trabalho. Além disso, nem todas as tarefas podem ser empolgantes.

Por isto, é desafiador, para as empresas, manter-se o engajamento e a disposição de seus funcionários, já que precisam estar, constantemente, buscando modos de mantê-los interessados. Diante disso, algumas alternativas são expostas: liderar com visão no que se quer alcançar; mostrar-se o porquê de se executar determinada atividade; dividir-se grandes tarefas em pequenos desafios, mais alcançáveis; reconhecer-se um trabalho bem executado; conferir-se uma certa autonomia ao time; disponibilizar-se um ambiente agradável, receptivo; oferecer-se alguns benefícios; estar, sempre, encorajando o time; oferecer-se um plano de carreira, zelar-se pelo bem-estar do colaborador.

Como consequências, tem-se: maior inovação, aumento nos níveis de produtividade, redução nas absentismo, diminuição de rotatividade nos cargos, melhoria na reputação da empresa.

3.4 Gestão de Conflitos

Tavares, Longo e Sueth [2], realizaram um estudo com o objetivo de identificar e classificar os conflitos que ocorrem na gestão de pessoas, dentro de um canteiro de obras. Seus efeitos também foram inclusos, no estudo. Participaram da pesquisa 55 engenheiros civis, gestores de canteiro de obras.

A primeira pergunta a que foram submetidos referiu-se ao conhecimento, por parte deles, da existência de conflitos, em suas obras. Quase todos responderam positivo (94,12% dos entrevistados), ou seja, enfrentaram algum tipo de resistência por parte de sua equipe. Informaram, também, que estas manifestações não chegaram a evoluir para algo mais agressivo; em sua maioria, foram classificadas como sendo de natureza de comunicação.

Quando o caráter da resistência manifestada pela equipe é de cunho técnico,

entende-se que sua causa seja uma dúvida, um questionamento levantado por outra pessoa de formação também técnica, parecida à do engenheiro gestor, graduada; no entanto, quando é de cunho pessoal, há um conflito, de fato, muito bem caracterizado e ao qual deve-se dar atenção máxima para que não evolua; afinal, trata-se de uma questão de relacionamento interpessoal, o que é um potencial risco ao andamento do projeto. Manter-se um bom clima organizacional é imprescindível. [2]

O estudo em questão, identificou o conflito interpessoal como sendo o mais incidente, no âmbito da comunicação; suas principais causas se davam, entre outras, por desrespeito ao horário de trabalho do colaborador, ou pela forma como uma ordem fora emitida, de modo truculento.

Outra manifestação identificada foi o conflito de relacionamento entre o engenheiro e o funcionário, causado por questões de personalidade, divergências culturais, expectativas pessoais. Uma condição de contorno, à esta situação, seria ter-se uma visão mais aprofundada do perfil dos funcionários.

Comportamentos identificados, traços de personalidade, expectativas com relação à carreira, precisam ser registrados para posterior análise; por outro lado, os gestores, os engenheiros e até a própria empresa também precisam ser levados em conta; a forma como delegam tarefas, ordens, tem um impacto no relacionamento para com os funcionários.

Também, são feitas algumas recomendações práticas como a avaliação constante de desempenho por competências, ambientação e socialização adequada de novos colaboradores, acompanhar-se direta e discretamente o desempenho de colaboradores com histórico de conflitos; quando houver conflitos, deve-se buscar a sua rápida resolução sem que o colaborador seja retirado da empresa.

No geral, foram identificados cinco principais tipos de conflitos inseridos na gestão de pessoas, no canteiro de obras: de

comunicação, de relacionamento, de conhecimento técnico, comportamental, cultural e horizontal. O trabalho termina por concluir que a busca por um modelo mais democrático de gestão é a estratégia mais eficiente. Também, é fundamental, o preparo técnico do engenheiro civil como um gestor, capacitado ao conhecimento de modelos de gestão centralizado e descentralizado. Recomenda-se o seu treinamento, contínuo, em negociação de conflitos e seu preparo em lidar com assuntos referentes às Relações Humanas.

Varella [15] também realizou um estudo a fim de enumerar-se os conflitos que possam se manifestar, entre o engenheiro civil e seus colaboradores, no canteiro de obras. Identificou-se situações-problema, bem como suas consequências e explorou-se as variáveis que foram consideradas potenciais causadores de conflitos.

Para isto, ele valeu-se da seguinte metodologia: levantamento teórico sobre a gestão de conflitos e a de pessoas e sua relação com o ambiente da engenharia civil.

Também foi realizado um estudo de campo com a entrevista de 111 colaboradores cujas funções variavam, na obra, a pretexto de confirmar-se a seguinte hipótese: a diversidade cultural, social e econômica encontrada, dentro de um canteiro, contribui para o surgimento de conflitos diversos, no mesmo.

Ao todo foram visitadas seis obras diferentes, em fases diversas, pois, o autor considerou estes fatores relevantes, na natureza dos conflitos, dado que, as fases de uma obra contam com equipes maiores ou menores, além de tarefas de graus de demanda e complexidade bastante discrepantes. Por exemplo: a primeira obra estava em fase final. Por isto, a equipe era reduzida e já havia uma visão sistêmica mais consolidada. O segundo canteiro visitado ainda estava em fase de armação e foi possível verificar conflitos maiores. O quarto e quinto canteiros, em fase de estruturas e alvenaria, também tinham conflitos sérios, com equipes grandes e considerável perda de materiais.

Foi bastante observada a falha de comunicação interna, dentro dos canteiros, fazendo com que objetivos não estivessem tão alinhados e as equipes não tivessem tanta motivação em alcançar-se prazos.

Outro conflito relatado foi o machismo praticado contra colaboradoras, dentro do canteiro, com a presença significativa de mulheres, na obra.

Também foram exaltados os conflitos: contradição de objetivos, contradição de função desempenho.

A falta de treinamento e de mão de obra qualificada estavam presentes na maioria dos canteiros visitados. Varella [15] também menciona a ausência de acompanhamento das atividades pelos líderes, que não mostraram interesse em se importar com o processo e sim com os resultados. Alguns engenheiros, por sua vez, relataram péssima qualidade de execução dos serviços.

Varella [15] conclui que, por 90% dos entrevistados terem apontado a existência de conflitos, nos canteiros, este é um tema de fundamental importância para a engenharia civil.

Como sugestões de melhoria, o autor menciona o agrupamento das equipes por macro áreas. Também sugere realizar-se pesquisas que estabeleçam métricas de acordo com as situações-problema identificadas. Como exemplo, aponta o atraso de um cronograma quando se há problemas de falha de comunicação, na equipe.

Conclui também a necessidade da presença do engenheiro civil, para a resolução de conflitos. O ato de ouvir e mediar conflitos já é um grande passo para a gestão de conflitos de forma efetiva.

4. Perfil do Gestor

Como mencionado, anteriormente, é imprescindível que o engenheiro-gestor possua habilidades no que tange a mediação de conflitos, no canteiro. Desse modo, é possível minimizar-se desavenças que possam causar

atrasos no cronograma de obra, bem como outros efeitos que venham a prejudicar o andamento da mesma, desviando o projeto de seu objetivo final. Para tanto, fazem-se presentes alguns traços: autoridade, liderança e boas práticas de gestão.

4.1 O Exercício da Autoridade

Autoridade é um dos 14 princípios da administração estabelecidos por Henri Fayol. Em seu livro, *Administração Geral e Industrial* [16], Fayol define o conceito de autoridade como sendo o poder de exigir-se obediência e o direito de emitir-se ordens; diz, também, que há uma diferença entre a autoridade contida no cargo de gerência e a autoridade pessoal, composta pela capacidade de liderar, por experiências prévias, por inteligência, por repertório adquirido, ao longo da vida.

Dewett [17] insere a palavra “influência”, no conceito de autoridade. De fato, exercer-se autoridade é exercer influência sobre outro. Outra ação que também faz parte do exercício da autoridade é a tomada de decisões, o que a torna uma característica delicada, cautelosa.

Numa equipe, por exemplo, a autoridade deve ser introduzida, aos poucos, com alvos menores. É preciso ter-se o apoio de pessoas estratégicas, que serão importantes em situações futuras. Outra ação é a capacidade de delegar, dando-se certa autonomia às pessoas que compõem a equipe. Isto gera maior confiança e confere maior credibilidade ao gestor.

4.2 Liderança

O autor Idalberto Chiavenato [18] afirma que a liderança é um fator importante e essencial, nas atividades que envolvem a administração; sua presença é fundamental em qualquer tipo de organização. De acordo com ele, aquele que administra precisa saber orientar as pessoas bem como conhecer sua natureza humana.

Liderança é o processo de exercer influência sobre pessoas ou grupos nos esforços para realização de objetivos em uma determinada situação. (p.122) [18]

A capacidade de liderança, conforme diz Inson [19], é uma habilidade diferencial para uma obra bem-sucedida. Há um mito de que é uma característica nata. No entanto, esta é, apenas, uma crença limitante. “Assim como outras características possível sim desenvolver essa habilidade ao longo do tempo.” Inson[19].

Um bom líder precisa ter uma boa comunicação e uma boa relação com sua equipe. “[...] transmitir a sensação de segurança e tranquilidade para a equipe, bem como aproveitar os talentos de cada um [...]”. Inson[19]

A prática da liderança, no canteiro de obras, é bem desafiadora: gestores lidam com equipes multidisciplinares, o tempo todo, como bem colocado pelo blog *Mobuss Construção* [20]. Além disso, não há uma formação que confira um preparo específico para esta situação.

É muito comum a presença de equipes multidisciplinares, na engenharia civil, compostas por indivíduos com diferentes capacidades, habilidades e especialidades. O desafio está em saber usar, da melhor maneira esta mão-de-obra, beneficiando-se de seu potencial ao máximo. “O líder tem que saber distinguir cada peça de seu time”. [20]

4.3 Boas Práticas do Gestor

Garantir-se que feedbacks sejam dados em tempo real também é estritamente necessário, como observado por *Mobuss Construção* [20]. Além de permitir-se que erros sejam identificados, logo no início, o que evita maiores atrasos, serve como incentivo aos colaboradores, que podem, desta forma, acompanhar seu desempenho e seus resultados. Assim, ganham mais confiança em seu trabalho e amadurecimento profissional.

Outra boa prática a ser adotada por um bom gestor é tomar para si a responsabilidade perante erros cometidos, no canteiro. As falhas cometidas pela equipe geram consequências. Cabe ao gestor, gerenciar, monitorar e controlar o andamento das atividades, saber lidar com conflitos e garantir a boa produtividade, segundo afirma [20].

Seonci [21] acredita que a empatia, a flexibilidade e a abertura a o diálogo, por parte do gestor, são algumas das boas práticas que devem ser adotadas no canteiro de obras; afinal, ele é um líder e deve dar o exemplo, além de orientar as equipes. A existência um ambiente de trabalho colaborativo e positivo é essencial para a produtividade da equipe.

O mercado disponibiliza algumas ferramentas que servem de auxílio na gestão de pessoas, voltadas para a construção civil.

5. Tecnologias de Gestão de Pessoas na Construção Civil

É possível fazer-se uso de ferramentas tecnológicas que auxiliem na gestão de pessoas, em um canteiro de obras, trazendo resultados mais eficazes.

Atualmente, o mercado oferece softwares específicos para a construção civil. Dentre os exemplos, estão as etiquetas inteligentes: permitem o compartilhamento de informações importantes, dentro do canteiro de obras e é acessível a todos os envolvidos; aplicativos de monitoramento: controlam a movimentação de recursos, em tempo real, dentro do canteiro de obra, de modo a informar como o trabalho está progredindo. Alguns benefícios do uso destas tecnologias são: eficiência nas atividades, atendimento às normas regulamentadoras, segurança no canteiro, identificação de problemas, em tempo real e solução rápida deles, como enumerado por IBEC Ensino [22]

A China introduziu o conceito de “canteiro de obras inteligente” para designar canteiros que fazem uso de tecnologia digital; são canteiros que possuem “[...]camadas digitais que são interligadas entre si, como se a obra fosse uma coisa só.” [23]. É possível encontrar-se, nesses locais, drones, robôs, câmeras, sensores, uso de realidade aumentada.

É comum, a aplicação de inteligência artificial, usada, por exemplo, para obter-se sinais vitais dos colaboradores, em tempo real. Outra aplicação da tecnologia foi o uso de óculos 5G para saber-se a localização exata das

pessoas, dentro do canteiro. Isto facilita bastante a comunicação.

6. Considerações Finais

A fim de elucidar-se as considerações finais deste trabalho, retomou-se a questão inicial sobre a qual baseia-se o tema deste artigo: a boa gestão de pessoas, no canteiro de obras, é fundamental para o sucesso do projeto em questão.

Por meio desta revisão bibliográfica, foi possível chegar-se à luz do conhecimento sobre como se dão as relações interpessoais, no canteiro de obras e o que fazer para ter-se uma boa gestão.

Como mostrado, a comunicação efetiva é essencial, pois trata-se de um ambiente que envolve pessoas de escolaridades diferentes e é onde a multidisciplinaridade predomina. Por isso, há uma tendência em ocorrer erros e conflitos. A gestão do conhecimento é uma alternativa, pois, permite uma aproximação maior entre a equipe e o gestor. A comunicação assertiva também ajuda a contornar divergências e deixa a equipe mais alinhada com o propósito do empreendimento.

Como falado, o mundo corporativo, cada vez mais, passa a valorizar os recursos humanos como talentos. Empresas são feitas de pessoas. Estas, por sua vez, possuem suas metas individuais, além das metas das corporações em que estão inseridas. Por isto, as relações sociais são um ponto importante a ser levado em consideração. Colaboradores mais motivados são mais produtivos e empenhados em suas atribuições.

A gestão de conflitos também é uma importante aliada ao trabalho do gestor. Em toda corporação há conflitos de diversas naturezas. O estudo mostrado neste presente trabalho, apontou cinco tipos de conflitos identificados num canteiro de obras. Não é nenhuma surpresa dado que as equipes de obra são formadas por pessoas com bagagens diferentes, experiências diferentes e, portanto, opiniões diferentes.

Cabe ao gestor ter habilidade para valer-se de estratégias de negociação a fim de solucionar-se estes conflitos da melhor maneira possível. Começando-se por conhecer bem seu time e garantindo uma boa interação e transparência com ele.

O perfil de um bom gestor precisa ter certas características como autoridade, liderança e boas práticas. Autoridade porque ele é responsável pelas tomadas de decisão que influenciarão no andamento da obra; liderança para conduzir e orientar as equipes da melhor maneira a alcançar-se os objetivos do projeto sem causar muitos desvios, respeitando-se, ao máximo, o cronograma e as normas vigentes; boas práticas que o auxiliem a realizar seu trabalho da forma mais eficiente possível.

O presente trabalho também mencionou o uso de tecnologias como um facilitador, na gestão de pessoas. Foram enumeradas algumas tecnologias que já estão em uso, dentro do canteiro e que simplificam o dia a dia da obra. Isto permite o máximo de eficiência, num projeto, e abre caminho para obras civis mais complexas.

No entanto, para que as práticas e alternativas mencionadas sejam, de fato efetivas, é preciso ação, tanto da empresa quanto do gestor. Este, precisa ser capacitado, com relação às relações sociais, ao máximo. Já a empresa precisa disponibilizar recursos financeiros específicos para gestão de pessoas, incluindo os mesmos, no orçamento de seus projetos.

Isto é primordial para que haja sucesso nos empreendimentos. Portanto, infere em uma mudança organizacional, com a inclusão de novos conceitos organizacionais e mudança de cultura.

Investimentos em treinamento, constante, de gestores, capacitação para solução de conflitos, valorização do “capital intelectual”, aliados ao uso de tecnologias e de ferramentas facilitadoras de gestão de pessoas, criam o ambiente perfeito e sincronizado para o alcance de bons resultados, na engenharia civil.

7. Referências

- [1] CHIAVENATO, Idalberto. *Gestão de Pessoas: O Novo Papel dos Recursos Humanos nas Organizações*. Editora Campus. Rio de Janeiro, 1999. Disponível em: https://www.academia.edu/36355526/pdf/II_VRO_gest%C3%A3o_de_pessoas_IDALBERTO_CHIAVENATO.pdf. Acesso em: 21 abr. 2023.
- [2] TAVARES, Aureliano. LONGO, Orlando. SUETH, Robson. *Conflitos na Gestão de Pessoas na Engenharia Civil*. In: XI Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia. 22,23 e 24 out. 2014. Anais [...] Resende (RJ): Associação Educacional Dom Bosco. Disponível em: <https://www.aedb.br/seget/arquivos/artigos14/27720287.pdf>. Acesso em: 13 mar. 2023.
- [3] SERRA, M. B. Sheyla. *O Novo Perfil do Engenheiro Para a Gestão de Pessoas*. Bracchi Engenharia, Rio de Janeiro, 20[?]. Disponível em: <https://www.bracchiengenharia.com.br/post-exemplo-7/>. Acesso em: 13 abr. 2023.
- [4] KESTENBAUM, Normann. *Obrigado pela Informação que você não me deu!* Brasil: Campus-Elsevier, 2008.
- [5] PMI. Project Management Institute. *O Custo Alto do Baixo Desempenho: O Papel Essencial da Comunicação*. Relatório Anual Pulse of Profession, Estados Unidos, mai. 2013. Disponível em: https://www.pmi.org/-/media/pmi/documents/public/pdf/learning/thought-leadership/pulse/the-essential-role-of-communications.pdf?v=cf56ca61-a53e-4a14-b7fa-d17051cc3ddc&sc_lang_temp=pt-PT. Acesso em: 12 out. 2022.
- [6] CTE. Centro de tecnologia de edificações. *Por que Investir em Comunicação na Construção Civil*. Centro de Tecnologia de Edificações, São Paulo, 19 dez. 2019. Disponível em: <https://cte.com.br/blog/qualidade-e-desempenho/por-que-investir-em->

- [comunicacao-na-construcao-civil/#](#). Acesso em: 01 dez. 2022.
- [7] MOBUSS. *Gestão do Conhecimento: por que compartilhar informações no canteiro de obras?* Mobuss Construção, Rio de Janeiro, 23 jan. 2019. Disponível em: <https://www.mobussconstrucao.com.br/en/blog/gestao-do-conhecimento-canteiro-de-obras/>. Acesso em: 13 nov. 2022.
- [8] VEJA OBRA. *Aprenda a Evitar Problemas de Comunicação no Canteiro de Obras*. Blog Veja Obra, São Paulo, 31 jan. 2017. Disponível em: <https://blog.vejaobra.com.br/aprenda-a-evitar-problemas-de-comunicacao-no-canteiro-de-obras/>. Acesso em: 23 nov. 2022.
- [9] FAZINGA, Wanessa. Aula 02: *Como Conduzir uma comunicação Assertiva*. Curso MGO, Hotmart Club, Curitiba, 2022. 1 vídeo (00:30:25) Disponível em: <https://mastergestordeobras.club.hotmart.com/t/page/K4k0Y1wEeY>. Acesso em: 21 jan. 2023.
- [10] CAZAROTTO, Crislaine. *O Poder das Relações Sociais no Ambiente de Trabalho*. Administradores.com, Rio de Janeiro, 12 mai. 2015. Disponível em: <https://administradores.com.br/artigos/o-poder-das-relacoes-no-ambiente-de-trabalho>. Acesso em: 13 nov. 2022.
- [11] EUNICE, Maria. *A importância das pessoas na organização*. rhportal, Rio de Janeiro, 17 out. 2017. Disponível em: <https://www.rhportal.com.br/artigos-rh/importancia-das-pessoas-na-organizacao/>. Acesso em: 29 dez. 2022.
- [12] CONEXA. *Felicidade Interna Bruta (FIB): como calcular o índice e trabalhá-lo*. Conexa Saúde, 14 abr. 2022. Disponível em: <https://www.conexasaude.com.br/blog/felicidade-interna-bruta/>. Acesso em: 26 fev. 2023.
- [13] RHPORTAL. *Motivação no trabalho*. RH, Portal. 23 nov. 2022. Disponível em: <https://www.rhportal.com.br/artigos-rh/motivacao-no-trabalho-2/>. Acesso em: 10 mar. 2023.
- [14] PERKBOX. *Why is motivation important? And How to Improve It*. PERKBOX. 200[?]. Disponível em: <https://www.perkbox.com/uk/resources/blog/why-employee-motivation-is-important-and-how-to-improve-measure-and-maintain-it#:~:text=Employee%20motivation%20is%20the%20level,every%20task%20will%20be%20interesting>. Acesso em: 13 mar. 2023.
- [15] VARELLA, V.D. *A Gestão de Conflitos no Canteiro de Obras e as suas Consequências*. Monografia de Projeto Final, Publicação G. PF-02/17, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 59 p. 2017. Disponível em: https://bdm.unb.br/bitstream/10483/20490/1/2017_VictorDiasVarella_tcc.pdf. Acesso em: 24 abr. 2023.
- [16] FAYOL, Henri. *General and Industrial Management*. Sir Isaac Pitman & Sons, LTD. Londres, 1954. Disponível em: <https://ia804707.us.archive.org/22/items/in.ernet.dli.2015.13518/2015.13518.General-And-Industrial-Management.pdf>. Acesso em: 12 fev. 2023.
- [17] DEWETT, Todd. *Princípios Básicos para Gestores Iniciantes*. Houston, Estados Unidos. 25 mai.2022. Disponível em: <https://www.linkedin.com/learning/principios-basicos-para-gerentes-iniciantes-17445021/como-exercer-a-sua-autoridade?autoplay=true>. Acesso em: 10 abr. 2023
- [18] CHIAVENATO, Idalberto. *Introdução à Teoria Geral da Administração*. Campus, Rio de Janeiro, 2004. Disponível em: <https://redeprocurso.com.br/docs/T%C3%89CNICO%20EM%20ADMINISTRA%C3%87%C3%83O/M%C3%B3dulo/teoria-geral-da-administracao-chiavenato.pdf>. Acesso em: 08 dez. 2022.
- [19] INSON, Nathalia. *As Habilidades Essenciais para um Gestor de Obra de*

- Sucesso*. Viva Decora, 21 dez. 2021. Disponível em: <https://www.vivadecora.com.br/pro/gestor-de-obra-de-sucesso/>. Acesso em: 13 fev. 2023.
- [20] MOBUSS CONSTRUÇÃO. *A importância da Liderança no Canteiro de Obras*. Mobuss Construção. 24 abr. 2015. Disponível em: <https://www.mobussconstrucao.com.br/en/blog/importancia-da-lideranca-no-canteiro-de-obras/>. Acesso em: 18 mar. 2023.
- [21] SECONCI. *Gestão de Pessoas no Canteiro de Obras*. Seconci-Rio. 202[?]. Disponível em: <https://www.seconci-rio.com.br/gestao-de-pessoas-no-canteiro-de-obras/>. Acesso em: 15 mar. 2023.
- [22] IBEC. *Como a Tecnologia Influenciará Seu Canteiro de Obras?* IBEC ENSINO, Rio de Janeiro, 15 abr. 2020. Disponível em: <https://ibecensino.org.br/canteiro-de-obras/>. Acesso em: 13 abr. 2023.
- [23] CANAL DA ENGENHARIA. *Tecnologia no Canteiro de Obras: Conheça os Canteiros Inteligentes*. Blog Canal da Engenharia, Rio de Janeiro, 02 jul. 2021. Disponível em: <https://blogcanaldaengenharia.com.br/tecnologia-no-canteiro-de-obras-conheca-os-canteiros-inteligentes/>. Acesso em: 13 abr. 2023.



Desafios e benefícios da implementação do sistema last planner na construção civil

Challenges and benefits of implementing the last planner system in construction

ALAMO, Juanita Almeida¹; DI GREGORIO, Leandro Torres²

Juanitaalamo8@gmail.com¹; leandro.torres@poli.ufrj.br².

¹ Engenheira Civil, Pós-graduanda em Planejamento, Gestão e Controle de Obras Civis, Rio de Janeiro.

² DSc. em Engenharia Civil; Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

Informações do Artigo

Palavras-chave:
Planejamento;
Construção Enxuta;
Last Planner System.

Key words:
Planning;
Lean Construction;
Last Planner System.

Resumo:

A competitividade e as crescentes exigências dos clientes estão impactando o mercado da construção civil. A inovação tornou-se crucial para o crescimento e a sobrevivência das empresas. Aquelas que se destacam são as que oferecem melhores resultados em termos de custo, prazo e qualidade do produto final, atendendo de forma eficiente às necessidades dos clientes. Para atingir esse patamar, as empresas precisam adotar um planejamento detalhado em todas as etapas da obra. Nesse contexto, o Last Planner System, desenvolvido na década de 1990, surge como uma ferramenta para melhorar o controle do planejamento na construção civil. Diversos estudos de caso demonstraram a eficácia desse sistema, e este artigo tem como objetivo apresentar suas vantagens e dificuldades identificadas pelos autores. No entanto, apesar da importância da Construção Civil para a economia, ainda há um considerável atraso no planejamento e uma resistência em aplicar práticas de controle por parte dos envolvidos. Isso se deve à falta de informação e conhecimento na área, resultando em gastos desnecessários ao longo da execução das obras.

Abstract

Competitiveness and increasing customer demands are impacting the civil construction market. Innovation has become crucial for the growth and survival of companies. Those that stand out are those that offer the best results in terms of cost, time and quality of the final product, efficiently meeting the needs of customers. To reach this level, companies need to adopt detailed planning at all stages of the work. In this context, the Last Planner System, developed in the 1990s, emerges as a tool to improve planning control in civil construction. Several case studies have demonstrated the effectiveness of this system, and this article aims to present its advantages and difficulties identified by the authors. However, despite the importance of Civil Construction for the economy, there is still a considerable delay in planning and resistance to applying control practices on the part of those involved. This is due to the lack of information and knowledge in the area, resulting in unnecessary expenses during the execution of the works.

1. Introdução

A indústria da construção civil está em constante evolução, buscando melhorias em seus sistemas gerenciais para atender às demandas do mercado. A crescente exigência dos consumidores, a limitação de recursos financeiros e a busca por melhores condições de trabalho impulsionam essas mudanças, visando tornar a indústria mais eficiente e competitiva.

Nos últimos anos, a indústria da construção civil no Brasil passou por um período de transformação no mercado, com fases de crescimento acelerado e redução na quantidade de projetos [1]. Apesar dessas flutuações, o setor experimentou um notável processo de expansão nos últimos dez anos, com um crescimento do Produto Interno Bruto (PIB) que superou o crescimento do PIB do país como um todo [2].

No entanto, mesmo exercendo uma influência significativa na economia, o setor enfrenta desafios relacionados à gestão que comprometem o desempenho das empresas [3].

A utilização dos melhores métodos e ferramentas de gerenciamento de projetos é considerada fundamental para a permanência de uma empresa no mercado [4]. As empresas têm reconhecido a necessidade de investir em gestão e controle, pois um planejamento detalhado e rigoroso facilita o gerenciamento dos empreendimentos e permite que elas mantenham o foco em indicadores-chave, como prazo, custo, lucro e qualidade [5].

O papel do planejamento e controle é fundamental, uma vez que impacta significativamente o desempenho da produção. Estudos realizados no Brasil e no exterior confirmam essa afirmação, mostrando que deficiências no planejamento e controle são causas frequentes de baixa produtividade, elevadas perdas e baixa qualidade dos produtos [6].

Historicamente, o sistema tradicional de planejamento mostrou-se incapaz de solucionar de forma efetiva os problemas

crônicos enfrentados pelo setor. Embora a indústria da construção civil tenha se beneficiado da tecnologia e de softwares nas últimas décadas, esses avanços não produziram um impacto significativo na melhoria da produtividade ou na redução do desperdício [7].

Um estudo realizado em 2004 pelo *Construction Industry Institute* e pelo *Lean Construction Institute* revelou que até 57% do tempo, esforço e investimento de materiais em projetos de construção são desperdiçados, sem agregar valor ao produto final. Essa constatação é alarmante e evidencia a necessidade de mudanças profundas na abordagem adotada pelo setor [7].

A busca constante pela melhoria dos processos gerenciais tem impulsionado a indústria da construção civil a adotar princípios e teorias provenientes de outros setores industriais. Essa abordagem tem resultado em grandes avanços, como a pré-fabricação de componentes, que se originou na indústria automobilística e hoje é amplamente utilizada na construção civil, permitindo uma montagem mais eficiente nos canteiros de obras. Esse esforço em adotar novas técnicas e metodologias tem contribuído para aprimorar a eficiência e a qualidade.

Para atender a demanda e entregar resultados com qualidade, o mercado da construção civil, tem incorporado conceitos, métodos, técnicas e ferramentas originalmente desenvolvidos para a indústria de manufatura, principalmente relacionados ao STP (Sistema Toyota de Produção). Dentre estas ferramentas, destaca-se o *Last Planner System* que pode ser um recurso valioso para otimizar o planejamento e controle de projetos na construção civil.

Este artigo tem como objetivo apresentar o modelo *Last Planner*, seu funcionamento e as dificuldades e vantagens na implementação, com base em revisão bibliográfica e casos de estudo encontrados na literatura.

2. Metodologia

Este estudo adotou uma metodologia de pesquisa bibliográfica e apresentação de casos de estudo encontrados na literatura visando analisar a implementação do *Last Planner System* (LPS) em diferentes projetos.

A revisão dos estudos de caso foi realizada utilizando trabalhos acadêmicos, revistas científicas e livros relevantes. A pesquisa foi conduzida em plataformas como SciELO, Google Acadêmico e revistas especializadas em construção civil. As palavras-chave utilizadas na pesquisa foram Planejamento, Construção Enxuta e *Last Planner System*.

Foram selecionados estudos de caso que abordavam a aplicação do LPS, abrangendo as vantagens e dificuldades associadas a implementação do método. As fontes consultadas abordaram diferentes tipos de empreendimento, como, usina hidrelétrica, obras comerciais, residenciais de alto padrão etc. Os casos de estudo selecionados foram então examinados buscando-se extrair aspectos-chave para a melhor compreensão do sistema, tais como os resultados alcançados, as estratégias adotadas, os desafios enfrentados e as lições aprendidas durante a implementação do LPS.

Através da comparação entre os estudos de caso, foram identificados padrões e tendências comuns. Essas descobertas forneceram a base para a formulação de recomendações visando uma implementação mais bem-sucedida do LPS em projetos futuros.

3. Panorama

3.1. Produção Enxuta

A filosofia Produção Enxuta surgiu na década de 1950, na indústria automobilística do Japão, foi desenvolvida por Taiichi Ohno, engenheiro da Toyota, e foi baseada nos recursos escassos após a Segunda Guerra Mundial, constituindo a base do que veio a ser denominado Sistema Toyota de Produção. O termo Produção Enxuta foi

citada pela primeira vez por Krafcik [8] porém foi popularizado por Womack e Jones [9], que definiram a filosofia como “enxuta”, pois utilizava as quantidades mínimas necessárias de recursos em comparação com a produção tradicional e conseqüentemente resultava em um número significativamente menor de defeitos.

Essa filosofia é focada na melhoria contínua, diminuição de tempo e custo da produção e principalmente na identificação e redução de desperdícios. O desperdício pode ser classificado como tudo aquilo que não agrega valor ao produto final e que influencia no aumento do custo final do mesmo.

3.2. Construção Enxuta (*Lean Construction*)

A filosofia Lean foi introduzida na Construção Civil em 1992, quando o pesquisador finlandês Lauri Koskela [10] publicou o artigo *Application of the New Production Philosophy to Construction pelo CIFE– Center for Integrated Facility Engineering*, na Universidade de Stanford, onde ele adaptou os princípios da Produção Enxuta e aplicou no canteiro de obras. Essa filosofia de gestão de obras ficou conhecida como *Lean Construction* e tem como foco uma melhor utilização dos recursos em uma melhor gestão de processos.

A essência da Construção Enxuta é a redução ou eliminação de todas as atividades e processos que não geram valor, visando a criação e produção de forma mais econômica, com maior excelência, segurança aprimorada e prazos de entrega mais curtos [11].

3.3. Produção Puxada x Produção Empurrada

Na produção puxada o planejamento é realizado para cada fase da produção, de traz para frente, a partir de uma data marco, contando com a colaboração dos principais envolvidos do projeto [12].

Nesse método, equipes de trabalho se reúnem para estabelecer uma lógica de sequenciamento das atividades, levando em consideração suas dependências. As tarefas são

programadas e executadas com base na conclusão das etapas anteriores, garantindo um fluxo contínuo e eficiente de trabalho. A colaboração de todos os envolvidos é a chave para o sucesso do planejamento puxado, pois juntos eles desenvolvem a sequência de atividades que garantirá um fluxo de trabalho eficaz [12].

A produção puxada é baseada na especialização do trabalho das equipes, na determinação de pacotes de trabalho bem definidos, e no conhecimento da dinâmica de produção integrando toda a cadeia produtiva. Estes elementos proporcionam maior confiabilidade e previsibilidade no processo produtivo, o que se traduz na mínima necessidade de estoques e, conseqüentemente, menor custo.

Já na produção empurrada, as atividades são programadas e executadas com base em um cronograma mais rigidamente predeterminado, havendo menor capacidade de adaptação frente à demanda real ou às necessidades dinâmicas do projeto. Nesse sistema, as atividades são "empurradas" para a programação com base em prazos fixos ou na disponibilidade de recursos. O planejamento é feito de forma centralizada, com base em previsões e estimativas, sendo menos flexível em relação a variações e imprevistos que podem surgir durante a execução do projeto. Para absorver as flutuações consideráveis no ritmo de trabalho e outras incertezas, este sistema é orientado a maiores estoques de materiais, além da maior disponibilidade de equipamentos e mão de obra.

3.4. Last Planner System (LPS)

Desenvolvido por Glenn Ballard e Greg Howell, após pesquisas realizadas e conduzidas pelo *Lean Construction Institute* (LCI), o *Last Planner System* é um método que delimita novos níveis de planejamento, incluindo planos de médio e curto prazos, visando minimizar os impactos das incertezas e variações nos processos [13]. Baseado no conceito da Produção Enxuta, o LPS tem se tornado uma das ferramentas que mais impactam na aplicação dos princípios

da *Lean Construction* em projetos de construção [11].

Ballard [14] destaca que, na indústria da construção, é fundamental que o planejamento seja realizado em momentos diferentes do projeto, por pessoas diversas e em níveis gerenciais distintos. Para esse fim, é utilizado o sistema *Last Planner*, que tem como ênfase o "último planejador", responsável por tomar decisões no nível operacional de planejamento. Seu papel principal é ajustar a necessidade de cumprimento dos prazos à capacidade de execução das equipes, levando em consideração a situação atual do processo de produção. Esse planejador deve ter acesso a todas as informações necessárias para determinar quais tarefas podem ser executadas a partir das que deveriam ser feitas, e, em seguida, definir as tarefas que serão executadas no próximo período de trabalho.

Segundo Mattos [6], o planejamento não se limita apenas à elaboração de um cronograma inicial, é necessário monitorar as atividades e verificar se o cronograma está sendo seguido ou se há variações entre o que foi planejado e o que está sendo realizado no campo. Um cronograma bem detalhado é inútil se não for acompanhado. O acompanhamento é essencial para comparar o planejado com o que está sendo executado, a fim de garantir o cumprimento dos prazos estabelecidos e identificar possíveis falhas no processo. De acordo com este autor, o processo de planejamento de uma obra é complexo e abrange toda a sua duração, que pode variar de meses a anos. Portanto, o cronograma global não é adequado para a determinação diária das metas de produção e programação de serviços. Assim, é necessário utilizar metodologias de planejamento que representem de forma mais eficiente cada etapa da obra, dividindo o planejamento em longo, médio e curto prazo.

3.4.1. Níveis hierárquicos de Planejamento

O Sistema de Planejamento *Last Planner* (LPS) segue a hierarquização do processo de Planejamento, Controle e Produção (PCP) proposta por Laufer e Tucker [15], sendo dividido em três níveis: longo prazo (plano mestre), médio prazo (*Lookahead*) e curto prazo

(também denominado planejamento de comprometimento, ou programação dos serviços). O planejamento de curto prazo é de natureza operacional, enquanto os dois primeiros níveis são táticos.

- Planejamento de longo prazo (Planejamento Mestre)

Segundo Ballard e Howell [16], o planejamento mestre (longo prazo) representa o primeiro nível de detalhamento do projeto e é mais geral, adequado aos níveis mais elevados de gerenciamento das empresas. Ele é composto por um pequeno número de itens e é utilizado principalmente para a visualização geral das fases do projeto, definição das datas mais importantes e incorporação da lógica do método do caminho crítico (CPM).

Esses planos não devem ser muito detalhados, devido à falta de informações precisas sobre as reais durações e entregas. O plano de longo prazo é onde os ritmos dos principais processos de produção são definidos, utilizando ferramentas como a linha de balanço e o gráfico de Gantt, por exemplo [17].

De acordo com Bernardes [17], nesta etapa é necessário programar a aquisição dos recursos que exigem um longo período de obtenção, tais como materiais, equipamentos para compra ou aluguel, além da contratação de mão de obra. Com a conclusão deste plano, é viável gerar cronogramas e orçamentos gerais da obra, estabelecendo a data de finalização e entrega do empreendimento [18].

- Planejamento de médio prazo (Planejamento *Lookahead*)

De acordo com Mattos [6], o planejamento *Lookahead* ou planejamento com olhar adiante, tem um alcance que varia de 5 semanas a 3 meses e deve ser atualizado periodicamente mantendo sempre o horizonte de planejamento.

O planejamento de médio prazo constitui o segundo nível de detalhamento do planejamento, possui maior especificidade

em relação à programação de longo prazo, e tem como principal objetivo permitir a elaboração de um plano de aquisição de materiais e equipamentos, identificação de necessidades de novos recursos, capacitação de mão de obra em tempo hábil e prevenção de interferências. Permite que o gerente identifique e selecione, a partir do plano de longo prazo, os trabalhos que serão executados nas semanas seguintes. Após essa seleção, cabe ao gerente possibilitar a execução dessas atividades ou reprogramar aquelas que não podem ser realizadas no momento [16].

Para que as tarefas sejam movidas do planejamento de médio prazo para o curto prazo, é necessário que todas as suas restrições sejam liberadas ou, no mínimo, identificadas e atribuídas com uma data em que a restrição seja liberada antes da execução da tarefa [7].

- Planejamento de curto prazo (planejamento de comprometimento)

De acordo com Mattos [6], a programação de curto prazo é o terceiro nível de detalhamento do planejamento, sendo voltada para a programação em nível operacional destinada aos engenheiros de campo, mestres e encarregados. Seu objetivo é fornecer uma programação semanal ou quinzenal para a equipe responsável, a fim de orientá-los nas atividades a serem realizadas durante esse período. Na programação dos serviços é atingido o maior nível de detalhamento do projeto, desmembrando os pacotes de trabalho nos elementos construtivos onde serão realizados os serviços.

3.4.2. Sistemas de Controle no LPS

Segundo Ballard [14], o LPS utiliza basicamente duas técnicas para gerenciar o trabalho em um projeto de construção: o controle da unidade de produção e o controle do fluxo de trabalho.

a Controle da Unidade de Produção

De acordo com Ballard [14], a chave para o desempenho de um processo de planejamento é a qualidade dos planos produzidos pelo sistema. Para avaliar essa qualidade, existem quatro

características básicas que devem ser consideradas:

- Definição clara das atividades – Deve-se descrever a atividade de maneira que não haja dúvidas de como executá-la desde seu início até a sua conclusão.
- Sequência correta de execução – refere-se a uma sequência coerente com a lógica interna do trabalho em si, assim como com os compromissos, metas e estratégias de execução do projeto.
- Quantidade certa de trabalho – é a carga de trabalho em que o planejador julga que sua unidade de produção é capaz de concluir no período determinado.
- Possibilidade de execução – indica que os recursos necessários para executar os serviços estão disponíveis e todos os pré-requisitos estão atendidos.

No curto prazo, ocorre uma etapa muito importante no processo de controle além da designação dos pacotes de trabalho às equipes responsáveis. O responsável pelo planejamento deve conferir a execução dos pacotes programados no período anterior, além de programar novos pacotes. Nesse procedimento, é verificado se as equipes cumpriram as tarefas designadas conforme planejado. Caso contrário, se o pacote de trabalho não foi concluído integralmente ou se houve alguma diferença em relação ao planejamento inicial, as causas devem ser registradas, investigadas e corrigidas por meio de um processo de tratamento de não-conformidades. Esse procedimento tem como objetivo evitar a propagação da variabilidade ao longo do processo produtivo.

Um indicador usual nesta fase é o Percentual de Planos Concluídos ou Percentual da Programação Concluída (PPC), que mede o percentual de tarefas totalmente concluídas de acordo com o planejado. Ele utiliza critérios binários (SIM/NÃO), o que significa que uma atribuição 90% concluída seria considerada como NÃO concluída [7]. Este indicador é calculado dividindo-se o número de tarefas

concluídas pelo número de tarefas planejadas na semana.

Para garantir a eficácia do controle, é necessário rastrear as tarefas que não foram concluídas durante a semana e identificar as razões pelas quais não foram realizadas. Isso cria um ciclo de aprendizado que contribui para a melhoria contínua do processo produtivo. A melhoria do PPC não apenas aumenta o desempenho da unidade de produção que executa o Plano de Trabalho Semanal, mas também beneficia as unidades de produção a jusante, pois estas podem planejar melhor quando o trabalho é confiavelmente liberado para elas. A implementação do *Last Planner*, portanto, leva a um fluxo mais confiável e a um aumento do rendimento do sistema de produção como um todo [14].

Segundo Bernardes [17], é necessário alcançar uma taxa de conclusão de planos superior a 80% para obter um bom êxito no planejamento e controle da produção na obra.

b Controle do Fluxo de Trabalho

De acordo com Ballard [14], enquanto o controle da unidade de produção coordena as equipes de construção durante a execução, o controle do fluxo de trabalho é responsável por coordenar o fluxo de projeto, suprimentos e instalações por meio das unidades de produção.

Ballard [19] propôs o planejamento de médio prazo (*Lookahead*) para formar um grupo de atividades que podem ser realizadas, conectando o planejamento de longo prazo ao planejamento de curto prazo.

Na maioria das indústrias, o planejamento de médio prazo serve apenas como um processo de análise das atividades que devem ser realizadas no curto prazo, porém no sistema *Last Planner*, atende a várias funções, como:

- Estabelecer a sequência ideal do fluxo de trabalho, levando em conta os objetivos do empreendimento;
- Verificar se o fluxo de trabalho é viável em relação à capacidade de produção e aos recursos disponíveis;

- Detalhar as atividades do plano mestre (longo prazo) em pacotes de trabalho e operações;
- Especificar os métodos de execução das tarefas previstas no Planejamento de Longo Prazo;
- Verificar a necessidade de remover restrições para a realização das tarefas;
- Atualizar e revisar os níveis de planejamento, caso seja necessário.

4. Discussão

4.1. A aplicação do LPS

Como citado anteriormente, o método para implementação do LPS ocorre através de cinco elementos: plano mestre; cronograma de fases; *lookahead*; planejamento semanal e Percentual de Planos Concluídos (PPC) [14].

No plano mestre, ou planejamento de longo prazo, são definidas as datas marcos do projeto. No cronograma de fases, é determinado o fluxo de trabalho que deve ser estabelecido para atingir as metas definidas no plano mestre, nessa etapa são identificados possíveis obstáculos que podem interferir no andamento e conclusão da sequência de trabalho planejada, a verificação de restrições é mais superficial nessa etapa [14].

O planejamento de médio prazo (*lookahead*) é um detalhamento do cronograma de fases, nele são definidos claramente o trabalho que pode ser realizado naquele período, esta etapa é desenvolvida pelos últimos planejadores (*last planners*). Após definidas as atividades que serão realizadas nas próximas semanas, é feita uma análise de restrições mais detalhada, com o objetivo de eliminar o máximo de “obstáculos”, viabilizando a execução do pacote de trabalho [14].

No nível de Planejamento Semanal, as atividades previamente identificadas como "possíveis de serem realizadas" são atualizadas para "serão realizadas". Isso

ocorre quando os pacotes de trabalho são incorporados à programação semanal, indicando que todas as restrições foram resolvidas ou serão resolvidas dentro do prazo estabelecido, isso porque o LPS incorpora o conceito de planejamento puxado, no qual apenas o trabalho que pode ser realizado é comprometido pelos últimos planejadores em reuniões semanais de planejamento de trabalho. Isso contrasta com a abordagem convencional de programação empurrada, em que o trabalho a ser realizado é planejado em reuniões semanais e o foco está na conformidade com um cronograma mestre [14].

Em seguida, os pacotes de trabalho viáveis para execução são integrados ao plano semanal de serviços. Após a conclusão do plano de curto prazo, é aplicado o indicador de Percentual de Plano Concluído (PPC) para avaliar a conformidade entre o planejado e o executado. Se houver alguma não conformidade, as causas são identificadas e uma análise é conduzida para implementar medidas corretivas e reduzir a ocorrência de problemas futuros [14].

4.2. Casos de estudo

4.2.1. Apresentação

Cada caso de estudo examina a implementação do *Last Planner* em um cenário específico, revelando os desafios enfrentados e os sucessos alcançados ao adotar essa metodologia. Apesar das diferenças entre os projetos, é possível notar que muitas das dificuldades e conquistas encontradas ao utilizar o *Last Planner* são semelhantes.

No estudo de Alves e Pio [20] foi relatada a implementação do *Last Planner* em uma edificação residencial unifamiliar em Rio do Sul/SC, durante o período de 4 de janeiro de 2016 a 26 de abril de 2016.

Pereira [21] avaliou o impacto da filosofia *Lean Thinking* e do *Last Planner System* em um Centro Produtivo de Torres Eólicas pré-moldadas de concreto em São Bento do Norte-RN. A coleta de informações foi realizada ao longo de 2021.

Carli [22] aplicou o *Last Planner* na reforma de quatro obras comerciais em um Shopping Center em Curitiba. O estudo teve

uma duração de 7 semanas, e foi realizado entre abril e junho de 2019.

Souza e Freitas [23] conduziram um estudo com empresas do setor da construção civil que implementaram o *Last Planner*. Um questionário foi enviado para 20 empresas, e 7 delas responderam durante janeiro e fevereiro de 2021.

Costa [24] acompanhou um estudo que tinha como finalidade dar origem a uma creche sendo esta, uma expansão das instalações de um instituto já existente, e foi realizado na Vila do Conde em Portugal. O projeto tinha um prazo de execução de 540 dias.

Andrade [25] acompanhou a aplicação do método em uma construtora de edifícios de alto padrão em Maringá - PR, ao longo de 8 meses, de setembro de 2021 a abril de 2022.

Medeiros [26] avaliou a implantação do *Last Planner* em obras de residências de alto padrão em João Pessoa, PB. Seis meses após a implementação, foram realizadas entrevistas com membros da empresa para avaliar o desempenho do método.

Costa [27] acompanhou a construção de uma Usina Hidrelétrica de grande porte, incluindo a infraestrutura necessária para desviar o rio. O estudo ocorreu entre junho de 2016 e agosto de 2017.

Proença [28] acompanhou a alteração de utilização de um prédio, convertendo-o de um edifício de escritórios em uma unidade hoteleira. O estudo foi realizado de 1º de setembro de 2016 a abril de 2017 e envolveu um prédio com 3.000m² de área bruta de utilização.

4.2.2. Vantagens na implementação do LPS

Entre as publicações, foram identificadas vantagens significativas na implementação do LPS. Segundo Alves e Pio [20], a disseminação do plano de médio prazo para toda a equipe envolvida na gestão foi fundamental para garantir um maior desempenho na produtividade, evitando interrupções causadas por restrições ou falta

de recursos. Além disso, a identificação dos motivos pelos quais as tarefas não foram executadas permitiu a implantação de ações corretivas em um curto espaço de tempo.

Os autores destacam também que, por meio das verificações antecipadas dos pacotes de trabalho, foi possível realizar cotações com antecedência, o que proporcionou um maior ganho no custo dos materiais. A implantação do planejamento nos níveis médio e curto prazo na obra em estudo trouxe uma redução significativa de incerteza na execução do projeto.

Pereira [21] ressalta que a implementação de novos indicadores e o uso do *Last Planner System* permitiu uma maior assertividade na tomada de decisões e a melhoria contínua dos processos. Essas estratégias têm contribuído para a redução dos efeitos da variabilidade dos projetos da obra.

Carli [22] ressalta que o uso dessas ferramentas permitiu antecipar eventos e evitar erros cometidos em obras anteriores. Os dados obtidos ao final de cada projeto auxiliam nos planejamentos futuros e na busca contínua pela melhoria dos processos de construção. A ferramenta também contribui para um melhor controle do tempo, organização dos processos construtivos e melhoria da integração e comprometimento das equipes.

Por fim, Souza e Freitas [23] enfatizam que a otimização de tarefas, a exclusão de etapas que não agregam valor, a diminuição de retrabalho e tempo de espera, a organização no fluxo de materiais, a redução do ciclo de produção e a redução de desperdícios têm sido resultados alcançados com o uso dessas práticas na construção civil.

Em síntese, a implementação de novos indicadores com o uso do *Last Planner System*, conforme destacado pelos autores, têm contribuído para uma gestão mais eficiente na construção civil. Essas práticas têm resultado na redução de incertezas, diminuição de retrabalho, aumento da produtividade, maior percepção do progresso das obras, identificação de oportunidades e melhoria contínua dos processos de construção.

4.2.3. Dificuldades na implementação do LPS

Além dos benefícios citados acima, os desafios enfrentados pelos profissionais da construção durante a implementação do LPS também foram mencionados. Entre os principais obstáculos, destaca-se a resistência por parte dos profissionais envolvidos, como apontado por Costa [24], Souza e Freitas [23], Andrade [25], Pereira [21], Medeiros [26], Costa [27] e Proença [28]. A falta de comprometimento, a dificuldade em mudar o padrão de pensamento e cultura da empresa, a falta de profissionais qualificados e a resistência em entender e engajar-se com o método são algumas das dificuldades encontradas.

Para superar esses desafios, é necessária uma preparação prévia de todos os intervenientes, a fim de informá-los sobre as vantagens que o modelo proporciona, como ressaltado por Costa [24]. Além disso, é preciso maior dedicação e disponibilidade de tempo, bem como um tempo de treinamento adequado para os colaboradores, como apontado por Souza e Freitas [23] e Medeiros [26].

A falta de compreensão dos benefícios do método e a demora das lideranças em assumir seu papel na estabilização dos processos também têm sido obstáculos, como destacado por Costa [27] e Proença [28]. Assim, é fundamental estabelecer uma equipe de planejamento definitiva, a fim de reduzir os custos e o tempo com treinamentos de mão de obra terceirizada, conforme ressaltado por Pereira [21], deve ser considerado também a possibilidade de aumento da equipe, visto que, alguns autores relataram que a equipe se sentiu sobrecarregada com as novas atribuições.

Em resumo, a implantação dos princípios do LPS enfrenta desafios relacionados à resistência à mudança, falta de compreensão dos benefícios, falta de tempo e treinamento adequados, além da necessidade de uma equipe de planejamento definitiva. Superar esses desafios requer uma preparação prévia, informação sobre as

vantagens do modelo e o comprometimento de todos os envolvidos.

De acordo com Porwal et al. [29], existem basicamente dois tipos de desafios que os profissionais da construção enfrentam em relação ao LPS, desafios enfrentados durante a fase de implementação e desafios enfrentados durante o uso do LPS. O primeiro deles é de origem organizacional e ocorre durante a etapa de implementação, quando a equipe de projeto é apresentada ao LPS e os projetos pilotos são postos em prática. O segundo tipo de desafio, que ocorre logo em seguida, está relacionado às questões técnicas envolvidas na capacitação e no desenvolvimento das competências necessárias para o uso correto do *Last Planner System*.

- Desafios na etapa de implementação [29].
 - 1) Falta de treinamento – A necessidade de treinamento para as equipes gera um custo adicional, especialmente quando não há uma equipe fixa.
 - 2) Deficiência de liderança / falha no comprometimento de gestão - É essencial que os líderes se engajem ativamente e demonstrem comprometimento em promover a mudança e apoiar a equipe na implementação do novo sistema. Sem um comprometimento forte e uma liderança efetiva, é difícil superar as barreiras e resistências ao novo sistema.
 - 3) Inércia organizacional e resistência à mudança, como, “Eu sempre fiz da outra maneira” - Muitas vezes, as pessoas estão acostumadas a realizar as tarefas de uma certa maneira e podem resistir às mudanças propostas pelo LPS. É importante superar essa resistência por meio de comunicação clara, envolvimento dos membros da equipe e demonstração dos benefícios tangíveis que o LPS pode trazer para o projeto.
 - 4) Dificuldade em obter apoio das partes interessadas – É importante envolver as partes interessadas desde o início, comunicar os benefícios do método e envolvê-las ativamente no processo de implementação para obter seu apoio e cooperação.

5) Contratação e questões legais / estrutura contratual - A abordagem colaborativa do LPS pode exigir ajustes nas estruturas contratuais existentes e requerer negociações e acordos com todas as partes envolvidas.

6) Implementação parcial ou tardia do LPS - A implementação parcial ou tardia do LPS pode comprometer seus resultados. É essencial adotar uma abordagem abrangente desde o início do projeto, garantindo o comprometimento e a participação de todas as partes envolvidas para maximizar os benefícios do LPS.

- Desafios técnicos e de capacitação [29]

1) Falta de compreensão do novo sistema - Alguns membros da equipe podem ter dificuldade em entender completamente como o LPS funciona e como integrá-lo às suas atividades diárias. É fundamental fornecer informações claras e capacitação adequada para garantir que todos compreendam os conceitos e a importância do LPS na melhoria do processo de construção.

2) A falta de comprometimento em utilizar o LPS e atitudes negativas em relação ao novo sistema - Alguns indivíduos podem resistir à mudança e preferir continuar com os métodos antigos, não reconhecendo os benefícios potenciais do LPS. É necessário promover uma cultura de comprometimento e engajamento, enfatizando os resultados positivos que o LPS pode trazer para o projeto e incentivando a participação ativa de todos os envolvidos.

3) Problemas no relacionamento da equipe e falta de colaboração - A metodologia do LPS depende da colaboração entre os membros da equipe, bem como da comunicação aberta e eficiente. Se houver conflitos ou falta de cooperação entre os envolvidos, isso pode afetar negativamente a implementação do LPS.

4) A necessidade de capacitação do gerenciamento de campo e procedimentos de aprovação demorados por parte do cliente e da alta administração - É necessário fornecer treinamento e suporte adequados ao

gerenciamento de campo para que possam aplicar corretamente os princípios do LPS. Além disso, é importante agilizar os procedimentos de aprovação para evitar atrasos no fluxo de trabalho e permitir uma implementação eficiente do método.

5) A demanda por recursos extras, mais papelada, mais reuniões e participantes adicionais - A introdução do LPS pode exigir uma mudança na forma como as atividades são realizadas, exigindo recursos adicionais, como tempo, pessoal e documentação. É necessário planejar adequadamente e comunicar as necessidades e benefícios do LPS para obter o apoio necessário. Além disso, é importante otimizar os processos e evitar burocracias excessivas para minimizar o impacto negativo dessas demandas adicionais.

5. Considerações Finais

A partir das referências apresentadas foi possível verificar que a aplicação do *Last Planner System* tem trazido resultados promissores, como aumento da eficiência no planejamento do processo produtivo, redução da variabilidade dos projetos, diminuição dos custos e melhoria da produtividade, porém a indústria da construção civil apresenta uma dificuldade muito grande de aderir a novos métodos. A resistência por parte dos profissionais envolvidos, a falta de comprometimento, a dificuldade em mudar o padrão de pensamento e cultura da empresa, a falta de profissionais qualificados e a resistência em entender e engajar-se com o método são algumas das dificuldades encontradas.

Para superar esses desafios, é necessário um preparo prévio de todos os envolvidos, informando-os sobre as vantagens que o modelo proporciona. Além disso, é preciso dedicar mais tempo e esforço, bem como fornecer treinamento adequado aos colaboradores. A compreensão dos benefícios do método e o engajamento das lideranças são igualmente importantes para a estabilização dos processos.

É fundamental adotar uma abordagem abrangente que contemple tanto os aspectos organizacionais quanto os técnicos. Isso envolve

fornecer um treinamento adequado para os envolvidos, promover uma cultura de colaboração entre as equipes, obter o apoio das partes interessadas e estabelecer uma estrutura contratual adequada. Além disso, é essencial oferecer capacitação contínua e acompanhar de perto a implementação do *Last Planner System* (LPS) para garantir sua efetividade e sucesso na indústria da construção civil.

Referências

- [1] OLIVEIRA, Roberval Aparecido de; PINHEIRO, Érika Cristina Nogueira Marques. *Um estudo sobre a aplicabilidade do lean construction em uma obra de pequeno porte sob a perspectiva da gestão da qualidade. A study on the applicability of lean construction in a small construction site from a quality management perspective.* Brazilian Journal of Development, v. 7, n. 12, p. 113604-113620, 2021.
- [2] FIRJAN. *Construção Civil: Desafios 2015-2020.* 2020. Disponível em: <https://www.firjan.com.br/publicacoes/publicacoes-de-inovacao/construcao-civil.htm>. Acesso em: 17 jul. 2023.
- [3] TEIXEIRA NETTO, Joaquim et al. *Proposta de melhorias na gestão de empresas de construção civil: um estudo de caso internacional.* Interações (Campo Grande), v. 21, n. 3, p. 499-512, 2020.
- [4] MATA, T; BARBOSA, R. *Gerenciamento de riscos em projetos: aplicação prática em um projeto da construção civil.* Belo Horizonte, Revista Petra, v.2, n .2, p. 190- 208, 2016.
- [5] FERREIRA, D. *Planejamento e Orçamento de obra: Roteiro e estudo de caso de elaboração de um planejamento e orçamento de obras.* Monografia de Especialização – Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, p.64. 2019
- [6] MATTOS, A.D. *Planejamento e Controle de Obras.* 2.ed. São Paulo: Pini, 2019.
- [7] PONS, J.; RUBIO, I. *Lean Construction y la planificación colaborativa metodología del Last Planner® System.* España; Fundación Laboral de la Construcción. 2019.
- [8] KRAFCIK, J. F. *Triumph of the Lean Production System.* Sloan Management Review. Fall, 1988.
- [9] WOMACK, J.; JONES, D. A. *Mentalidade enxuta nas empresas: elimine o desperdício e crie riqueza.* 6. ed. Rio de Janeiro: Campus, 2004.
- [10] BALLARD, G. *Application of the new production philosophy to construction.* Starford University, p. 87. 1992.
- [11] PONS, J.; RUBIO, I. *Lean Construction: las 10 claves del éxito para su implantación.* España; Consejo General de la Arquitectura Técnica de España. 2021.
- [12] BALLARD, G.; TOMMELEIN, I. *Current process benchmark for the Last Planner System.* University of California, Berkeley, p. 125, 2021.
- [13] LOCATELLI, G.; MANCINI, M.; GASTALDO, G.; MAZZA, F. *Improving projects performance with lean construction: State of the art, applicability and impacts.* Organization, Technology & Management in Construction: An International Journal, 5(Special), p. 775-783, 2013.
- [14] BALLARD, G. *The Last Planner System of Production Control.* Thesis (Doctor of Philosophy) – School of Civil Engineering, Faculty of Engineering. University of Birmingham, Birmingham. 2000.
- [15] LAUFER, A.; TUCKER, R. L. *Is construction planning really doing its job? A critical examination os focus, role and process.* Construction Management and Economic, London, United States, n. 5, p. 243-266, 1987.
- [16] BALLARD, G.; HOWELL, G. *Implementing Lean construction:*

- Stabilizing Work Flow*. In: ALARCON, L. (Ed.). *Lean Construction*. Rotterdam: A.A. Balkema, 1997b. p.101- 110.
- [17] BERNARDES, Maurício Moreira e Silva. *Planejamento e controle da produção para empresas da construção civil*. 2 ed. Rio de Janeiro: LTC Editora, 2021. 240p.
- [18] BALLARD, G.; HOWELL, G. *Shielding production: na essencial step in production control*. *Journal of Construction Engineering in Management*, v.124, n.1, p.18-24, 1998.
- [19] BALLARD, G. *Lookahead planning: the missing link in production control*. In: Annual conference of the international group for lean construction. Gold Coast: IGLC, 1997. p. 13-25.
- [20] ALVES, T. PIO, V. *A importância do sistema last planner para construção civil*. CONFEA, 2016. Disponível em: <https://www.confea.org.br/sites/default/files/uploads-imce/contecc2016/civil/a%20import%C3%A2ncia%20do%20sistema%20last%20planner%20para%20constru%C3%A7%C3%A3o%20civil.pdf>. Acesso em: 10/05/2023.
- [21] PEREIRA, S. *Gestão e controle da qualidade de obra de um centro produtivo de torres eólicas, conforme especificações CEB-FIB, sistema toyota de produção e filosofia “lean thinking”*. Monografia (Bacharelado em Engenharia Civil) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Natal, p. 72. 2022.
- [22] CARLI, F. *Análise da efetividade da aplicação da ferramenta gerencial last planner em obras de curta duração*. Monografia de especialização em Gerenciamento de Obras - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, p. 40. 2019.
- [23] SOUZA, Dayane. FREITAS, Luiza. *Impactos da aplicação do building information modeling aliado aos princípios da construção enxuta na construção civil*. *Revista latino-americana de inovação e Engenharia de produção*, Ouro Preto, vol. 10, n. 18, p. 6 – 24, 2023.
- [24] COSTA, D. *Utilização da Lean Construction, metodologias adotadas*. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil. Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto. Portugal, p. 117. 2023.
- [25] ANDRADE, L. *Implementação de ferramentas lean construction em uma Construtora de edifícios de alto padrão: pesquisa-ação*. Monografia (Bacharelado em Engenharia Civil) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Campo Mourão, p. 62. 2022.
- [26] MEDEIROS, G. *Avaliação sobre a implantação do sistema last planner na Construção de residências de alto padrão: estudo de caso*. Monografia (Bacharelado em Engenharia Civil) - Universidade Federal da Paraíba. João Pessoa, p. 53. 2021.
- [27] COSTA, B. *Estudo sobre os ganhos obtidos com a adoção do last planner system aplicado ao planejamento e controle na construção de uma usina hidrelétrica de grande porte*. Monografia (Bacharelado em Engenharia Civil) - Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, p. 85. 2017.
- [28] PROENÇA, V. *O last planner system (LPS) aplicado a casos de estudo*. Relatório (Mestrado em Engenharia Civil) – Instituto Superior de Engenharia do Porto. Portugal, p. 115. 2017.
- [29] PORWAL, V. et al. *Last Planner System implementation challenges*. In: Proceedings of the 18 Annual Conference International Group for Lean Construction, 2010. p. 548-54.



Comunicação no canteiro de obras

Communication on the construction site

AYUPP, Ruana Guedes de Castro¹; MELLO, Marco Aurélio Gomes²
ayuppruanna@gmail.com¹; magomesdemello@gmail.com².

¹Especialização em planejamento, Gestão e Controle de Obras Cíveis, NPPG/Poli/UFRJ

²DSc. Planejamento e Estudos Militares, IMM.; M.Sc. Administração Pública e Ciências Militares, Direito/UFRJ;

Informações do Artigo **Resumo:**

Palavras-chave:
 Comunicação
 Canteiro de obras
 Cronograma

Key words:
 Communication
 Construction site
 Timeline

Este artigo aborda a questão da falta de comunicação dentro de um canteiro de obras e destaca a importância de transformar essa realidade por meio da conscientização dos gestores. É ressaltado que as mudanças devem começar de cima para baixo, e que é dever dos responsáveis pela obra serem transparentes na transmissão de informações para os funcionários e prestadores de serviços. O cenário em um canteiro de obras é movimentado e constantemente recebe informações cruciais para o desenvolvimento da obra. No entanto, devido à falta de uma comunicação efetiva, erros ocorrem com frequência, resultando em atrasos no cronograma físico e financeiro. O artigo apresenta soluções claras e objetivas para melhorar a comunicação no canteiro de obras. Uma estratégia proposta é a criação de murais com informações importantes, como datas de palestras, metas estabelecidas e eventos de conscientização. Esses murais seriam atualizados diariamente ou semanalmente, permitindo o acesso fácil e constante às informações cruciais para o entendimento e tomada de decisões. Assim, o artigo destaca a relevância da comunicação efetiva no canteiro de obras e propõe alterações simples, porém impactantes, para aprimorar a comunicação entre todos os envolvidos no projeto, contribuindo para um melhor andamento da obra e evitando a ocorrência de erros e atrasos indesejados.

Abstract:

This article addresses the issue of lack of communication within a construction site and highlights the importance of transforming this reality through the awareness of managers. It is emphasized that changes must start from the top down, and that it is the duty of those responsible for the work to be transparent in transmitting information to employees and service providers. The scenario at a construction site is busy and constantly receives crucial information for the development of the work. However, due to lack of effective communication, mistakes frequently occur, resulting in physical and financial schedule delays. The article presents clear and objective solutions to improve communication on the construction site. One proposed strategy is the creation of murals with important information, such as lecture dates, established goals and awareness events. These boards would be updated daily or weekly, allowing constant and easy access to crucial information for understanding and decision-making. Thus, the article highlights the importance of effective communication at the construction site and proposes simple but impactful changes to improve communication between all those involved in the project, contributing to a better progress of the work and avoiding the occurrence of errors and unwanted delay.

1. Introdução

Para alcançarmos uma comunicação mais eficaz no canteiro de obras, é essencial que mudemos nossa perspectiva e abordagem. O cumprimento de prazos, custos e qualidade está intrinsecamente ligado à forma como nos relacionamos com todos os envolvidos no projeto. No ambiente de construção, muitas vezes, a comunicação flui facilmente entre o mestre de obras e a equipe, mas quando o diálogo falha, surgem desafios significativos. Especialmente em casos em que parte da equipe não é alfabetizada ou possui níveis de educação mais baixos, alguns líderes podem se aproveitar dessa vulnerabilidade para agir de forma intimidadora e hostil.

É de suma importância que os gestores estejam atentos às dificuldades e limitações de seus funcionários. Quando há uma comunicação aberta e uma atmosfera de união entre todos, cada um em suas funções, a obra tende a manter-se dentro do prazo, com qualidade e custos estimados pelo setor de planejamento da empresa.

Os gestores devem ser agentes de transformação para cada funcionário, agindo de forma simples, criativa e facilitadora. Eles precisam saber extrair o melhor que cada pessoa tem a oferecer, reconhecendo qualidades que muitas vezes nem mesmo os próprios funcionários têm consciência de possuir. Este artigo tem como principal objetivo melhorar o compartilhamento de informações no canteiro de obras.

Para alcançar esse aprimoramento na comunicação, propomos algumas estratégias, como a realização de palestras e treinamentos mensais com o intuito de promover a educação e o desenvolvimento profissional dos funcionários, especialmente para aqueles que ainda não são alfabetizados e desejam crescer dentro da empresa.

Outra iniciativa é a criação de murais informativos ao longo do canteiro de obras, com ilustrações e informações objetivas sobre o andamento do projeto. Esses murais ajudarão a manter todos atualizados sobre o progresso da obra.

Infelizmente, ainda existe uma grande resistência em relação à gestão feminina dentro do canteiro de obras. Como engenheira civil residente, tenho vivenciado essa dificuldade de aceitação. Por vezes, a experiência de um mestre de obras é mais valorizada do que o conhecimento e dedicação de uma engenheira civil.

Para ilustrar esse desafio, relato uma situação relevante que ocorreu em minha experiência profissional. Em um dia comum, um dos ajudantes me informou que iria desformatar um pilar que havia sido concretado no dia anterior. Ao chegar ao local, deparei-me com o pilar já desformatado e apresentando várias rachaduras, evidenciando patologias. Perguntei ao mestre de obras o motivo da desforma precoce, e ele respondeu que sempre fazia daquela maneira e nunca havia tido problemas. Então, conversei com o ajudante que me havia passado a informação inicialmente, e ele confessou que não se sentia à vontade para falar sobre o assunto, pois o mestre não permitia que a equipe expressasse opiniões. No entanto, consciente dos possíveis danos à obra, decidi tomar coragem e compartilhar o ocorrido comigo.

Essa experiência exemplifica a importância de uma comunicação aberta e respeitosa no canteiro de obras, onde cada membro da equipe se sinta valorizado e encorajado a contribuir com suas ideias e preocupações. Através deste artigo, buscaremos soluções para superar esses desafios e promover uma comunicação mais eficaz, visando melhorias significativas nos projetos de construção.

2. Primícias da comunicação

A comunicação é um processo contínuo e intrínseco à vida humana, muitas vezes ocorrendo de forma inconsciente através de linguagem não verbal. Desde tempos remotos, antes mesmo de Cristo, a raça humana vem se comunicando utilizando meios que se aperfeiçoam ao longo da história da humanidade.

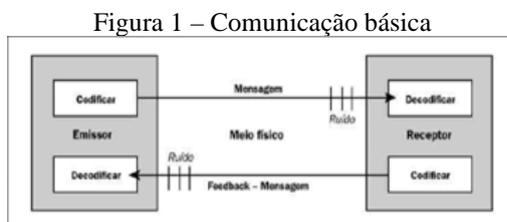
Segundo Bordenave [1], na era paleolítica,

a comunicação ocorria por meio de gestos e objetos, e mais tarde, na era egípcia, surgiram as formas de escrita através de desenhos, que evoluíram para o desenvolvimento das palavras com sentidos conotativos e denotativos.

De acordo com Berlo [2], a comunicação também inclui o sentido indicativo, uma forma de taquigrafia, em que utilizamos palavras para representar objetos do mundo físico sem a necessidade de apontá-los fisicamente. Entretanto, é crucial lembrar que o sentido indicativo é uma relação entre o sinal-palavra e o objeto, e nem sempre a referência é clara para o receptor.

Para compreendermos melhor o processo de comunicação e suas primícias, é essencial abordarmos o modelo básico de comunicação (figura 1), que nos permite visualizar como a troca de informações ocorre entre os envolvidos. Esse modelo serve como uma estrutura fundamental para entendermos a dinâmica por trás de uma comunicação eficaz.[2]

O modelo básico de comunicação consiste em três elementos principais: o emissor, o receptor e a mensagem. O emissor é aquele que deseja transmitir uma informação ou ideia, enquanto o receptor é o destinatário da mensagem, aquele que irá receber e interpretar o que foi comunicado. A mensagem é o conteúdo que está sendo transmitido, que pode ser verbal, escrito ou até mesmo não verbal, como gestos e expressões faciais.[2]



Fonte: PMI [3]

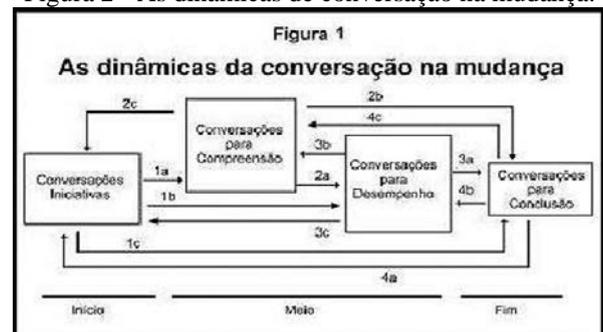
Ainda sobre a figura 1, seguem as descrições das informações apresentadas

- codificar significa traduzir pensamentos ou ideias em uma linguagem que seja compreendida pelos outros.[3]

- mensagem e feedback traduz a saída da codificação.[3]
- meio é o método usado para transmitir a mensagem.[3]
- ruído tem o sentido de qualquer fator que interfira na transmissão e na compreensão da mensagem (como distância, tecnologia desconhecida, falta de informações prévias).
- decodificar é definido por reconverter a mensagem em pensamentos ou ideias significativas.[3]

Além do modelo básico de comunicação, outro aspecto fundamental para compreender as primícias da comunicação é explorar as dinâmicas de conversação (figura 2), especialmente em contextos de mudança. Quando se trata do canteiro de obras ou de qualquer projeto de construção, a capacidade de se adaptar e comunicar efetivamente durante períodos de transição é essencial para o sucesso do empreendimento.

Figura 2 - As dinâmicas de conversação na mudança.



Fonte: Polacinski [4]

A figura 2 apresenta que as dinâmicas de conversação na mudança referem-se às interações e diálogos que ocorrem quando uma equipe ou organização enfrenta transformações significativas em seus processos, procedimentos ou até mesmo em sua cultura. Durante esses momentos de mudança, a comunicação desempenha um papel crucial para garantir que todos os envolvidos estejam alinhados com os objetivos, compreendam as novas diretrizes e possam colaborar de maneira eficiente.[4]

Nas dinâmicas de conversação na mudança, surgem desafios específicos que podem afetar a comunicação. A resistência à mudança por parte de alguns membros da

equipe, a incerteza sobre os novos caminhos a serem seguidos e a necessidade de transmitir informações complexas são apenas alguns exemplos. Nesse contexto, a metacomunicação torna-se ainda mais relevante, pois os líderes e gestores devem garantir que a mensagem de mudança seja claramente comunicada e compreendida por todos.

Ao abordarmos as primícias da comunicação no canteiro de obras, é imprescindível considerar essas dinâmicas de conversação na mudança. Compreender como a comunicação se adapta e evolui durante os períodos de transformação pode nos permitir identificar oportunidades para melhorar a troca de informações, minimizar conflitos e garantir a eficácia do processo comunicativo em meio a essas transições.

Para garantir a clareza de nossas mensagens, é essencial considerar a metacomunicação, ou seja, a comunicação sobre a própria comunicação. O emissor precisa se assegurar de que o receptor compreenda como a mensagem será transmitida, compreendida e interpretada. A distância entre o emissor e o receptor pode influenciar na interpretação da mensagem, tornando ainda mais relevante a metacomunicação para evitar distorções.[4]

Portanto, a comunicação é um processo multifacetado, envolvendo não apenas o que queremos dizer, mas também como desejamos ser compreendidos. A consciência sobre a importância da metacomunicação e a busca pela clareza nas mensagens são fundamentais para promover uma comunicação eficaz e evitar mal-entendidos entre os envolvidos na troca de informações.

2.1. Componentes de uma boa comunicação

Segundo Assad [5], uma boa comunicação compreende cinco elementos indispensáveis, sendo eles:

conhecimento - originado da cultura organizacional, incluindo valores, missão, ideias e normas compartilhadas entre os

integrantes da organização.[5]

- persuasão - baseada na liderança, onde bons líderes conquistam e encorajam seus liderados.[5]
- decisão - principais ferramentas usadas pelos líderes para garantir e dar suporte aos envolvidos na empresa. [5]
- experimentação - devido à constante mudança, nossas "experiências de vida" funcionam como um laboratório sociocultural. [5]
- confirmação - resultado da soma dos elementos anteriores; conhecimento, persuasão, decisão e experimentação.

Assad, ressalta que a comunicação vai além do que é dito, sendo mais relevante a compreensão do que qualquer rigorismo técnico. A informação torna-se matéria-prima do conhecimento quando a comunicação é bem feita. Hoje em dia, o capital intelectual é mais valioso para uma organização do que o capital financeiro, e a comunicação é um diferencial de competitividade. (s.d., p. 37) [5]

Bons líderes precisam saber se comunicar e facilitar a comunicação para que a informação seja inserida em contexto, onde a harmonia desempenha um papel-chave.

No processo de transição, o teste é o momento de verificar se as fases anteriores (conhecimento, persuasão e decisão) foram bem embasadas. Nesta etapa, a comunicação permeia os pontos a serem aprimorados. Sem comunicação, qualquer mudança é vista como uma imposição, e não como um diálogo e troca de experiências.[5]

A confirmação de um processo de mudança não marca a finalização de uma etapa, mas o início de uma jornada a ser vivida.

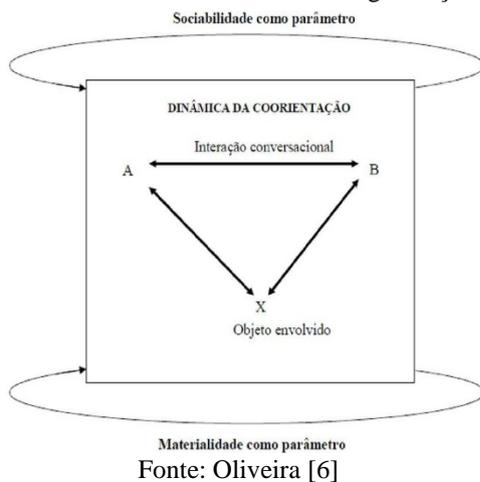
De acordo com Bordenave [1], os cinco elementos de uma boa comunicação são:

- realidade - onde as comunicações são criadas.
- pessoas - que desejam partilhar alguma coisa.
- mensagem - o que se quer compartilhar.

- forma - como a mensagem se apresenta.
- meios - como transmiti-la.

Segundo Oliveira [6], o modelo A-B-X destaca que os mundos objetivos e subjetivos estão interligados. Ao se comunicar, os sujeitos recorrem a um universo linguístico que permite a leitura e interpretação dos objetos materiais e sociais.

Figura 3 - Coorientação através da conversação como a unidade relacional essencial da organização.



Conforme Oliveira [6], esse modelo representa um processo de coorientação (figura 3), onde o uso da linguagem produz organização e, por meio de conversações, a comunicação torna-se uma instância de produção de sentidos, agenciamento e posicionamento social. Nesse caso, A e B são sujeitos comunicadores, e X é o objeto material e/ou social, sendo que esses três agentes exercem papéis equivalentes no processo de comunicação. As interações humanas sempre envolvem um objeto material/social.

2.2. Tipos de comunicação

De acordo com Bordenave [1], a comunicação apresenta diversas formas distintas, envolvendo tanto códigos digitais (b) como códigos analógicos (a). Os códigos digitais são baseados nos dígitos de 0 a 9 e podem ser representados por números e letras. Por exemplo, temos os códigos binários, que utilizam dois estados para transmitir informações, assim como os semáforos, onde cores específicas indicam os estados possíveis,

como parar, continuar ou atenção.

Por outro lado, os códigos analógicos guardam semelhança direta com o objeto referente, incluindo elementos como fotografias, desenhos, esculturas e pinturas. Além disso, eles também abrangem uma comunicação mais viva e natural, relacionada às emoções, expressa por meio de gestos, silêncio, movimentos e outras manifestações não verbais.[1]

Resumidamente:

A. códigos analógicos - correspondem a formas de comunicação vivas e naturais, conectadas com as emoções, como gestos, silêncio e movimentos, além de incluir representações visuais, como fotografias, desenhos, esculturas e pinturas.[1]

B. códigos digitais - refere-se à linguagem oral e escrita que fornece informações definidas e detalhadas, incluindo códigos numéricos e alfabéticos, como o uso de números e letras em diferentes contextos comunicativos.[1]

A comunicação é uma necessidade fundamental para a vida em sociedade, seja na esfera pessoal ou profissional. Dominar e utilizar efetivamente esses diferentes tipos de comunicação é essencial para uma interação bem-sucedida e para alcançar sucesso em nossas relações interpessoais e no ambiente de trabalho.

3 Gerenciamento de Projetos: a importância da comunicação

A comunicação é caracterizada como a maior razão do sucesso ou do fracasso de um projeto. Uma comunicação eficaz é primordial dentro da equipe do projeto e entre o gerente de projeto, os membros da equipe e todas as partes envolvidas. Ela fortalece as relações entre os membros da equipe e traz confiança mútua, sendo a chave para um bom trabalho em equipe e alto desempenho. (2008, p. 411) [3]

É imprescindível que todos os membros da equipe tenham seus deveres bem esclarecidos, pois toda informação relevante

deve ser comunicada. Para isso, é necessário um planejamento de comunicação eficiente e simples para todos, utilizando uma linguagem acessível e compreensível para todos os envolvidos. O meio pelo qual a comunicação será realizada precisa ser formal e claro, e todos devem estar de acordo com ele.[3]

Um dos grandes desafios do gerente de projeto é compartilhar as informações e levá-las às partes interessadas. Em alguns casos, será necessário identificar essas partes pelo seu poder e grau de interesse. Ao classificá-las, o gerente de projeto precisa se preparar para gerenciar os fatores de riscos e conflitos, avaliar o desempenho e direcionar as informações ao seu público-alvo. Gerenciar quem precisa estar informado é um dos maiores desafios que o GP (Gerente de Projeto) enfrenta.

Além disso, é fundamental saber como reportar o desempenho do projeto às partes interessadas, como equipe, stakeholders, cliente, mídia, patrocinador, entre outros. O uso de relatórios de andamento do processo, medições e previsões é essencial para identificar futuros problemas, como riscos e atrasos no cronograma, garantindo a clareza e transparência do projeto.

Conforme Oliveira [6], quem faz conhecer as coisas são as pessoas e, por mais que o planejamento seja importante, é necessário que as pessoas executem sua parte no processo. Portanto, a comunicação eficaz é o elo que conecta o planejamento à execução, garantindo que todos os membros da equipe estejam alinhados e comprometidos com o sucesso do projeto.

3.1 Fundação para uma Boa Construção: comunicação e desenvolvimento cultural no canteiro de obras

O diálogo constante dentro do canteiro de obras é essencial para o entendimento entre os colaboradores e para garantir um ambiente equilibrado, onde dúvidas são esclarecidas e problemas são resolvidos de forma eficiente.[7]

No canteiro de obras, encontramos uma

diversidade de pessoas com diferentes níveis de instrução, desde analfabetos até profissionais com formação técnica. Nesse contexto, saber se comunicar de maneira eficaz se torna um desafio importante. Cabe ao engenheiro responsável criar um ambiente acolhedor que facilite as comunicações no canteiro, sendo transparente com informações e decisões para ganhar a confiança dos colaboradores e abrir espaço para conversas e diálogos mútuos.[7]

Para melhorar a comunicação no canteiro de obras e garantir o cumprimento de prazos, custos e qualidade, é essencial que o engenheiro seja um agente de transformação para cada funcionário, sendo simples, criativo e facilitador. Reconhecer as qualidades dos colaboradores, muitas vezes desconhecidas por eles mesmos, é fundamental para estimular um ambiente de trabalho produtivo e harmonioso.[7]

O mestre de obras, que geralmente atua como um intermediário entre o engenheiro e os colaboradores, desempenha um papel importante na comunicação eficaz. É responsabilidade do líder conquistar essas pessoas para trabalhar em equipe, pois a união de todos com suas respectivas responsabilidades é fundamental para o sucesso do projeto.[7]

Estimular o desenvolvimento cultural dos colaboradores no canteiro de obras contribui para um ambiente mais produtivo e feliz. Incentivar a busca pelo conhecimento e ajudar as pessoas a se desenvolverem torna a comunicação mais eficiente, uma vez que colaboradores mais informados tendem a trabalhar com motivação e eficiência.

Gerenciar todos os níveis culturais das pessoas de forma integrada é o grande desafio na comunicação dentro do canteiro de obras. Proporcionar boas condições de trabalho, salários justos, ambiente saudável e incentivo à realização pessoal são fundamentais para criar uma interação positiva com os trabalhadores.[3,7]

É necessário dedicar à comunicação o espaço que ela merece. Trocas e discussões

entre seres humanos autônomos e capazes de raciocinar são essenciais para aprimorar normas que sejam aceitas por todos sem constrangimentos.[8]

Essas práticas, aliadas a dispositivos visuais no canteiro de obras, como demonstrado na Figura 4, fazem a diferença no mercado da construção civil. Colaboradores mais preparados e informados tornam o processo de comunicação mais eficiente, possibilitando que todos tenham acesso ao conhecimento necessário para o sucesso do projeto.

Figura 4 – Dispositivos visuais no canteiro de obras.



Fonte: A Autora

3.2 Ferramentas e Práticas para Melhorar a Comunicação no Gerenciamento de Projetos

Para garantir uma comunicação eficaz no gerenciamento de projetos, é fundamental adotar diversas ferramentas e práticas que facilitem a troca de informações entre as equipes e partes interessadas. A seguir, são apresentadas algumas das principais ferramentas e práticas recomendadas:

- plano de comunicação - elaborar um plano detalhado de comunicação é essencial para definir os objetivos da comunicação, os públicos-alvo de cada mensagem, as informações a serem compartilhadas, os meios de comunicação a serem utilizados e a frequência das interações. O plano de comunicação ajuda a manter todos os envolvidos informados e alinhados com os objetivos do projeto [9].
- reuniões regulares - realizar reuniões periódicas é uma prática fundamental para manter a equipe atualizada sobre o andamento do projeto, discutir questões importantes, tomar decisões e resolver problemas. As reuniões devem ser conduzidas de forma objetiva e produtiva, garantindo a participação de todos os membros relevantes da equipe [10].
- ferramentas colaborativas - utilizar ferramentas tecnológicas de colaboração, como plataformas de compartilhamento de documentos, aplicativos de mensagens instantâneas e sistemas de gestão de projetos, facilita a comunicação entre equipes distribuídas geograficamente. Essas ferramentas permitem o acesso rápido a informações importantes e o compartilhamento de documentos de forma eficiente [11].
- comunicação visual - recursos visuais, como gráficos, diagramas e infográficos, podem tornar a comunicação mais clara e compreensível. Eles auxiliam na apresentação de dados complexos e facilitam a assimilação de informações por parte das equipes e partes interessadas [12].
- feedback contínuo - estabelecer um canal de feedback contínuo é essencial para que os membros da equipe possam expressar suas opiniões, tirar dúvidas e fornecer sugestões de melhoria. O feedback ajuda a identificar problemas de comunicação e a promover ajustes necessários para o sucesso do projeto [13].
- treinamentos em comunicação - promover treinamentos em comunicação para a equipe do projeto pode ser muito benéfico para aprimorar as habilidades de comunicação interpessoal, resolução de conflitos e negociação. Colaboradores bem treinados contribuem para um ambiente de trabalho mais harmonioso e produtivo [14].
- gestão de conflitos - saber lidar com conflitos é essencial para evitar que eles afetem negativamente a comunicação e o desempenho do projeto. Os gestores devem estar preparados para mediar conflitos e buscar

soluções que beneficiem o projeto como um todo [15].

- comunicação transparente - a transparência na comunicação é fundamental para conquistar a confiança das partes interessadas e criar um ambiente de trabalho mais colaborativo. Informações relevantes devem ser compartilhadas de forma clara e oportuna, promovendo uma cultura de abertura e honestidade [16].
- avaliação da eficiência da comunicação - realizar avaliações periódicas da eficiência da comunicação no projeto pode ajudar a identificar pontos de melhoria e oportunidades para aprimorar a troca de informações e a colaboração entre as equipes [17].

4 Tecnologia e Inovação na construção: impactos e tendências

Gegfhj impulsionada pela tecnologia e inovação. Novas soluções têm sido adotadas para enfrentar desafios antigos e melhorar a eficiência e a qualidade dos projetos. Neste contexto, exploraremos o impacto e as tendências da tecnologia na construção, destacando como essas mudanças têm transformado o setor.

Uma das principais tendências é a Building Information Modeling (BIM). Trata-se de uma abordagem que utiliza modelos tridimensionais para integrar informações de todo o ciclo de vida do projeto, desde o planejamento até a execução e manutenção. O BIM permite uma melhor colaboração entre as equipes, reduzindo erros e conflitos durante a construção, além de otimizar a gestão de recursos e o planejamento de cronogramas [18].

Outra inovação disruptiva é a impressão 3D na construção. Essa tecnologia oferece a possibilidade de criar componentes e até mesmo estruturas inteiras por meio de impressoras 3D especializadas. A impressão 3D reduz o tempo de construção, os custos e o desperdício de materiais, além de permitir designs complexos e personalizados. [19]

O uso da Realidade Aumentada (AR) e

Realidade Virtual (VR) também está ganhando força na indústria da construção. Essas tecnologias permitem visualizar projetos em 3D de forma imersiva, ajudando na identificação de problemas antes da construção física e fornecendo treinamento de segurança e operação para os trabalhadores. [20]

Além disso, a Internet das Coisas (IoT) está se tornando uma realidade nos canteiros de obras. Sensores inteligentes são utilizados para monitorar o desempenho de equipamentos, coletar dados ambientais, controlar sistemas de segurança e até mesmo rastrear a localização de materiais, melhorando a gestão dos recursos e a segurança no local de trabalho.[21]

A sustentabilidade e a construção verde também estão no centro das tendências da indústria. Materiais eco-friendly, como concreto de baixo impacto ambiental e energia renovável, estão sendo cada vez mais adotados para reduzir o impacto ambiental das construções e promover edifícios mais eficientes e ecológicos [22]

Essas tendências mostram que a tecnologia e a inovação estão revolucionando a indústria da construção, tornando-a mais inteligente, eficiente e sustentável. À medida que novas soluções continuam a surgir, é importante que as empresas se mantenham atualizadas e adotem as tecnologias adequadas para permanecerem competitivas no mercado em constante mudança.

5 Considerações finais

Neste artigo, ressaltamos a relevância da comunicação no canteiro de obras e no gerenciamento de projetos. Embora ainda enfrentemos desafios nesse campo, acreditamos que uma mudança positiva é possível por meio de líderes e gestores comprometidos em promover uma cultura de comunicação eficaz. Valorizar e motivar as pessoas é essencial, pois uma equipe engajada naturalmente transforma o ambiente ao seu redor, proporcionando resultados mais positivos.

É inegável que a comunicação exerce uma

influência significativa no andamento da obra, sendo capaz de acelerar o processo de execução do empreendimento. Líderes e gestores devem se esforçar para serem exemplos de liderança e lealdade, pois a falta de comunicação e lealdade pode gerar conflitos no canteiro e até mesmo uma greve, impactando negativamente o projeto em termos de prazo, custo e qualidade.

A abordagem sobre os sentidos conotativo e denotativo, bem como a apresentação do modelo básico de comunicação e sua aplicação no gerenciamento de projetos, fornecem uma base sólida para compreender a importância e a complexidade da comunicação na indústria da construção.

Concluimos, portanto, que é essencial manter uma postura positiva e confiante, sempre buscando aprimorar os processos de comunicação e elevar a qualidade da troca de informações no canteiro de obras. Com o esforço contínuo de todos os envolvidos, podemos efetivamente melhorar a comunicação, alcançando o sucesso nos projetos de construção.

Comunicar-se de forma clara, transparente e inclusiva é um investimento valioso para evitar problemas, construir relações saudáveis e garantir o êxito de empreendimentos na indústria da construção. A busca incessante pela melhoria na comunicação é um compromisso de todos os profissionais envolvidos e, quando consolidada, promoverá resultados mais eficientes e bem-sucedidos para o setor como um todo. Afinal, a comunicação é a base que sustenta o sucesso de cada tijolo e estrutura que erguemos no cenário da construção civil.

6 Referências

- [1] BORDENAVE, Juan E. Diaz. *O que é Comunicação*. 1º edição 1982, 35º reimpressão, 2010.
- [2] BERLO, K. David. *O processo de comunicação*. Editora Fontes. Acesso em janeiro de 2023.
- [3] PMI. Project Management Institute. *Um Guia do Conjunto de Conhecimentos em Gerenciamento de Projetos. Guia PMBOK*. 3. Ed. Four Campus Boulevard, Newtown Square, PA 19073-3299 EUA: 2004. Acesso em maio de 2023.
- [4] POLACINSKI, Édio, MINUZZI, Josiane, ABREU, Aline França de. *Lideranças comunicativas na produção de mudanças organizacional*. IX SEPROSUL. Semana de engenharia de produção sul america novembro, 2009 piriápolis, uruguai -
- [5] ASSAD, Nancy Alberto. *As cinco fases da comunicação na gestão de mudanças*. Editora Saraiva.
- [6] OLIVEIRA, Ricardo Rocha. *Análise da comunicação durante a gestão de obras como um processo de tradução conversações*. 2023.
- [7] VIEIRA, Roberto Fonseca. *Comunicação Organizacional. Gestão de Relações Públicas*. Editora Mauad
- [8] HARBENAS, Jurgen. *Mudança Estrutural da Esfera Pública*. Rio de Janeiro- Tempo Brasileiro, 1984. Acesso em junho de 2022.
- [9] PMI. Project Management Institute. *A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK Guide) - Sixth Edition*, 2017.
- [10] SCHWALBE, K. *Information Technology Project Management*. Cengage Learning, 2019.
- [11] VARGAS, R. V. *Gerenciamento de Projetos: Estabelecendo Diferenciais Competitivos*. Brasport, 2013.
- [12] VERZUH, E. *The Fast Forward MBA in Project Management*. John Wiley & Sons, 2015.
- [13] BELOUT, A. *Effects of human resource management on project effectiveness and success: Toward a new conceptual framework*. International Journal of Project Management, 16(1), 21-26, 1998.

- [14] CACCAMESE, J. F.; DOSSICK, C. S. *Communications management for design and construction*. John Wiley & Sons, 2010.
- [15] PMI. Project Management Institute. *The Standard for Project Management*. Fourth Edition, 2021.
- [16] CLELAND, D. I.; IRELAND, L. R. *Project management: strategic design and implementation*. McGraw-Hill. 2006.
- [17] KERZNER, H. *Project management metrics, KPIs, and dashboards: a guide to measuring and monitoring project performance*. John Wiley & Sons, 2017.
- [18] AUTODESK. *What Is BIM (Building Information Modeling)?* Disponível em: <https://www.autodesk.com/solutions/bim> Acesso em 25 de julho de 2023.
- [19] KHOSHNEVIS, B. *Automated Construction by Contour Crafting. Related Research*. Disponível em: <http://www.contourcrafting.org/>. Acesso em 25 de julho de 2023
- [20] VR/AR ASSOCIATION. *VR/AR in Construction*. Disponível em: <https://thevrara.com/construction>. Acesso em 25 de julho de 2023.
- [21] SOZER, E. M. et al. *The Internet of Things in the Construction Industry*. Journal of Information Technology in Construction, Vol. 22, 2017.
- [22] UNEP. United Nations Environment Programme. *Sustainable Buildings and Climate Initiative*. Disponível em: <https://www.unep.org/our-work/resource-efficiency/sustainable-buildings-and-climate-initiative>. Acesso em 25 de julho de 2023.



A utilização da análise de dados para a tomada de decisão na gestão inteligente de obras civis: uma análise crítica sob a revisão de literatura

The use of data analysis for decision making in the intelligent management of civil works: a critical analysis based on the literature review

SCHIAVON, Giovanni Luigi F.¹; FIGUEIREDO, Karoline Vieira²; PAGANI, Regina Negri³
schiavon_rs@hotmail.com¹; karolinefigueiredo@poli.ufrj.br²; reginapagani@utfpr.edu.br³

¹Especialização em Planejamento, Gestão e Controle de Obras Civis, NPPG/Polí/UFRJ

²DSc. em Engenharia Ambiental, NPPG/Polí/UFRJ

³DSc. em Engenharia de Produção, PPGE/UTFPR

Informações do Artigo

Palavras-chave:

Gestão inteligente de obras

Análise de dados

Smart Cities

Key words:

Intelligent construction

management;

Data analysis;

Smart Cities.

Resumo:

A tomada de decisão na gestão de obras civis é complexa e requer a ciência por parte do gestor de uma série de dados que convertidos em informações, são cruciais para o sucesso de um empreendimento. O objetivo deste estudo é examinar e discutir os padrões, lacunas e tendências na pesquisa de análise de dados para tomada de decisão na gestão de obras civis inteligentes. Para isto, foi realizada uma revisão integrativa de literatura a partir de um portfólio robusto de artigos, que abrange uma ampla gama de pesquisas, desde estudos de caso até revisões de literatura da temática aplicada a Smart Cities. Os temas “smart cities”, “gerenciamento inteligente de obras civis” e “análise de dados” estão altamente no foco do campo de pesquisa. Os resultados indicam que a gestão inteligente na construção civil traz benefícios significativos para o setor, incluindo aumento da eficiência, redução de custos, melhorias na qualidade das obras, aumento da segurança dos trabalhadores e contribuição para a sustentabilidade.

Abstract

The aim of this study is to examine and discuss the patterns, gaps and trends in data analysis research for decision making in the management of intelligent civil works. A bibliometric search was performed on 240 articles obtained from the Web of Science and Scopus databases. Of these articles, 95 were used in the subsequent scientometric analysis and mapping to narrate the evolution of the research object. The studies discussed in the article cover a wide range of research, from case studies to literature reviews of the theme applied to Smart Cities. The themes “smart cities”, “intelligent management of civil works” and “data analysis” are highly in the focus of the research field. The results indicate that intelligent management in civil construction brings significant benefits to the sector, including increased efficiency, cost reduction, improvements in the quality of works, increased worker safety and contribution to sustainability.

1. Introdução

A necessidade de melhorar a produtividade da construção é necessária pela importância da construção ou desenvolvimento de infraestrutura para o crescimento econômico e a notória ineficiência de conversão de recursos em produtos na indústria [4]. Segundo Bragatto, Ansaldi e Mennutti [5], a transformação atual na indústria da construção descreveu a capacidade de usar dados e tecnologias digitais para aumentar as operações de construção para melhorar a eficiência como uma construção inteligente. Ainda, Gbadamosi *et al.* [4] garantem que o conceito de construção inteligente oferece uma transição dos métodos tradicionais de construção para a fabricação por meio do aumento do uso de componentes padronizados e fabricação externa.

A relação entre a gestão de obras e a inovação é significativa e pode desempenhar um papel crucial no sucesso de projetos civis. Uma vez que a gestão de obras se refere ao planejamento, coordenação e controle de todas as atividades envolvidas na execução de um projeto de construção, desde a fase de concepção até a conclusão, a inovação, por sua vez, envolve a introdução de novas ideias, processos, tecnologias ou abordagens que resultam em melhorias significativas em termos de eficiência, qualidade, segurança ou sustentabilidade. Com a taxa exponencial de inovação em dispositivos de computação, tecnologias de comunicação e aplicações tecnológicas, o mundo está se desenvolvendo rapidamente e fazendo uso cada vez maior de tecnologias inteligentes. Para Edirisinghe [1], essa mudança de paradigma ocorreu da computação móvel para a computação pervasiva e depois para as tecnologias inteligentes com inteligência incorporada.

Aplicações genéricas de tecnologia da informação e comunicação (TIC) já aparecem em muitas áreas da indústria da construção. Tais aplicações incluem automação de recursos humanos e gestão do conhecimento, classificação de documentos, engenharia digital para produtividade do trabalho, além de

visualização de dados de gerenciamento de construção [2].

Para Stefanic e Stankovski [3], o triunvirato de *internet of things* (IoT), *artificial intelligence* (AI) e tecnologias de nuvem oferece novas oportunidades para o desenvolvimento de novas aplicações em muitos domínios no setor produtivo.

Nesse contexto, a análise de dados é uma importante ferramenta na gestão de obras civis. Ao coletar, organizar, integrar e analisar dados, os gerentes de obras podem obter informações valiosas sobre o progresso da obra, identificar possíveis problemas e tomar decisões informadas para melhorar a eficiência e a qualidade da construção.

A análise de dados pode ajudar os gerentes de obras a monitorar o progresso da obra, identificar atrasos e problemas e otimizar o uso de recursos. Além disso, a análise de dados pode ser usada para prever possíveis problemas futuros, como falhas em equipamentos ou mudanças climáticas, e permitir que a equipe de gestão de obras tome medidas para evitá-los. A análise de dados também pode ser usada para tomar decisões bem fundamentadas, permitindo que os gerentes de obras identifiquem as áreas que precisam de melhorias e implementem mudanças para tornar o processo de construção mais eficiente e eficaz. Além disso, a análise de dados pode ser usada para medir o desempenho da obra, identificar pontos de melhoria e ajudar a equipe de gestão de obras a implementar mudanças contínuas.

Em suma, a análise de dados pode fornecer informações valiosas para os gerentes de obras, fornecendo uma visão mais clara e precisa da situação da obra, permitindo que eles tomem decisões informadas e baseadas em fatos para melhorar a eficiência e a qualidade da construção.

2 Revisão da Literatura

2.1. Gerenciamento de obras e seu estado da arte

As tecnologias inteligentes estão progredindo cada vez mais e as cidades inteligentes podem se tornar mais inteligentes aumentando a conectividade e as interações dos humanos, do meio-ambiente e dos dispositivos inteligentes. Vale destacar, porém, que para Shirowzhan, Tan e Sepasgozar [8], embora a conectividade e a eficiência das cidades inteligentes sejam importantes, a análise do impacto do desenvolvimento da construção e dos grandes projetos na cidade é crucial para os gestores e formuladores de políticas e decisões, antes que o projeto seja aprovado.

Albino, Berardi e Dangelico [9] afirmam que a parte tecnológica de uma cidade inteligente se refere ao uso de sistemas de informação para planejamento, controle e gerenciamento de infraestrutura. Recentemente, uma ampla gama de ferramentas e aplicativos foi introduzida para facilitar a implementação de cidades inteligentes e capturar o comportamento do usuário de diferentes perspectivas gerenciais [10]. Como parte do metabolismo das cidades inteligentes, a construção civil segue nessa mesma linha, pois, para Ozturk [11], a interoperabilidade é a chave para a implementação suave e robusta de sistemas digitais. Sistemas inteligentes interativos otimizam a utilização do conhecimento para melhores sistemas e processos, criam tomadas de decisão mais assertivas e automatizadas, melhoram a segurança, a comunicação de dados, além de aumentar a produção e reduzir gargalos e atividades desnecessárias. Além disso a digitalização da indústria da construção está revolucionando o planejamento, projeto, construção, operação e o gerenciamento de instalações e estruturas.

De acordo com Jia, Komeily e Wang [12], do ponto de vista operacional, o progresso atual para o desenvolvimento de edifícios, comunidades e cidades inteligentes pode ser descrito como isolado e segmentado em termos de integração de tecnologia e desenvolvimento de aplicativos, principalmente devido às atuais limitações de aplicativos de *Internet of Things* (IoT) e redes

de sensores em edifícios, cidades e infraestruturas que não são perfeitamente unificadas. Para Hui, Sheratt e Sánchez [13], é amplamente aceito que o uso de novas tecnologias seja um pré-requisito fundamental para alcançar a realização de construções inteligentes, que incluem, mas não se limitam a implantação de sensores, engenharia e análise de big data, nuvem e névoa computação, desenvolvimento de engenharia de software e algoritmos de interação humano-computador, etc.

Afirmam Jia, Komeily e Wang [12], que a arquitetura da IoT é criada para equipar todos os objetos com recursos de identificação, detecção, rede e processamento, para que esses objetos possam trocar e compartilhar informações entre si e desenvolver serviços avançados pela Internet. Assim, a interconexão facilita ainda mais uma visão mais profunda de sistemas complexos, fornece recursos dinâmicos de tomada de decisão sensíveis ao contexto e garante autonomia inteligente.

Por outro lado, a colaboração de áreas de pesquisa como a engenharia civil ou tecnologia da construção também se faz necessária para identificar os problemas e desafios que seriam resolvidos ou melhorados com o uso da IoT e, conseqüentemente, facilitar a adaptabilidade da IoT em construções civis inteligentes. Além disso, a pesquisa sobre a aplicação da IoT pode descobrir mais problemas potenciais e direções de pesquisa no desenvolvimento da IoT, tanto do lado tecnológico quanto metodológico.

Edirisinghe [1] afirma que as tecnologias projetadas para a indústria da construção precisam atender às condições dinâmicas do projeto, atividades de construção amplamente dispersas, estruturas organizacionais heterogêneas, questões de proximidade geográfica e organizacional, locais de mudança dos trabalhadores da construção e assim por diante. Stefanic e Stankovski [3] compartilham que o desenvolvimento de aplicativos inteligentes nas diversas áreas do gerenciamento de canteiro de obras requer a integração de recursos físicos e de *softwares*

complexos, desde sensores e câmeras até *software* para processamento de séries temporais e fluxos de vídeo, métodos de Inteligência Artificial para extração de recursos, fusão de dados e *software* de visualização. Além disso, são necessárias ferramentas específicas para o gerenciamento de propriedades não funcionais de aplicativos, incluindo confiabilidade, segurança e privacidade de dados.

A indústria da construção está mudando de métodos intensivos de mão-de-obra para métodos baseados em dados. Esse método, segundo Xu *et al.* [14], emprega diversas tecnologias inteligentes para realizar a percepção de informações em tempo real, a colaboração e envolvimento de vários participantes e as decisões inteligentes de gerenciamento no local da obra.

2. Metodologia

No presente estudo, foi utilizada a metodologia *Methodi Ordinatio*. Essa metodologia nasceu da necessidade de qualificar os artigos obtidos em uma revisão bibliográfica sistemática [6] [7]. A metodologia utiliza a equação *InOrdinatio* (1) que aplica três fatores importantes a serem considerados em um artigo científico: fator de impacto (JCR), ano de publicação do artigo e o número de citações que o artigo obteve até a pesquisa a ser realizada.

$$\text{InOrdinatio} = (\text{IF}/1000) + \alpha * [10 - (\text{Research Year} - \text{Publication Year})] + (\text{Ci}) \quad (1)$$

Onde:

- F: fator de impacto do artigo (JCR);
- α : fator de ponderação que varia de 1 a 10;
- *Research Year*: ano em que a pesquisa foi desenvolvida;
- *Publication Year*: ano em que o documento foi publicado;
- Ci: número de vezes que o artigo foi citado até o momento da pesquisa.

Assim, os artigos utilizados como referências para o presente estudo têm as maiores pontuações em termos de fator de impacto, ano de publicação e número de citações. As buscas foram realizadas nas bases de dados *Scopus* e *Web of Science*, não havendo recorte temporal. As buscas totalizaram 240 resultados, com 18 diferentes cruzamentos de palavras-chave. Em seguida, na filtragem de dados, foram selecionados documentos de pesquisa do tipo artigos de revisão e artigos de pesquisa.

O processo de construção do portfólio foi baseado nas etapas propostas por Pagani, Kovaleski e Resende [6] [7] e estão detalhadas a seguir:

Etapa 1: De acordo com a intenção da pesquisa, foram definidas algumas possíveis palavras-chave e realizada a pesquisa. A partir disso, foram definidas as principais palavras-chave que serviram de eixo para nortear a pesquisa conforme Anexo A.

Etapa 2: As bases de dados selecionadas para a pesquisa foram *Scopus* e *Web of Science*. Mais de uma base de dados foi utilizada para retornar o maior número possível de artigos.

Etapa 3: As configurações de busca para cada base de dados foram:

Scopus: Pesquisa por tópico, filtrando por documentos como artigos de revisão, sem recorte temporal e com uso do operador booleano (*) no final das palavras.

Web of Science: Pesquisa por tema, filtrando documentos como artigos de revisão, sem recorte temporal e com o uso do operador booleano (*) no final das palavras.

Etapa 4: Realizar a pesquisa final e computar os resultados obtidos. Resultaram 240 documentos.

Etapa 5: Foi realizado o processo de filtragem dos artigos, excluindo trabalhos duplicados, livros, capítulos de livros, documentos de conferências e trabalhos com temas alheios ao tema central desta pesquisa. Logo, resultaram 95 artigos úteis para utilização no presente estudo, conforme ilustra o Anexo A.

Etapa 6: O fator de impacto (Fi) utilizado para julgar a relevância do periódico foi o JCR (*Journal Citation Report*). O peso α atribuído foi 10, devido à importância dos estudos mais recentes para esta pesquisa.

Etapa 7: Aplicação da Equação 1, denominada InOrdinatio [7].

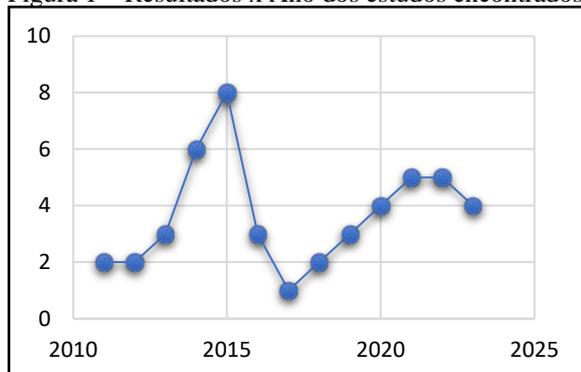
Etapa 8: A última etapa é definida pela composição final do portfólio de artigos a serem analisados, ao JCR das revistas onde foram publicados, número de citações e ano de publicação. Documentos duplicados foram verificados e excluídos, bem como documentos que não estavam alinhados com o tema estudado. Assim, restaram 95 trabalhos para compor a revisão deste estudo. Além do fato de o presente estudo contar com esses artigos para estruturar seu referencial teórico, as referências bibliográficas relevantes dessas obras não foram ignoradas, a fim de complementar o referencial do estudo.

3. Resultados

3.1 Análise da literatura

Conforme levantamento bibliométrico, foi possível encontrar diversas tecnologias inteligentes empregadas no gerenciamento de obras, conforme mostra também o Quadro 1 no Anexo B. Verificou-se que os estudos estão concentrados entre os anos de 2011 e 2023, sendo o ano de 2015 o mais frequente, com oito resultados e o ano de 2017 o menos frequente, com apenas um estudo encontrado, de acordo com a Figura 1.

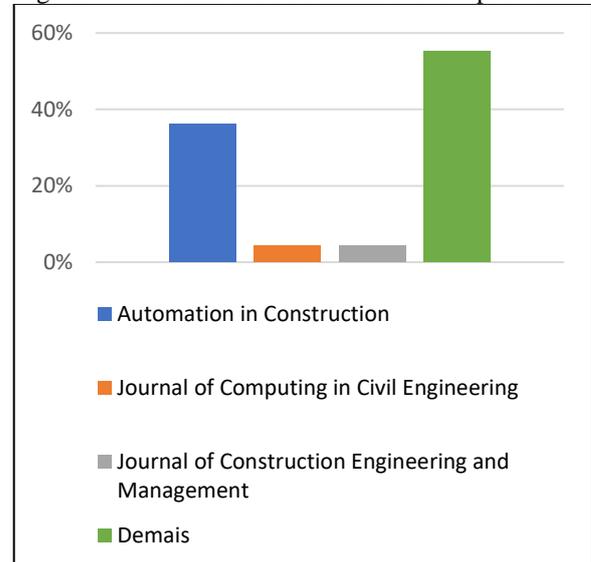
Figura 1 – Resultados x Ano dos estudos encontrados



Fonte: O autor (2023)

Foi verificada também uma grande disparidade em relação às revistas onde os estudos foram publicados, conforme ilustra a Figura 2.

Figura 2 – Revistas onde os estudos foram publicados



Fonte: O autor (2023)

É possível analisar que, de um total de 29 diferentes revistas onde os estudos foram publicados, a revista *Automation in Construction* aparece com a maior concentração de estudos, cerca de 36% (17 publicações), enquanto a revista *Journal of Computing in Civil Engineering* e a *Journal of Construction Engineering and Management* aparecem em segundo lugar com 4% dos estudos (duas publicações cada) e as demais 26 revistas com aproximadamente 2%, cada uma, dos estudos encontrados. Realizou-se também o levantamento das palavras-chave utilizadas nos artigos selecionados para este estudo. Sabe-se que as palavras-chave expõem a abrangência de um assunto e seus conceitos principais, que se podem revelar úteis para a categorização de textos ou indexação em mecanismos de pesquisa. O Anexo C ilustra as palavras-chave com maior ocorrência nos estudos selecionados.

Os termos BIM (*Building Information Modeling*), *Digital Twin* e *Smart City* obtiveram a maior destaque, cada um com três ocorrências, seguidos dos termos *Augmented Reality*, *Construction* e *Construction*

Management, com duas ocorrências cada. Os demais termos obtiveram uma ocorrência cada apenas. Verifica-se então uma maior ocorrência de termos voltados à tecnologia digital computacional, segmento este que visa dar assistência a engenheiros e arquitetos na concepção de projetos civis.

Ao analisar os 95 estudos, foi possível verificar que somente 25 são estudos de caso, como mostra o Quadro 2 no Anexo D e que esses estudos de caso possuem forte tendência de pesquisa na área de Gerenciamento de Projetos e Planejamento da Construção, como ilustra a Figura 6 (Anexo E).

Também foi possível distribuir esses estudos de caso em oito áreas de concentração de estudos, sendo elas: Análise de Estruturas, Gerenciamento de Manutenção Preditiva, Gerenciamento de Projetos, Gestão de Resíduos Sólidos, Planejamento da Construção, Planejamento Financeiro, Relacionamento com o Cliente, Saúde e Segurança no Trabalho.

4.2. Discussão dos Resultados

Muito embora não exista ainda um volume expressivo de estudos no que tange o gerenciamento inteligente de canteiros de obras, constata-se que, com o rápido crescimento e desenvolvimento de tecnologias emergentes, a indústria da construção civil está evoluindo de métodos intensivos em mão-de-obra para métodos baseados em análise inteligente de dados.

No entanto, a análise inteligente de dados já está dentro do canteiro de obras e tem atraído cada vez mais o interesse e aplicações na indústria da construção no mundo todo. Para destacar os benefícios desse fenômeno para a construção civil moderna, especificamente para a área de Gerenciamento de Projetos, um número expressivo de aplicações e pesquisas tem sido realizado e publicado nos últimos anos. Alguns autores se concentram nos benefícios que a modelagem BIM proporciona [15] [16] [17], outros focam nas questões técnicas relacionadas à construção civil [11] [14] [17]. Portanto, vários efeitos associados ao gerenciamento

inteligente de obras civis foram relatados, como análise de deformações estruturais via dispositivo sem fio [18], gestão de resíduos sólidos [19], utilização de gêmeos digitais [8], seleção e contratação de profissionais via Electre III [20], criação de ferramentas digitais que auxiliam no feedback do cliente [21], soluções arquitetônicas para prevenção de fatalidades em canteiros de obras [22], entre outros.

Percebe-se também que o canteiro de obras com gestão inteligente não é apenas um canteiro tradicional equipado com tecnologias de informação, mas sim um novo modo de analisar e entender o gerenciamento e a engenharia da construção civil sob os aspectos da inovação e da melhor performance de produtividade. Dessa forma, pode-se afirmar que, embora um canteiro de obras possua diversos componentes referentes ao conceito de Indústria 4.0 como *big data*, *internet of things*, robótica, sistemas autônomos e segurança cibernética de dados, isso ainda não o define como um canteiro de obras inteligente. Pois é o gerenciamento inteligente de todas essas tecnologias e análise de dados que torna, de fato, um canteiro de obras inteligente.

Esse conceito fica ainda mais evidente quando os autores [11,14,17] constatam que um dos principais benefícios do gerenciamento inteligente dos canteiros de obras é a utilização de soluções tecnológicas que permitem uma visão abrangente e em tempo real de todas as operações. Por meio de sensores, câmeras e dispositivos conectados, é possível monitorar o andamento das atividades, coletar dados relevantes e obter informações precisas sobre o progresso do projeto. Logo, com base nesses dados, é possível tomar decisões mais embasadas e implementar medidas corretivas de forma ágil, reduzindo o tempo de resposta a problemas e imprevistos. Além disso, a tecnologia permite a automação de certas tarefas, como o controle de equipamentos e o gerenciamento de estoques, o que aumenta a eficiência e reduz erros e desperdícios.

Darcie e Rodello [21] em seu estudo, também atribuem ao uso de tecnologias como *internet of things* e de sistemas de comunicação sem fio, a possibilidade de uma melhor coordenação e comunicação entre as equipes no canteiro. Isso facilita o compartilhamento de informações importantes, a coordenação de tarefas e a identificação rápida de possíveis conflitos ou gargalos.

Também nos estudos de Agüero, Maharjan e Rodriguez [18] e de Darcie e Rodello [21], embora sejam estudos com temáticas centrais distintas entre si, revelam a ideia comum de que a aplicação de técnicas de análise de dados e inteligência artificial pode proporcionar insights valiosos para o gerenciamento de canteiros de obras. Através da análise de padrões e tendências, é possível identificar áreas de melhoria, prever possíveis problemas e otimizar o planejamento e alocação de recursos. Isso contribui para a tomada de decisões mais informadas e para a redução de riscos no projeto.

Há de se frisar que a redução de riscos também é verificada no que tange à segurança do indivíduo operante no canteiro de obras. Kanan, Elhassan e Bensalem [22] discorrem que, através da implementação de sensores e sistemas de monitoramento, é possível identificar riscos de segurança em tempo real, como áreas perigosas, presença de materiais tóxicos ou situações de risco de acidentes. Segundo os autores, isso permite a implementação de medidas preventivas e ações corretivas imediatas, garantindo um ambiente de trabalho mais seguro para os trabalhadores.

Em suma, a gestão inteligente dos canteiros de obras através da análise de dados é uma abordagem que tem o potencial de transformar a maneira como os projetos de construção são planejados, executados e gerenciados, trazendo resultados positivos para todas as partes envolvidas. Além de ter capacidade de analisar holisticamente diferentes perspectivas para tomar decisões gerenciais assertivas, é fundamental que os

gestores de projetos e obras estejam atualizados, ambientados e capacitados a operar e traduzir os dados gerados pelo arcabouço tecnológico empregado, tanto no canteiro de obras quanto na concepção dos projetos.

4. Considerações finais

No presente estudo foi possível verificar que a gestão inteligente na construção civil desempenha um papel fundamental na melhoria da eficiência, produtividade e sustentabilidade dos projetos. Ela se baseia na aplicação de tecnologias e estratégias inovadoras para otimizar o planejamento, execução e controle de empreendimentos.

Constatou-se que uma das principais vantagens da gestão inteligente na construção civil é a utilização de sistemas integrados que permitem uma visão global e em tempo real de todas as etapas do projeto. Isso proporciona uma melhor coordenação entre equipes, reduzindo o retrabalho e os custos associados a erros e atrasos.

Ao mesmo passo, a gestão inteligente também se apoia em tecnologias como *internet of things*, que permite o monitoramento e controle remoto de equipamentos, sensores e dispositivos, facilitando a detecção de falhas e a manutenção preventiva. Além disso, a utilização de sensores e dispositivos conectados permite a coleta de dados em tempo real, que podem ser analisados para identificar padrões, otimizar processos e tomar decisões mais embasadas.

Outra área em que a gestão inteligente se destaca é na sustentabilidade. Através da implementação de soluções inteligentes, é possível reduzir o consumo de recursos naturais, como energia e água, e minimizar os impactos ambientais. Isso pode ser alcançado por meio da utilização de sistemas de automação e controle de energia, iluminação eficiente, gerenciamento de resíduos e materiais sustentáveis.

Além disso, a gestão inteligente na construção civil contribui para a segurança dos

trabalhadores e a qualidade das obras. Através da implementação de sistemas de monitoramento, é possível identificar situações de risco em tempo real, prevenir acidentes e garantir o cumprimento das normas de segurança. Além disso, a análise de dados e a utilização de modelos virtuais permitem a identificação de possíveis problemas e falhas de projeto antes mesmo do início da construção, possibilitando ajustes e melhorias.

Por fim, conclui-se que a gestão inteligente na construção civil traz benefícios significativos para o setor, incluindo aumento da eficiência, redução de custos, melhorias na qualidade das obras, aumento da segurança dos trabalhadores e contribuição para a sustentabilidade. A aplicação de tecnologias e estratégias inteligentes ainda possibilita um maior controle e conhecimento sobre os processos construtivos, levando a melhores resultados globais.

5. Agradecimentos

Este estudo foi parcialmente financiado pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior e Brasil (CAPES) e pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

6. Referências

- [1] EDIRISINGHE, R. *Digital skin of the construction site: Smart sensor technologies towards the future smart construction site*. Engineering, Construction and Architectural Management, 26(2), 184-223, 2019.
- [2] POIRIER, E. A., STAUB-FRENCH, S., FORGUES, D. *Measuring the impact of BIM on labor productivity in a small specialty contracting enterprise through action-research*. Automation in construction, 58, 74-84, 2015.
- [3] ŠTEFANIČ, M., STANKOVSKI, V. *A review of technologies and applications for smart construction*. Proceedings of the Institution of Civil Engineers - Civil Engineering, 1–5, 2018.
- [4] GBADAMOSI, A. Q., OYEDELE, L., MAHAMADU, A. M., KUSIMO, H., OLAWALE, O. *The role of internet of things in delivering smart construction*, 2019.
- [5] BRAGATTO, P., ANSALDI, S.M. and MENNUTI, C. *Improving safety of process plants, through smart systems for critical equipment monitoring*. Chemical Engineering Transactions. 67 pp.49-54, 2018.
- [6] PAGANI, R., KOVALESKI, J., e RESENDE, L. *Methodi Ordinatio: a proposed methodology to select and rank relevant scientific papers encompassing the impact factor, number of citation, and year of publication*. Scientometrics, 1–27, 2015.
- [7] PAGANI, R., KOVALESKI, J., e RESENDE, L. *Avanços na composição da Methodi Ordinatio para revisão sistemática de literatura*. Ciência da Informação. 46, 2018.
- [8] SHIROWZHAN, S., TAN, W., SEPASGOZAR, S. M. *Digital twin and CyberGIS for improving connectivity and measuring the impact of infrastructure construction planning in smart cities*. ISPRS International Journal of Geo-Information, 9(4), 240, 2020.
- [9] ALBINO, V.; BERARDI, U.; DANGELICO, R.M. *Smart Cities: Definitions, Dimensions, Performance, and Initiatives*. J. Urban Technol, 22, 3–21, 2015.
- [10] SEPASGOZAR, S.; DAVIS, S.; LOOSEMORE, M.; BERNOLD, L. *An investigation of modern building equipment technology adoption in the Australian construction industry*. Eng. Constr. Arch. Manag. 2018, 25, 1075–1091.
- [11] OZTURK, G. B. *Digital twin research in the AECO-FM industry*. Journal of Building Engineering, 40, 102730, 2021.

- [12] JIA, M., KOMEILY, A., WANG, Y., e SRINIVASAN, R. S. *Adopting Internet of Things for the development of smart buildings: A review of enabling technologies and applications*. Automation in Construction, 101, 111–126, 2019.
- [13] HUI, T.K., SHERRATT, R.S., SÁNCHEZ, D.D., *Major requirements for building smart homes in smart cities based on internet of things technologies*, Futur. Gener. Comput. Syst. 358–369, 2017.
- [14] XU, M., NIE, X., LI, H., CHENG, J. C., MEI, Z. *Smart construction sites: A promising approach to improving on-site HSE management performance*. Journal of Building Engineering, 49, 104007, 2022.
- [15] XUE, F., WU, L., LU, W. *Semantic enrichment of building and city information models: A ten-year review*. Advanced Engineering Informatics, 47, 101245, 2021.
- [16] ROHIL, M. K., ASHOK, Y. *Visualization of urban development 3D layout plans with augmented reality*. Results in Engineering, 14, 100447, 2022.
- [17] LIU, H., HAN, S., ZHU, Z. *Blockchain Technology toward Smart Construction: Review and Future Directions*. Journal of Construction Engineering and Management, 149(3), 03123002, 2023.
- [18] AGUERO, M., MAHARJAN, D., RODRIGUEZ, M. D. P., MASCARENAS, D. D. L., MOREU, F. *Design and implementation of a connection between augmented reality and sensors*. Robotics, 9(1), 3, 2020.
- [19] TSAI, F. M., BUI, T. D., TSENG, M. L., LIM, M. K., TAN, R. R. *Sustainable solid-waste management in coastal and marine tourism cities in Vietnam: A hierarchical-level approach*. Resources, Conservation and Recycling, 168, 105266, 2021.
- [20] CHEN, X., WANG, H. H., TIAN, B. *Visualization model of big data based on self-organizing feature map neural network and graphic theory for smart cities*. Cluster Computing, 22, 13293-13305, 2019
- [21] DARCIÉ, A. M., RODELLO, I. *Ferramentas Computacionais na Gestão de Relacionamento com o Cliente: Estudo Sobre as Motivações e Problemas para Implementação em uma Empresa do Ramo da Construção Civil*. Revista ENIAC Pesquisa, 11(2), 332–355, 2022.
- [22] KANAN, R., ELHASSAN, O., BENSALÉM, R. *An IoT-based autonomous system for workers' safety in construction sites with real-time alarming, monitoring, and positioning strategies*. Automation in Construction, 88, 73-86, 2018.

ANEXO A

Figura 1 - Filtragem de documentos

Base de Dados	Key Words	Results	Total Parcial	Total	Corte 1 (Livros, capítulos de livro, temas alheios à pesquisa e conferências)	Corte 2 (títulos duplicados)	Total de Artigos a Serem Utilizados no Estudo
Web of Science	"smart cities" and "civil construction"	4	68	240	121 cortes	24 cortes	95
Web of Science	"smart cities" and "civil management"	0					
Web of Science	"smart cities" and "construction management"	14					
Web of Science	"smart cities" and "construction planning"	4					
Web of Science	"smart cities" and "works control"	1					
Web of Science	"civil construction" and "data analysis"	8					
Web of Science	"civil construction" and "decision making"	37	133				
Scopus	"smart cities" and "civil construction"	7					
Scopus	"smart cities" and "civil management"	0					
Scopus	"smart cities" and "construction management"	43					
Scopus	"smart cities" and "construction planning"	13					
Scopus	"smart cities" and "works control"	1					
Scopus	"civil construction" and "data analysis"	16	39				
Scopus	"civil construction" and "decision making"	53					
Scopus	"data driven" and "civil construction"	2					
Scopus	"data driven" and "construction sector"	14					
Scopus	"data driven" and "construction management"	21					
Scopus	"data driven" and "smart construction"	2					

Fonte: O autor (2023)

ANEXO B

Quadro 1 – Resultado bibliométrico dos estudos referentes a tecnologias inteligentes para gerenciamento de obras

Authors	Article	Journal	Year
Li, J., Greenwood, D. and Kassem, M.	Blockchain in the built environment and construction industry: A systematic review, conceptual models and practical use cases	Automation in Construction	2019
Kanan, R., Elhassan, O. and Bensalem, R.	An IoT-based autonomous system for workers' safety in construction sites with real-time alarming, monitoring, and positioning strategies	Automation in Construction	2018
Shirowzhan, S., Tan, W. and Sepasgozar, S.M.E.	Digital twin and CyberGIS for improving connectivity and measuring the impact of infrastructure construction planning in smart cities	ISPRS International Journal of Geo-Information	2020
Tsai, F.M., Bui, T.-D., Tseng, M.-L., Lim, M.K. and Tan, R.R.	Sustainable solid-waste management in coastal and marine tourism cities in Vietnam: A hierarchical-level approach	Resources, Conservation and Recycling	2021
Xue, F., Wu, L. and Lu, W.	Semantic enrichment of building and city information models: A ten-year review	Advanced Engineering Informatics	2021
Ozturk, G.B.	Digital Twin Research in the AECO-FM Industry	Journal of Building Engineering	2021
Xue, F., Lu, W., Webster, C.J. and Chen, K.	A derivative-free optimization-based approach for detecting architectural symmetries from 3D point clouds	ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing	2019
Chanal, P.M. and Kakkasageri, M.S.	Security and Privacy in IoT: A Survey	Wireless Personal Communications	2020
da Silva, A.C., Méxas, M.P. and Quelhas, O.L.G.	Restrictive factors in implementation of clean technologies in red ceramic industries	Journal of Cleaner Production	2017

França, W.T., Barros, M.V., Salvador, R., de Francisco, A.C., Moreira, M.T. and Piekarski, C.M.	Integrating life cycle assessment and life cycle cost: a review of environmental-economic studies	International Journal of Life Cycle Assessment	2021
Monteiro, N.B.R., Neto, J.M.M. and da Silva, E.A.	Environmental assessment in concrete industries	Journal of Cleaner Production	2021
Méxas, M.P., Quelhas, O.L.G. and Costa, H.G.	Prioritization of enterprise resource planning systems criteria: Focusing on construction industry	International Journal of Production Economics	2012
Zhang, L.H., Song, G.B., Ma, X., Zhan, C.H. and Zhang, S.S.	Decarbonising residential building energy towards achieving the intended nationally determined contribution at subnational level under uncertainties	Journal of cleaner production	2020
Chen, Z.-S., Zhang, X., Pedrycz, W., Wang, X.-J. and Skibniewski, M.J.	Bid evaluation in civil construction under uncertainty: A two-stage LSP-ELECTRE III-based approach	Engineering Applications of Artificial Intelligence	2020
Chen, X., Wang, H.H. and Tian, B.	Visualization model of big data based on self-organizing feature map neural network and graphic theory for smart cities	Cluster Computing	2019
Zeng, J., Lin, G. and Huang, G.	Evaluation of the cost-effectiveness of Green Infrastructure in climate change scenarios using TOPSIS	Urban Forestry and Urban Greening	2021
Salvador, R., Barros, M.V., dos Santos, G.E.T., van Mierlo, K.G., Piekarski, C.M. and de Francisco, A.C.	Towards a green and fast production system: Integrating life cycle assessment and value stream mapping for decision making	Environmental Impact Assessment Review	2021
Suzuki, E.H., Lofrano, F.C., Kurokawa, F.A., Prado, R.T.A. and Leite, B.C.C.	Decision-making process for thermal comfort and energy efficiency optimization coupling smart-window and natural ventilation in the warm and hot climates	Energy And Buildings	2022
Santos, J.M., Reis, N.C., Galvão, E.S., Silveira, A., Goulart, E.V. and Lima, A.T.	Source apportionment of settleable particles in an impacted urban and industrialized region in Brazil	Environmental Science and Pollution Research	2017
Bodda, S.S., Gupta, A. and Dinh, N.	Enhancement of risk informed validation framework for external hazard scenario	Reliability Engineering & System Safety	2020
Katzilieris, K., Vlahogianni, E.I. and Wang, H.Z.	Evacuation behavior of affected individuals and households in response to the 2018 Attica wildfires: From empirical data to models	Safety Science	2022
Sabrin, S., Karimi, M. and Nazari, R.	Modeling heat island exposure and vulnerability utilizing earth observations and social drivers: A case study for Alabama, USA	Building And Environment	2022
Gong, Z., Li, X., Liu, J. and Gong, Y.	Machine learning in explaining nonprofit organizations' participation: a driving factors analysis approach	Neural Computing and Applications	2019
Herrick, C.K. and Kowalsky, M.J.	Out-of-Plane Buckling of Ductile Reinforced Structural Walls due to In-Plane Loads	Journal Of Structural Engineering	2017
Zamora-Castro, S.A., Salgado-Estrada, R., Sandoval-Herazo, L.C., Melendez-Armenta, R.A., Manzano-Huerta, E., Yelmi-Carrillo, E. and Herrera-May, A.L.	Sustainable development of concrete through aggregates and innovative materials: A review	Applied Sciences	2021

Ensslin, L., Gonçalves, A., Ensslin, S.R., Dutra, A. and Longaray, A.A.	Constructivist multi-criteria model to support the management of occupational accident risks in civil construction industry	PLoS ONE	2022
Sargam, Y. and Wang, K.J.	Hydration kinetics and activation energy of cement pastes containing various nanoparticles	Composites Part B-Engineering	2021
Aguero, M., Maharjan, D., Rodriguez, M.D., Mascarenas, D.D.L. and Moreu, F.	Design and Implementation of a Connection between Augmented Reality and Sensors	ROBOTICS	2020
Patro, E.R., Kishore, T.S. and Haghighi, A.T.	Levelized Cost of Electricity Generation by Small Hydropower Projects under Clean Development Mechanism in India	Energies	2022
Clemente, C., Civiero, P. and Cellurale, M.	Solutions and services for smart sustainable districts: Innovative key performance indicators to support transition	International Journal of Sustainable Energy Planning and Management	2019
Li, H., Chan, G., Skitmore, M. and Huang, T.	A 4D automatic simulation tool for construction resource planning: A case study	Engineering, Construction and Architectural Management	2015
Ngamaliou-Nengoue, U.A., Martínez-Solano, F.J., Iglesias-Rey, P.L. and Mora-Meliá, D.	Multi-objective optimization for urban drainage or sewer networks rehabilitation through pipes substitution and storage tanks installation	Water	2019
Xiong, N., Zang, H., Lu, H., Yu, R., Wang, J. and Feng, Z.	Performance Analysis of Smart City Governance: Dynamic Impact of Beijing 12345 Hotline on Urban Public Problems	Sustainability	2022
DiCarlo, M.F. and Berglund, E.Z.	Use of Social Media to Seek and Provide Help in Hurricanes Florence and Michael	Smart Cities	2020
Rohil, M.K. and Ashok, Y.	Visualization of urban development 3D layout plans with augmented reality	Results in Engineering	2022
Li, C., Liu, X., Dai, Z. and Zhao, Z.	Smart City: A shareable framework and its applications in China	Sustainability (Switzerland)	2019
Pinto, R.S.M.C., Panzenhagen, A.C., Oliveira, L.F.S., Moreira, J.C.F. and Schnorr, C.E.	Incidence of lung cancer and mortality among civil construction industry workers: A protocol for a systematic review and meta-analysis	PLoS ONE	2021
Lopes, C.D.M.N., Mendes, V.F., Garcia, D.R. and Mendes, J.C.	Residues in cement-based composites: Occurrence mapping in Brazil	Case Studies in Construction Materials	2023
Jordão, A.R., Costa, R., Dias, Á.L., Pereira, L. and Santos, J.P.	Bounded rationality in decision making: An analysis of the decision-making biases	Business: Theory and Practice	2020
Xu, S.	Three-Dimensional Visualization Algorithm Simulation of Construction Management Based on GIS and VR Technology	Complexity	2021
Neto, G.P., Rabbani, E.R.K., Valdes-Vasquez, R. and Alencar, L.H.	Implementation of the Global Reporting Initiative Social Sustainability Indicators: A Multi-Case Study Approach Using Brazilian Construction Companies	Sustainability	2022
Zhao, D., Thakur, N. and Chen, J.	Optimal Design of Energy Storage System to Buffer Charging Infrastructure in Smart Cities	Journal of Management in Engineering	2020
Palha, R.P., Almeida, A.T.D. and Alencar, L.H.	A Model for Sorting Activities to Be Outsourced in Civil Construction Based on ROR-UTADIS	Mathematical Problems in Engineering	2016
Kim, E.W., Park, M.S., Kim, K. and Kim, K.J.	Blockchain-Based Automatic Tracking and Extracting Construction Document for Claim and Dispute Support	Ksce Journal Of Civil Engineering	2022

Hong, M., Peng, C., Niu, M. and Xu, Z.	Research on the Construction Effect Evaluation System of Smart CBD: A Case Study in Jiangbei New District, Nanjing, China	Advances in Civil Engineering	2021
Okafor, C.C., Aigbavboa, C. and Thwala, W.D.	A Delphi approach to evaluating the success factors for the application of smart mobility systems in smart cities: a construction industry perspective	International Journal of Construction Management	2021
de Lasso, J.G.G. and Haddad, A.N.	Life cycle assessment of building construction materials: Case study for a housing complex	Revista de la Construccion	2016
Méxas, M.P., Quelhas, O.L.G. and Costa, H.G.	Prioritization criteria for enterprise resource planning systems selection for civil construction companies: A multicriteria approach	Canadian Journal of Civil Engineering	2012
Puerto, C.L.D., Clevenger, C.M., Boremann, K. and Gilkey, D.P.	Exploratory study to identify perceptions of safety and risk among residential Latino construction workers as distinct from commercial and heavy civil construction workers	Journal of Construction Engineering and Management	2014
Song, J. and Liang, J.	Agricultural Internet of Things Application in the Construction of Regional Smart Cities	Mobile Information Systems	2022
Li, C.M., Liu, X.L., Dai, Z.X. and Wu, P.D.	Understanding smart city: a shareable framework. The case of china	ISPRS Annals of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences	2019
Xihua, Z. and Goyal, S.B.	Security and Privacy Challenges using IoT-Blockchain Technology in a Smart City: Critical Analysis	International Journal of Electrical and Electronics Research	2022
Sitalakshmi, R., Saikumar, P., Jeyachandran, P., Manoharan, M., Thangavel, T. and Thomas, J.	Civil construction work: The unseen contributor to the occupational and global disease burden	Indian Journal of Occupational and Environmental Medicine	2016
Vieira, I.L., da Silva, E.R., Junior, L. and Rangel, L.A.D.	Proposal for an analytical model of materiality in the Global Reporting Initiative Standards reports	Production	2021
Chen, N., Liu, Y., Sheng, H. and Wang, W.	Key Techniques and System for Comprehensive Decision-Making of Spatio-Temporal Information in Smart City	Wuhan Daxue Xuebao (Xinxi Kexue Ban)/Geomatics and Information Science of Wuhan University	2018
Wang, J.	Optimized Mathematical Model for Energy Efficient Construction Management in Smart Cities Using Building Information Modeling	Strategic Planning for Energy and the Environment	2022
Zhou, Y., Liu, H., Zhou, J. and Xia, M.	Simulation of the impact of urban forest scale on PM2.5 and PM10 based on system dynamic	Sustainability (Switzerland)	2019
Rebecca, T., Clemente, N. and Candido, A.K.B.	Conceptual model based on normative multi-agent system for supply chain integration of brazilian gypsum LPA	International Journal of Decision Support System Technology	2021
Techio, E.M., Gonçalves, J.P. and Costa, P.N.	Social representation of sustainability in civil construction among college students	Ambiente e Sociedade	2016
Gonzalez, Y.T., Schaefer, V.R. and Rollins, D.K.	Statistical Assessment of Factor of Safety for Pile-Reinforced Slopes	Journal Of Geotechnical And Geoenvironmental Engineering	2020
Souza, F.R.D., Borgert, A. and Flach, L.	Payroll exemption impact on the behavior of costs in BM&F Bovespa civil construction sector	Contaduria y Administracion	2018

Liu, H., Han, S. and Zhu, Z.	Blockchain Technology toward Smart Construction: Review and Future Directions	Journal of Construction Engineering and Management	2023
Moser, B., Bellew, C., Cadario, A. and de Filippi, R.	The interplay of site and construction systems decisions for complex urban infrastructures	Advances in Transdisciplinary Engineering	2019
Santos, M.I.D. and Santos, M.L.D.	The importance of management control systems in the formation of strategies: a study in companies in the construction sector in Joao Pessoa/PB	Revista De Gestao E Secretariado-Gesec	2022
Darcie, A.M. and Rodello, I.A.	Computational Tools in Customer Relationship Management: Study on Motivations and Problems for Implementation in a Real Estate Construction Company	Revista Eniac Pesquisa	2022
Fernandes, A.A. and Callado, A.A.C.	ERP System and Hidden Cost in the Civil Construction Sector	Nexo Revista Cientifica	2022
do Nascimento, A.R.C. and da Costa, S.R.R.	A study on the use of public policies of economic incentives to promote eco-efficiency in the construction industry	Sistemas & Gestao	2021
Hsu, S.-C., Hu, H.-Y. and Tsai, P.-H.	Integrating BIM models with 3d scenery from UAV-assisted survey on embankment	World Congress on Civil, Structural, and Environmental Engineering	2019
Duan, X.-C., Zhang, X.-N., Du, H.-H. and Zhang, Z.-Q.	Research on the virtual dynamic optimization controlling technology of subway construction safety and environmental protection	Journal of Railway Engineering Society	2015
de Brum, T.T., Moraes, C.A.M. and Modolo, R.C.E.	Proposed application of the cleaner production tool in the adult ICU of the municipal hospital of Novo Hamburgo (RS)	Revista Tecnologia E Sociedade	2020
Lopes, A.B., Boscaroli, C., Pereira, E.N. and Bezerra, R.C.	Business Intelligence to support management in civil construction: a systematic literature review	Atoz-Novas Praticas Em Informacao E Conhecimento	2020
da Silva, T.A., Sanches, S.L.R. and Igarashi, D.C.C.	Contingent liabilities and prospect theory: analysis of the financial indexes of civil construction and heavy-duty construction companies	Revista evidenciacao contabil & finanças	2019
Dontsov, S.S., Sartova, R.B., Zhanat, M., Koftanyuk, N.V., Arynova, Z.A. and Kadyrova, A.S.	Regional construction financial groups as a key element of investment infrastructure of the region's economy	Espacios	2017
Araujo, N.M.C., Avelino, L.L. and Araujo, V.S.	Compatibility between planning and control in the process of implementation of vertical buildings: a multicole study in the city of joao pessoa-pb	HOLOS	2018
Tisott, S.T., Peixoto, M.I.D., Zumba, T.A.C., Carraro, N.C. and de Sousa, M.A.B.	Verification of the conformity of audit report of civil construction companies listed on bm&fbovespa	Revista ambiente contabil	2018
Revey, G.F.	To blast or not to blast?	Practice Periodical on Structural Design and Construction	1996
Greeff, Wilhelmina J.	The role of communication in managing the safety climate of construction site environments	Communicatio	2017
Pham T.Q.D., Le-Hong T., Tran X.V.	Efficient estimation and optimization of building costs using machine learning	International Journal of Construction Management	2023
Alkaissy M., Arashpour M., Golafshani E.M., Hosseini M.R., Khanmohammadi S., Bai Y., Feng H.	Enhancing construction safety: Machine learning-based classification of injury types	Safety Science	2023

ANEXO D

Quadro 2 – Divisão de estudos por área de assuntos.

Autores	Artigo	Revista	Área
Kanan, R., Elhassan, O. and Bensalem, R.	<i>An IoT-based autonomous system for workers' safety in construction sites with real-time alarming, monitoring, and positioning strategies</i>	Automation in Construction	Saúde e Segurança no Trabalho
Shirowzhan, S., Tan, W. and Sepasgozar, S.M.E.	<i>Digital twin and CyberGIS for improving connectivity and measuring the impact of infrastructure construction planning in smart cities</i>	ISPRS International Journal of Geo-Information	Planejamento da Construção
Tsai, F.M., Bui, T.-D., Tseng, M.-L., Lim, M.K. and Tan, R.R.	<i>Sustainable solid-waste management in coastal and marine tourism cities in Vietnam: A hierarchical-level approach</i>	Resources, Conservation and Recycling	Gestão de Resíduos Sólidos
Xue, F., Wu, L. and Lu, W.	<i>Semantic enrichment of building and city information models: A ten-year review</i>	Advanced Engineering Informatics	Gerenciamento de Projetos
Ozturk, G.B.	<i>Digital Twin Research in the AECO-FM Industry</i>	Journal of Building Engineering	Gerenciamento de Projetos
Chen, Z.-S., Zhang, X., Pedrycz, W., Wang, X.-J. and Skibniewski, M.J.	<i>Bid evaluation in civil construction under uncertainty: A two-stage LSP-ELECTRE III-based approach</i>	Engineering Applications of Artificial Intelligence	Planejamento da Construção
Chen, X., Wang, H.H. and Tian, B.	<i>Visualization model of big data based on self-organizing feature map neural network and graphic theory for smart cities</i>	Cluster Computing	Planejamento da Construção
Ensslin, L., Gonçalves, A., Ensslin, S.R., Dutra, A. and Longaray, A.A.	<i>Constructivist multi-criteria model to support the management of occupational accident risks in civil construction industry</i>	PLoS ONE	Saúde e Segurança no Trabalho
Aguero, M., Maharjan, D., Rodriguez, M.D., Mascarenas, D.D.L. and Moreu, F.	<i>Design and Implementation of a Connection between Augmented Reality and Sensors</i>	Robotics	Análise de Estruturas
Li, H., Chan, G., Skitmore, M. and Huang, T.	<i>A 4D automatic simulation tool for construction resource planning: A case study</i>	Engineering, Construction and Architectural Management	Gerenciamento de Projetos

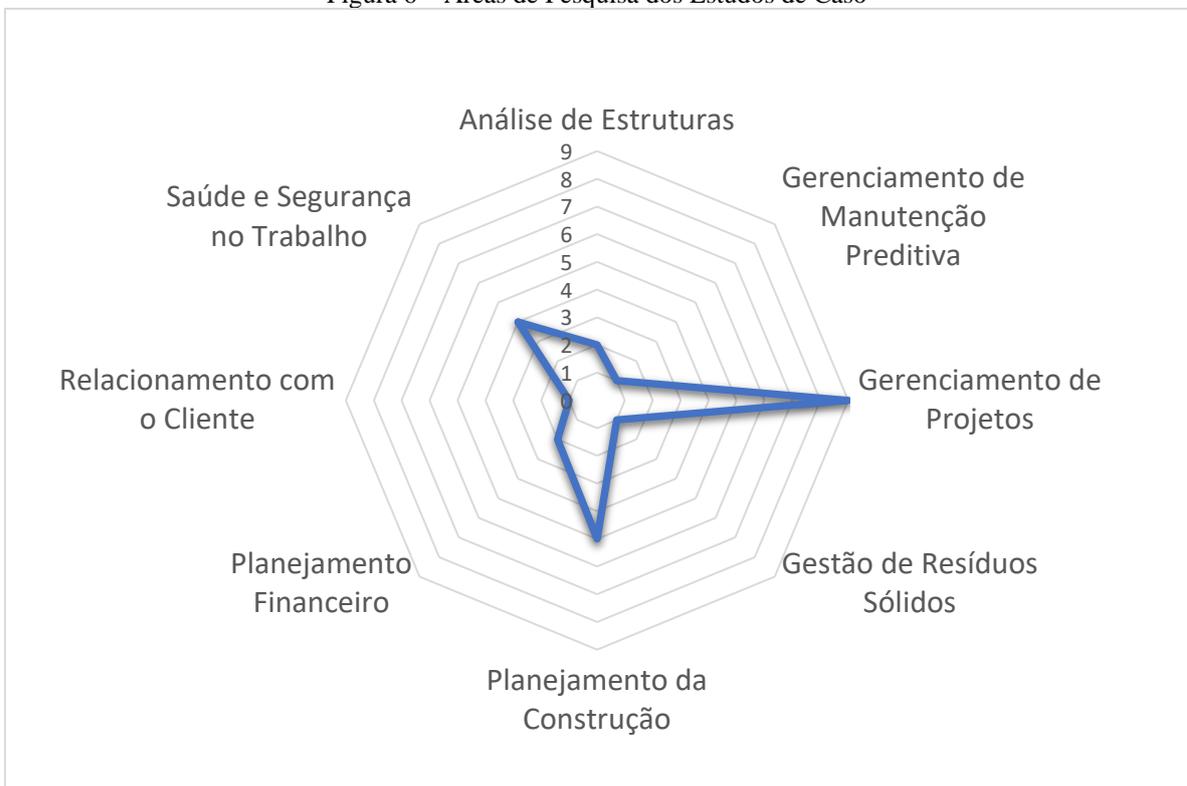
Ngamaliou-Nengoue, U.A., Martínez-Solano, F.J., Iglesias-Rey, P.L. and Mora-Meliá, D.	<i>Multi-objective optimization for urban drainage or sewer networks rehabilitation through pipes substitution and storage tanks installation</i>	Water	Análise de Estruturas
Rohil, M.K. and Ashok, Y.	<i>Visualization of urban development 3D layout plans with augmented reality</i>	Results in Engineering	Gerenciamento de Projetos
Xu, S.	<i>Three-Dimensional Visualization Algorithm Simulation of Construction Management Based on GIS and VR Technology</i>	Complexity	Gerenciamento de Projetos
Wang, J.	<i>Optimized Mathematical Model for Energy Efficient Construction Management in Smart Cities Using Building Information Modeling</i>	Strategic Planning for Energy and the Environment	Gerenciamento de Projetos
Liu, H., Han, S. and Zhu, Z.	<i>Blockchain Technology toward Smart Construction: Review and Future Directions</i>	Journal of Construction Engineering and Management	Gerenciamento de Projetos
Darcie, A.M. and Rodello, I.A.	<i>Computational Tools in Customer Relationship Management: Study on Motivations and Problems for Implementation in a Real Estate Construction Company</i>	Revista ENIAC Pesquisa	Relacionamento com o Cliente
Hsu, S.-C., Hu, H.-Y. and Tsai, P.-H.	<i>Integrating BIM models with 3d scenery from UAV-assisted survey on embankment</i>	World Congress on Civil, Structural, and Environmental Engineering	Gerenciamento de Projetos
Lopes, A.B., Boscarioli, C., Pereira, E.N. and Bezerra, R.C.	<i>Business Intelligence to support management in civil construction: a systematic literature review</i>	ATOZ	Planejamento da Construção
Greiff, Wilhelmina J.	The role of communication in managing the safety climate of construction site environments	Communicatio	Saúde e Segurança no Trabalho
Pham T.Q.D., Le-Hong T., Tran X.V.	Efficient estimation and optimization of building costs using machine learning	International Journal of Construction Management	Planejamento Financeiro
Alkaissy M., Arashpour M., Golafshani E.M., Hosseini M.R., Khanmohammadi S., Bai Y., Feng H.	Enhancing construction safety: Machine learning-based classification of injury types	Safety Science	Saúde e Segurança no Trabalho
Esmaeili I., Simeone D.	A General Contractor's Perspective on Construction Digital Twin: Implementation, Impacts and Challenges	Buildings	Planejamento da Construção

Momade M.H., Durdyev S., Dixit S., Shahid S., Alkali A.K.	Modeling labor costs using artificial intelligence tools	International Journal of Building Pathology and Adaptation	Planejamento Financeiro
Hanna A.S., Iskandar K.A., Lotfallah W., Ibrahim M.W., Russell J.S.	A data-driven approach for identifying project manager competency weights	Canadian Journal of Civil Engineering	Gerenciamento de Projetos
Johannes K., Theodorus Voordijk J., Marias Adriaanse A., Aranda-Mena G.	Identifying Maturity Dimensions for Smart Maintenance Management of Constructed Assets: A Multiple Case Study	Journal of Construction Engineering and Management	Gerenciamento de Manutenção Preditiva

Fonte: Autor (2023)

ANEXO E

Figura 6 – Áreas de Pesquisa dos Estudos de Caso



Fonte: O autor (2023)



Desafios na elaboração de orçamentos de obras *offshore*

Challenges in preparing budgets for offshore works

BRASIL, Evellyn¹; COSTA, Bruno B. F. da²
brasilevellyn89@gmail.com¹; bruno.barzellay@macae.ufrj.br².

¹Pós-Graduanda, Planejamento Gestão e Controle de Obras civis, NPPG_POLI_UFRJ

²Doutor em Engenharia Civil, Docente do Instituto Politécnico, UFRJ, Macaé - RJ

Informações do Artigo

Palavras-chave:

Construção

Orçamento

Offshore

Keywords:

Construction

Budget

Offshore

Resumo:

O objetivo desta pesquisa é identificar os principais fatores que dificultam a elaboração de orçamentos no planejamento de uma construção Offshore, termo da língua inglesa, que significa “afastado da costa”, na tradução para o português, também denominada portuária, que se encontra em via de crescimento no cenário mundial. O processo metodológico utilizado, para alcançar os principais resultados deste estudo, foi a pesquisa bibliográfica, mediante a revisão de literatura, procedendo-se a criação de uma pesquisa de campo através do questionário da plataforma Google forms, buscando extrair respostas de profissionais que atuam no ramo da engenharia civil, relacionadas aos principais desafios obtidos no processo de elaboração de um orçamento Offshore. Os principais resultados foram obtidos mediante a um questionário, contendo 9 perguntas abertas, tendo como perfil de participantes: 4 engenheiros Civis na faixa etária de 33 a 86 anos. Sendo as perguntas e as respectivas respostas abertas apresentadas no apêndice. Tendo como resultado final a percepção dos desafios encontrados no processo de elaboração de um orçamento de obras Offshore.

Abstract

The objective of this research is to identify the main factors that make it difficult to prepare budgets when planning an Offshore construction, a term in the English language, which means “away from the coast”, translated into Portuguese, also called port, which is located on the road. growth on the world stage. The methodological process used to achieve the main results of this study was bibliographical research, through literature review, proceeding with the creation of a field research using the Google forms platform questionnaire, seeking to extract responses from professionals who work in the field. branch of civil engineering, related to the main challenges encountered in the process of preparing an Offshore budget. The main results were obtained through a questionnaire, containing 9 open questions, with the participant profile being: 4 Civil engineers aged between 33 and 86 years. The questions and their respective open answers are presented in the appendix. The final result is the perception of the challenges encountered in the process of preparing a budget for offshore works.

1. Introdução

Offshore é um termo da língua inglesa, que significa “afastado da costa”, na tradução para o português. A construção *Offshore*, também denominada portuária, encontra-se em via de crescimento no cenário mundial. Com isto tal processo evolutivo vem carecendo cada vez mais de investimentos e planejamento orçamentário, visando o bom gerenciamento da obra.

A indústria naval brasileira teve início em 1846, quando o então Barão de Mauá, Irineu Evangelista de Souza, inaugurou o primeiro estaleiro em solo brasileiro, na cidade de Niterói, no estado do Rio de Janeiro.

A construção era financiada por fundos privados de terceiros [1]. Assim como toda obra na construção civil, para a elaboração de um projeto *Offshore*, torna-se crucial o planejamento e definição dos custos pertinentes a sua realização.

O orçamento possui uma relevância importante na indústria da construção civil, pois constitui uma referência básica em todo processo de desenvolvimento da produção [2]. Este documento constitui uma previsão precisa do custo do trabalho antes da sua efetiva execução, determinando os valores financeiros dos serviços a serem executados e dos insumos necessários para sua realização [3].

O orçamento pode ser entendido também, como a prévia do resultado financeiro final de uma obra ou serviço, obtida através do planejamento dos serviços necessários para a execução desta. A precisão do orçamento variando este de acordo com o nível de detalhamento do projeto e pode ser dividido em: estimativa de custos, orçamento preliminar/sintético e orçamento analítico [2]. Ou seja, é um modelo que representa o trabalho sob um determinado aspecto financeiro. Assim, o orçamento indica uma estimativa precisa do custo do trabalho [3].

No entendimento gerado a partir da revisão literária, identificou-se que a importância do controle de custos nas empresas vem aumentando a cada dia, podendo estas serem realizadas por meio da

necessidade de uma boa gestão, incluindo uma avaliação contínua do desempenho real e financeiro da obra e o seu impacto na redução dos custos, visando melhorar os prazos e a qualidade do produto ofertado [4].

Partindo do pressuposto de que o trabalho realizado é atrelado à uma atividade econômica, os recursos, prazos, clientes e tipo de projeto se tornam relevantes. Na etapa de planejamento da obra a preocupação com estes fatores tende a existir muito antes mesmo do início da obra, na fase de orçamento, quando é determinado o custo provável de execução da obra. Desta forma o primeiro passo para a construção de um projeto é voltado para a estimativa do seu custo [5].

É possível observar que o ciclo de vida de um projeto de engenharia consiste em pelo menos quatro fases básicas: ideação, planejamento, execução e finalização. Desta forma, a sua gestão envolve a coordenação de diferentes tipos de recursos, tais como humanos, materiais, financeiros e equipamentos [6]. Portanto, questiona-se neste estudo, quais os principais desafios encontrados no processo de elaboração de um orçamento de obras na construção *Offshore*? Sendo assim, o objetivo desta pesquisa é identificar os principais fatores que dificultam a elaboração de orçamentos no planejamento de uma construção *Offshore*.

As áreas costeiras são consideradas ambientes frágeis, apresentando alguns obstáculos, obstáculos oriundos à dinâmica natural podem ser agravados devido a ação humana nestas áreas [7]. Sendo assim, devido a exploração das áreas costeiras, com a construção de diversos empreendimentos, supõe-se neste estudo que muitas obras tendem a obter dificuldades quanto a aquisição de uma base orçamentária.

2.1. Orçamento e planejamento de obras

Na Engenharia Civil, o planejamento e o orçamento possuem relação direta, principalmente tratando-se de construções portuárias. Ambos os documentos apresentam grande relevância para a obtenção do sucesso

do projeto, seja no cumprimento dos prazos, ou na obtenção de um maior retorno financeiro, relacionado a redução de custos, assim como na busca pela manutenção dos padrões de qualidade da obra [8].

Para que qualquer empresa no ramo da engenharia, se mantenha competitiva em seu setor no mercado, torna-se crucial, a presença de estratégias de desenvolvimento de um planejamento que se enquadre adequadamente em cada obra/serviço. Este planejamento estratégico poderá auxiliar no desenvolvimento de análise e processos e viabilidade de um projeto, facilitando assim, como o gerenciamento de projetos detalhando seus custos e prazos [8].

Visando estabelecer fundamentação teórica acerca dos principais objetivos do planejamento, alguns autores apresentaram conceitos sobre esta ação dentro gerenciamento de obras.

Um projeto é definido neste estudo como um empreendimento especial, diferente e único, com objetivos muito claros, alcançados de acordo com um plano pré-determinado e sob condições de prazo, custo, qualidade e risco [6]. Desta forma, considera-se o planejamento da obra, como a parte primordial na execução de um projeto.

Uma das ferramentas utilizadas para auxiliar o planejamento orçamentário na construção do planejamento orçamentário na construção, tem sido a gestão de escopo, onde através dela, são desenvolvidas, etapas como a definição do orçamento, compras, gestão de pessoal, comunicação, dentre outras, sendo considerada pela maioria dos autores, como uma excelente ferramenta para os gestores. Portanto, deve-se priorizar suas ações e monitorar o progresso do serviço, comparando o estágio atual da obra com linhas de base, permitindo que providências sejam tomadas em tempo hábil quando algum desvio é detectado [8].

É possível adotar uma compreensão mais detalhada do planejamento, através das definições destacadas pelos autores abaixo.

Um processo por meio do qual se estabelecem objetivos, discutem-se expectativas de ocorrências de situações previstas, veiculam-se informações e comunicam-se resultados pretendidos entre pessoas, entre unidades de trabalho, entre departamentos de uma empresa e, mesmo, entre empresas (p.18) [9].

O planejamento de projetos pode se atrelar à seleção de roteiros que irão direcionar o melhor caminho para o aprimoramento dos processos existentes, para os quais o controle pode auxiliar a tomada de decisão por meio de seu banco de dados.

Alguns autores salientam que seguir o planejamento definido inicialmente, não tem sido uma tarefa fácil, uma vez que o controle Homem-Hora (hora/pessoa) também tem a funcionalidade de verificar se o plano tem sido executado conforme esperado ou não, e rastrear as tarefas que não estão sendo executadas por determinado motivo [1]. Hoje o planejamento se tornou um dos principais pilares de qualquer empresa de engenharia, uma vez que auxiliam na percepção de que os investimentos em gestão e controle são inevitáveis, pois sem um planejamento detalhado e rigoroso para facilitar a gestão dos projetos, as empresas perdem de vista suas principais métricas: prazos, custos, lucro e qualidade, como mencionado acima [6].

A fase de planejamento envolve o desenvolvimento de um plano que serve de guia para a sua implementação de determinado projeto. O produto desta fase contém especificações, cronogramas, orçamentos e diretrizes de gerenciamento de desenhos, materiais, equipamentos e técnicas de execução. À medida que a concorrência se intensifica, a necessidade de mão de obra especializada e uma melhor gestão de processos ressalta a importância do planejamento e da inovação tecnológica na execução de serviços com maior produtividade e qualidade [10].

O planejamento afeta diretamente diferentes departamentos da organização, principalmente o financeiro [9]. Diante disto, surge a necessidade de realização de um orçamento adequado para que os objetivos do

projeto sejam alcançados sem que haja fortes impactos tecnológicos.

Na maioria das vezes, os setores de engenharia tendem a apresentar um certo questionamento quanto a função do engenheiro como profissional dentro de uma obra. Neste sentido, entende-se que este profissional está engajado em questões técnicas como a projeção, planejamento, gerenciamento, e supervisão de um projeto de construção civil [8].

Com base no referido autor ainda, os engenheiros no processo de planejamento de uma obra, além da estrutura física, serão responsáveis por outros aspectos como financeiros, o tempo e recursos investidos na construção deste empreendimento, que dizem respeito ao custo final e viabilidade financeira do mesmo [8].

O orçamento é uma das primeiras coisas que um empresário ou proprietário de imóvel deseja saber ao desenvolver um projeto, seja ele com fins lucrativos ou não. Sabendo que a construção em si envolve gastos significativos, o orçamento revela-se uma ferramenta importante se for devidamente elaborado, pois determina se o projeto é viável, levando assim ao seu sucesso. Pelo contrário, se não houver preparação suficiente, poderá afetar todo o plano de trabalho e até deixar de executá-lo ou mesmo concluí-lo [2].

Além de estimar o custo de execução do projeto, o processo orçamentário tem diversas outras finalidades, como planejamento de compras, avaliação de métodos de execução, tamanho da equipe, estabelecimento de metas de desempenho operacional (taxas de produtividade e consumo), a avaliação econômica e a viabilidade financeira do projeto [11].

Diante dos principais conceitos de orçamento, destaca-se a definição atribuída a esta ferramenta na construção conceituando-a:

O orçamento é um estudo do custo total ou parcial de um projeto. Esse custo equivale ao valor correspondente da soma de todos os gastos necessários para execução do mesmo. Todo orçamento apresenta-se como uma

previsão, por esse motivo é um valor aproximado, por mais cuidadoso e cauteloso que seja elaborado o orçamento ele não tem que ser exato, porém precisa seguir uma linha de base correta tendo uma boa precisão. O orçamento, portanto, dará uma ideia do valor correspondente de um projeto, quanto mais criterioso for feito, menor e a margem de erros (p.17) [6].

O orçamento se relaciona à previsão do custo da obra antes de sua execução, sendo conceituado como a previsão dos custos e/ou a determinação do preço dos serviços a serem executados [12]. Ou seja, um orçamento é o resultado das quantidades de serviços previstas e planejadas necessárias para executar um trabalho.

Tendo em vista a sua divisão, começando pelas estimativas de custos, orçamentos preliminares, orçamentos analíticos. Os três primeiros itens geralmente são preparados antes do início da obra. A escolha do tipo de orçamento a utilizar dependerá da situação em que o projeto é adequado ou do estágio do projeto. O último tipo pode ser considerado o mais importante, principalmente para empresas do ramo da construção que visam as disputas por licitações públicas [8].

Para elaborar um orçamento é necessário seguir alguns passos de trabalho, e o processo de preparação deve ser o mais detalhado e criterioso possível, pois quanto mais específico for o orçamento, mais útil será como referência para a execução. Além de estarem mais próximos dos valores reais, os resultados estarão mais perto dos objetivos planejados no começo da obra [6].

A importância do plano orçamentário na construção civil tende a se tornar relevante para a viabilidade econômica, devida a necessidade de estratégia quanto aos pilares que compõem o seu ciclo de vida, apresentado na Figura 1.

Figura 1 – Ciclo de vida de um projeto



Fonte: [21].

2.2. Construção portuária *Offshore* e o seu desenvolvimento

Ao longo dos anos, a área de engenharia tem apresentado um processo de evolução, por meio de novos métodos e processos tecnológicos, impactando assim o crescimento de obras em diversos setores, como o portuário. A ascensão da indústria naval brasileira ocorreu no período colonial, sendo reproduzidas formas naturais e artesanais do artesanato nativo e formas tradicionais europeias, especialmente portuguesa; como artesanato e manufatura, que continuam presentes até os dias atuais [12]. Desta forma, segundo a SEP, (A Secretaria de Portos da Presidência da República) o Brasil tem 8.500 quilômetros navegáveis de costa e seu setor portuário transporta anualmente cerca de 700 milhões de toneladas das mais diversas mercadorias, sendo que só os portos respondem por mais de 90% das exportações. A SEP administra atualmente 34 portos públicos marítimos, sendo 18 deles administrados diretamente pelas Companhias Docas, sociedade de economia mista cujo acionista majoritário é o governo federal [13].

Uma vertente da construção civil que sempre seguiu esse caminho é a realizada em plataformas de extração de petróleo em alto mar. Nesse caso, a chamada construção civil *Offshore*, envolve mais variáveis de controle do que a construção civil tradicional, como o tipo de material utilizado e o prazo de entrega desse material a bordo do navio ou plataforma. A manutenção regular das instalações civis,

como quartos, refeitórios, banheiros e ginásios, é extremamente importante para o funcionamento geral desta plataforma [13].

Os produtos básicos da construção naval e de engenharia *Offshore*, são basicamente navios e sistemas marítimos para exploração e produção *Offshore*, de petróleo e gás, doravante denominados "sistemas marítimos". Estes são produtos feitos sob encomenda, de alto valor, complexidade razoável e uma variedade de tipos e tamanhos [15].

Para estabelecer a compreensão das obras portuárias, torna-se necessário compreender o conceito de porto. Um porto é uma área afastada de ondas e correntes, geralmente à beira de um oceano, lago ou rio, onde os navios ficam atracados, contando com pessoal e dos serviços necessários à carga, descarga e armazenamento temporário de cargas, bem como as suas instalações [16]. Levando em conta a movimentação de pessoas e cargas em torno de setores portuários e, em alguns casos, terminais dedicados à acomodação de passageiros [15].

A construção portuária vem crescendo ao longo de diversos países do mundo, vindo a valorizar cada vez mais como referências os países asiáticos.

A revista especializada *Offshore Magazine*, WORLDWIDE disponibilizou, em 2019, uma base de dados anual vinculada a um mapa da atual construção *Offshore*, em todo o mundo, indicando informações importantes sobre a indústria, incluindo: áreas de plataformas a serem exploradas; proprietários de ativos de plataformas, o operador (também conhecido como afretador e quando as atividades são planejadas e concluídas. De acordo com dados de 2019, a liderança dos estaleiros asiáticos na construção *Offshore*, está bem documentada, representando aproximadamente 67% do mercado, em comparação com os 225 FPSOs existentes a nível mundial [17].

Um dos fatores mais importantes no processo de construção portuária é atrelado a localização. A construção portuária é uma indústria cujo desempenho é extremamente

sensível a fatores relacionados à localização. Por um lado, a seleção do local tem efeitos econômicos e logísticos de empresas individuais. Por outro lado, existem fatores relacionados com a concentração geográfica das organizações da indústria marítima, especialmente dos estaleiros navais, que introduzem o que pode ser chamado de economia centralizada. A indústria da construção naval tende a estar geograficamente concentrada em quase todas as regiões ou países de produção [18].

Ao implementar um projeto portuário, enfatiza-se que o mesmo deve estar em um ambiente que desempenhe funções específicas. Sendo este caracterizado por condições ambientais, marinhas e terrestres. Sendo assim, a combinação dos fatores acima determina o caráter e a forma do trabalho que deverá ser adotada na sua construção [13].

Figura 2 – Construção Portuária Offshore



Fonte: [22].

No entanto, apesar da sua expansão e crescimento no mercado brasileiro e no mundo, um dos principais pontos de destaques deste estudo está vinculado às dificuldades e desafios existentes na elaboração do orçamento e planejamento inicial.

2.3. Elaboração de orçamento para construção de um projeto

Quando se trata de um empreendimento na construção civil, o tripé apresentado no capítulo anterior nos leva a percepção da

necessidade de um olhar mais detalhado do custo da obra, através do levantamento da base orçamentária.

Existem diversas concepções da definição de um projeto, sendo elas “um orçamento pode ser definido como a determinação dos gastos necessários para a realização de um projeto, de acordo com um plano de execução previamente estabelecido, gastos esses traduzidos em termos quantitativos” [9]. Ainda nesta linha de raciocínio, reafirma-se ainda, que o orçamento deve atender aos objetivos que definem o custo de execução de cada atividade, servir de base para a receita da empresa executora do projeto e também servir de referência para benefícios de recursos para execução e fornecer informações técnicas confiáveis para melhorar a empresa ou responsável pela execução [19].

Apesar da apresentação de seus conceitos, existem diversos questionamentos acerca da sua elaboração, tanto na pessoa ou profissional competente capaz de executá-lo.

A maioria das pessoas tem uma compreensão limitada do que um engenheiro civil faz. O sentido mais óbvio é que esse profissional está engajado em questões técnicas como projetar, gerenciar, supervisionar e executar trabalhos. Contudo, além da manifestação física de uma estrutura ou sistema projetado, outros aspectos precisam ser considerados, como o dinheiro, o tempo e outros recursos investidos na construção de um edifício, ou seja, o custo de construção [6].

A engenharia de custos é o campo da engenharia que estuda custos utilizados na construção de uma obra ou trabalho. É o ramo da engenharia que estuda métodos de estimativa, alocação e gerenciamento dos recursos financeiros necessários à implementação de projetos. Além disso, como salientam os autores acima mencionados, as questões relacionadas a estimativa de custos na avaliação econômica são resolvidas através de princípios, procedimentos, condições e informações obtidas ao longo do processo [20].

A elaboração do orçamento faz parte da engenharia de custos, que afeta diretamente a elaboração e construção do projeto, a viabilidade técnica e econômica, a análise, o diagnóstico, a previsão e tudo o que envolve estimativa, planejamento e previsão relacionado ao estágio do negócio [6]. Com base nessas informações, afirma-se ainda que todo orçamento vem apresentado em forma de previsão, sendo por este motivo um valor aproximado, por mais cuidadosa que seja a sua preparação.

Como mencionado anteriormente, a existência de três tipos de orçamentos na etapa de elaboração do planejamento *Offshore*, cada um deles é mais adequado a uma situação específica, ou seja, a escolha correta de qual tipo de orçamento realizar dependerá de qual situação o projeto se enquadra, ou da etapa correspondente em que se encontra [6]. Com base nesses principais tipos de orçamentos, Santos [20]:

- a) *Estimativa de Custos: Avaliação de custos obtida pela análise da visão do projeto em relação ao canteiro de obras, com base nos custos históricos e comparando com projetos semelhantes. Também pode ser baseado em índices de mercado conhecidos;*
- b) *Orçamento Inicial: define custos adicionais e é obtido avaliando os valores do número máximo de insumos envolvidos no emprego e estudando os preços de mercado. Geralmente é usado a partir do projeto original da obra;*
- c) *Análise de Orçamento: um teste de preço altamente preciso, obtido pela construção detalhada do custo de todos os serviços. É muito próximo do valor real do negócio (p.15) [20].*

Buscando estender a compreensão dos principais tipos de orçamentos, segue abaixo a sua composição na figura 3.

Figura 3 - Tipos de Orçamentos

TIPO DE ORÇAMENTO	FASE DO PROJETO	MARGEM DE ERRO ADMISSÍVEL		
		IBRAOP	ICEC	TCU
Estimativa de Custo	Estudos Preliminares	30%	35%	----
Preliminar	Anteprojeto	15%	25 a 30%	30%
Sintético	Projeto Básico	10%	10 a 15%	10 a 15%
Análítico	Projeto Executivo	5%	5%	5%

Fonte: IBRAOP – Instituto Brasileiro de Auditoria de Obras Públicas, TCU e ICEC.

Fonte: [23].

3. Metodologia

O processo metodológico utilizado, para alcançar os principais resultados deste estudo, foi a pesquisa bibliográfica, mediante a revisão de literatura, em obras como artigos científicos, dissertações, revistas e publicações em sites pessoais, abordando como conteúdo principal, a construção civil *Offshore* e base orçamentária. Sendo incluídas apenas materiais bibliográficos, escritos a partir de 2005, contendo as seguintes palavra-chave “construção; orçamento e offshore”.

Após a seleção das obras e da construção da revisão bibliográfica, procedeu-se a criação de uma pesquisa de campo através do questionário da plataforma *Google forms*, buscando extrair respostas de profissionais que atuam no ramo da engenharia civil, relacionadas aos principais desafios obtidos no processo de elaboração de um orçamento *Offshore*. Diante disto, a entrevista foi realizada mediante a um questionário, contendo 9 perguntas abertas.

4. Resultados

O questionário realizado para a obtenção dos resultados teve como perfil de participantes: 4 engenheiros Civis na faixa etária de 33 a 86 anos. Sendo as perguntas e as respectivas respostas abertas apresentadas no apêndice.

Com base nos principais resultados obtidos após a realização deste questionário

aberto, obteve-se a percepção dos desafios encontrados no processo de elaboração de um orçamento de obras *Offshore*.

Ao serem questionados sobre a responsabilidade pelo planejamento e orçamento de obras na sua empresa, 75% dos entrevistados relataram serem eles mesmos, possuindo todos formação acadêmica em engenharia, porém apenas 50% tinham outro curso de especialização adicional na área de orçamento e planejamento para exercer esta função.

Quanto aos anos de atuação nesta profissão, apenas um dos entrevistados possuía menos de 20 anos de experiência. Porém apesar do vasto tempo de atuação na área, todos relataram que a diferença (em termos gerais) entre obras de construção civil tradicionais e obras portuárias *Offshore*, é atrelada a magnitude dos carregamentos e dificuldade de execução por serem as obras construídas sobre espelhos d'água. Assim como o fato de as obras tradicionais estarem localizadas em áreas comerciais, de serviço público e moradia e obras portuárias em áreas marítimas e portos. Assim como as características físicas dos ambientes onde se realizam as obras e as características do ambiente e orçamentos.

Sobre as diferenças entre o processo orçamentar e de planejamento da engenharia civil tradicional e da construção marítima e portuária. Todos os entrevistados foram expostos a uma variedade de equipamentos e tecnologias de construção. Outros entrevistados salientaram a diferença existente, atrelada aos estudos das variáveis, a caracterização do ambiente. Técnicas de construção e matéria prima com custos diferentes. Além da definição dos equipamentos necessários para a execução e montagem e plano de ataque bem elaborado.

Outro fator importante apontado pelos entrevistados foi referente ao estudo das variáveis, composição de custos e BDI, a caracterização precisa do ambiente onde a obra será executada, a logística de acesso e o conhecimento da metodologia construtivas.

Portanto, sendo uma das questões mais importantes, ao serem perguntados sobre os principais fatores que influenciam na realização de um orçamento de construção *Offshore* preciso. Assim como as principais dificuldades apresentadas para orçar uma obra portuária *Offshore*, todos os entrevistados ressaltaram em sintonia corroborando com a respostas envolvendo a ausência de um planejamento estratégico da obra, além das difíceis ferramentas de gerenciamento de materiais inerentes a construção *Offshore*.

A determinação mais precisa possível dos custos horários dos equipamentos especiais de Construção e definição correta dos prazos, inclusive daqueles dependentes de condições climáticas, foi apontada por 50 % dos autores e outros 50% indicaram a capacitação do orçamentista, apropriação dos insumos e serviços e planejamento os modelos matemáticos e em 3d necessários para a definição dos esforços a que estará submetida a obra.

5. Considerações Finais

Tendo como objetivo inicial de identificar os fatores e principais motivos que dificultam a elaboração de orçamentos no planejamento de uma construção *Offshore*. Considera-se ao final deste estudo que este tipo de construção também denominada portuária, encontra-se em via de crescimento no cenário mundial. Com isto tal processo evolutivo vem carecendo cada vez mais de investimento e planejamento orçamentário, visando o bom gerenciamento da obra.

Um porto, por ser considerado como uma área afastada de ondas e correntes, geralmente à beira de um oceano, lago ou rio, onde os navios ficam atracados, contando com pessoal e dos serviços necessários à carga, descarga e armazenamento temporário de cargas, bem como as suas instalações, requer planejamento e orçamento para que o projeto de construção seja executado de maneira eficiente e satisfatório.

O orçamento e planejamento de uma obra são de tamanha importância para a obtenção do

sucesso do projeto, seja no cumprimento dos prazos, ou na obtenção de um maior retorno financeiro, relacionado a redução de custos, assim como na busca pela manutenção dos padrões de qualidade da obra

Portanto, tendo em vista que a maioria das pessoas tem uma compreensão limitada acerca da atuação do engenheiro e as suas principais dificuldades dentro de uma obra portuária, a pesquisa realizada neste estudo, trouxe como principais resultados a percepção das dificuldades enfrentadas pelos mesmos no processo de execução do planejamento e orçamento *Offshore*, atrelando como as principais diferenças para a obras tradicionais, os tipos de equipamentos e técnicas de construção, os estudos das variáveis, a caracterização do ambiente, a matéria prima com custos diferentes. Além da definição dos equipamentos necessários para a execução e montagem e plano de ataque bem elaborado.

6. Referências

- [1] BARBOSA, Michele. *A apropriação de mão de obra (horas/homem): um dos recursos fundamentais para a composição dos orçamentos e custos na indústria naval*. Monografia Brasil escola, 2016.
- [2] PEREIRA, Cleide Rodrigues; CAMPOS, Mariana Lopes Ferreira. *Métodos para elaboração de orçamentos: estudo de caso*. Instituto Tecnológico de Caratinga - Caratinga 2014.
- [3] LOTURCO, Bruno. *Orçamento de Obra: saiba o que é aprenda a fazer sem mistério*. Portal Sienge, 2022.
- [4] SILVA, Shirley Vidal M. *Controle de Custos de Obras*. Monografia apresentada ao Curso de Especialização em Construção Civil da Escola de Engenharia da UFMG, 2009.
- [5] MATTOS, Aldo Dorea. *Como preparar orçamentos de obras: dicas para orçamentistas, estudos de caso*. São Paulo: Editora Pini, 2006.
- [6] FERREIRA, Douglas de Deus. *Planejamento e orçamento de obra: roteiro e estudo de caso de elaboração de um planejamento e orçamento de obras*. Departamento de Engenharia de Materiais e Construção, da Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais, 2019.
- [7] LAMMLE, Lucas; BULHÕES, Eduardo Manoel Rosa. *Impactos das obras costeiras na morfologia da linha de costa: O caso do Porto do Açú, São João da Barra, RJ*. I congresso nacional de Geografia Física: UNICAMP, Campinas, 2017.
- [8] MAIA, Gabriel Peixoto de Miranda Fraga. *Planejamento e Controle de Obras: com foco na melhoria do planejamento e orçamento de obras*. Engenharia Civil da Universidade Salvador. UNIFACS, 2022.
- [9] FELIPPE, Lucas. *Orçamento de obra como ferramenta de planejamento um estudo de caso*. Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia Civil da Universidade do Sul de Santa Catarina, Tubarão, 2017.
- [10] SILVA, Marize Santos Teixeira Carvalho. *Planejamento e controle de obras*. Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2011.
- [11] CARVALHO, Márcio Santana; PIMENTEL, Jayne Carla Monteiro. *Diagnóstico do processo de orçamento de obras no contexto brasileiro*. Simpósio Brasileiro de Gestão e Economia da Construção, 12, Maceió. Anais[...] Porto Alegre: ANTAC, 2021. p.1-8
- [12] MOREIRA, Marcio Ricardo Teixeira. *A Construção Naval no Brasil: Sua Gênese, Desenvolvimento e o Atual Panorama da Retomada do Setor*. 1990-2010. Tese - Florianópolis, SC, 2012.
- [13] SAKAMOTO, Beatriz Ayume. *Um estudo sobre elementos estruturais de obras portuárias*. São Paulo: UNESP - Campus de Bauru. 2012.

- [14] FONSECA, Luciano Oliveira. *Mapeamento de processo e proposição de melhorias no fluxo de material de uma empresa de construção civil offshore*. Projeto Final II apresentado ao curso de Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal Fluminense. Rio das Ostras, 2018.
- [15] SALLOUM, João Ricardo Cury. *Técnicas de Análise de Riscos Aplicadas ao Planejamento de Prazos em Projetos de Construção Naval e Offshore*. Dissertação (mestrado) – UFRJ/ COPPE/ Programa de Engenharia Oceânica. Rio de Janeiro: 2009.
- [16] CAMPOS, Neto, et al. *Gargalos e demandas da infraestrutura portuária e os investimentos do PAC: Mapeamento IPEA de obras portuárias*. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA), Brasília, 2009.
- [17] MOURA, Mário Arthur Borges de Assis. *Competitividade na indústria de construção offshore brasileira*. Salvador, Dissertação (mestrado). Universidade Federal da Bahia. Escola Politécnica, 2022. 134 f
- [18] BOTER, Rui Carlos; LAMEIRA, Pedro Igor Dias. *Construção Naval*. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (Poli-USP), Faculdade de Engenharia Naval (Fenav) da Universidade Federal do Pará (UFPA). 2019.
- [19] DOMINGO, Fred Bardini Alves; IGNÁCIO, Luís Otavio Mollon. *Planejamento e orçamento de obras residenciais de pequeno porte*. Universidade do Sul de Santa Catarina, Tubarão, 2018.
- [20] SANTOS, Aline Lopes. *Planejamento e orçamento de Obras*. Repositório: Anima educação, 2022.
- [21] BRASIL, Evelyn. *Figura 1: Ciclo de vida de um projeto*. (2023).
- [22] DUARTE, Teixeira. *Figura 2: Construção Portuária Offshore*. (2023)
- [23] IBRAOP - Instituto Brasileiro de Auditoria de Obras Públicas. *Figura 3 - Tipos de Orçamentos*, 2023.

Apêndice

Perguntas	Resposta Entrev. 1	Respostas Entrev. 2	Respostas Entrev. 3	Respostas Entrev. 4
1 - Quem é o principal responsável pelo planejamento e orçamento de obras na sua empresa?	Planejamento: Isabel Baessa, e Orçamento: Roberto Peotta.	Engenheira Civil.	O Dono da empresa.	Eu Felipe Santos e mais dois colaboradores.
2 - Qual é a formação acadêmica deste profissional?	Engenheiro Civil (Graduação).	Engenheiro Civil (Graduação e Pós-graduação).	Engenheiro Civil (Graduação).	Engenheiro Civil (Graduação).
3- Este profissional fez algum curso específico de capacitação em orçamento e planejamento para exercer esta função?	Não	Sim	Não	Sim
4 - Este profissional tem quantos anos de experiência atuando na área?	56	20	50	8
5 - Qual você acredita ser a diferença (em termos gerais) entre obras de construção civil tradicionais e obras portuárias Offshore?	Magnitude dos carregamentos e dificuldade de execução por serem as obras Offshore construídas sobre espelhos d'água	Obras tradicionais estão localizadas em áreas comerciais, de serviço público e moradia e obras portuárias em áreas marítimas e portos	As características físicas dos ambientes onde se realizam as obras	Características do ambiente e orçamentos
6 - Qual você acredita ser a diferença entre o processo de orçamentação e planejamento de obras de construção civil tradicionais e obras Portuárias Offshore?	Tipos de equipamentos e técnicas de construção diferentes	Estudo das variáveis	Caracterização do ambiente	Técnicas de construção e matéria prima com custos diferentes
7 - Quais são os principais fatores que você acredita que influenciam na realização de um orçamento de construção offshore preciso?	Definição dos equipamentos necessários para a execução e montagem e plano de ataque bem elaborado	Estudo das variáveis, composição de custos e BDI	A caracterização precisa do ambiente onde a obra será executada, a logística de acesso e o conhecimento da metodologia construtiva	Estudo de um planejamento estratégico da obra, além das difíceis ferramentas de gerenciamento de materiais inerentes a construção offshore
8 - Quais as principais dificuldades apresentadas para orçar uma obra portuária/Offshore?	Determinação mais precisa possível dos custos horários dos equipamentos especiais de Construção e definição correta dos prazos, inclusive daqueles dependentes de condições climáticas	Capacitação do orçamentista, apropriação dos insumos e serviços e planejamento	os modelos matemáticos e em 3d (realizados em laboratórios específicos), necessários para a definição dos esforços a que estará submetida a obra.	Custo dos materiais, condições climáticas e ambientais
9 - Quando você se depara com dúvidas ou incertezas na realização de um orçamento de obra offshore, a que ou quem você recorre (Livros, manuais, relatórios, artigos, outros profissionais...)? Como você acessa a estes canais?	Livros e manuais e outros profissionais	Acesso outros profissionais, depois manuais, livros...	literatura técnica é uma fonte importante de conhecimento, entretanto a experiência de outros profissionais são fundamentais. A internet, as Bibliotecas e os contatos pessoais são os canais de acesso a essas informações.	Artigos científicos e outros profissionais da área

Fonte: o autor (2023)



Análise da orçamentação dos custos com o Canteiro de Obras e a Administração local das licitações de obras públicas do Estado do Rio de Janeiro

Analysis of cost budgeting with the Construction Site and the Local Administration of public works tenders in the State of Rio de Janeiro

CASTRO, Janaina Barboza de¹; RIBEIRO, Maria Izabel de Paula².
 janainabarboza.arq@gmail.com¹; arquiribeiro@gmail.com².

¹Pós-graduanda em Planejamento, Gestão e Controle de Obras Cíveis, NPPG, UFRJ, Rio de Janeiro - RJ.

²Mestre em Engenharia de Produção - Ergonomia, COPPE, UFRJ, Rio de Janeiro - RJ.

Informações do Artigo

Palavras-chave:
 Orçamentação
 Obra pública
 Canteiro de obra

Key words:
 Budgeting
 Public work
 Construction site

Resumo:

O artigo expõe uma investigação sobre a orçamentação dos custos com o canteiro de obras e a administração local de obras licitadas pelo Poder Executivo do estado do Rio de Janeiro. Foi abordado inicialmente o conceito de orçamento e aspectos legais relacionados ao grau de detalhamento necessário do orçamento para licitações e requisitos legais específicos para montagem do preço de referência de uma obra com recursos do Tesouro Estadual. A seguir, dissertou-se sobre o que são e o que representam os itens Administração Local e Canteiro de Obras para o adequado andamento do empreendimento, expondo a importância de mensurar e discriminar tais itens na planilha orçamentária, do ponto de vista da literatura especializada e da normativa legal. São apresentados resultados averiguados a partir da análise do orçamento dos itens citados, considerando um determinado número de planilhas de obras que já tiveram a licitação homologada. A realização deste trabalho revelou resultados que permitem reflexões e estimulam o aprofundamento sobre o tema do planejamento de obras no setor público do Estado do RJ.

Abstract:

The article exposes an investigation into the budgeting of construction site costs and the local administration of works tendered by the Executive Branch of the state of Rio de Janeiro. Initially, the concept of budget and legal aspects related to the degree of detail required in the budget for bidding and specific legal requirements for setting the reference price of a work with resources from the State Treasury were discussed. Next, we discussed what the Local Administration and Construction Site items are and what they represent for the proper progress of the project, exposing the importance of measuring and discriminating such items in the budget spreadsheet, from the point of view of specialized literature and of legal regulations. Results are presented based on the analysis of the budget of the items mentioned, considering a certain number of spreadsheets for works that have already had the tender approved. Carrying out this work revealed results that allow reflections and encourage deeper understanding of the topic of planning works in the public sector of the State of RJ.

1. Introdução

A elaboração do preço de referência de uma obra a ser licitada pelo poder público é uma tarefa que exige rigor no cumprimento da legislação, no exame e na avaliação dos projetos e especificações técnicas. A planilha orçamentária da obra é um documento imprescindível, o qual deve constar como anexo do edital de licitação. Equívocos cometidos durante a sua elaboração, como erros de levantamentos dos quantitativos de serviços, avaliação imprecisa dos serviços requeridos, preços unitários não correspondentes a realidade etc., podem repercutir no andamento da obra. Em outras palavras, quando a planilha orçamentária não retrata de forma correta as etapas cronológicas da obra, seus custos e composições, há um risco aumentado de ocorrerem problemas de compatibilização dos desembolsos financeiros com o avanço físico da obra.

O trabalho se propõe a analisar o processo de orçamentação de obras públicas licitadas por órgãos jurisdicionados pelo Tribunal de Contas do Estado do Rio de Janeiro (TCE), no tocante à definição do custo do canteiro de obras e da administração local. Os cálculos que justificam as quantidades adotadas desses itens não são tão evidentes, quanto por exemplo, a determinação de outros itens da planilha, como o serviço de pintura ou o serviço de concretagem.

A metodologia adotada para atingir o objetivo deste trabalho é, em resumo, abordar o que a literatura especializada expõe sobre o processo de orçamentação dos itens canteiro de obras e administração local; explicar o processo de orçamentação considerando as orientações legais e, por fim, apresentar os resultados obtidos a partir da análise do orçamento de tais itens, considerando uma certa amostra de planilhas de obras que já tiveram a licitação homologada.

2. Orçamento de Obras

O orçamento é o produto resultante de um processo que visa estimar todos os custos envolvidos na execução de um empreendimento e a partir dessa previsão de valores, estabelecer uma margem de lucro adequada para o negócio. Esse processo denominado Orçamentação, que se utiliza de critérios técnicos bem estabelecidos, de documentos com informações confiáveis e de expertise do profissional [1], pertence ao campo de estudo da Engenharia de Custos.

A Engenharia de Custos é a especialidade que estabelece métodos e técnicas para o estudo de custos de uma obra ou empreendimento, a formação do preço destas intervenções e o controle destes custos durante sua execução. (pág. 15) [2]

Segundo Cardoso [3], além das técnicas orçamentárias, a Engenharia de Custos também abrange outras áreas de conhecimento, como análise de viabilidade, análise de investimentos, análise de riscos na construção, planejamento das construções e controle de custo.

Na Administração Pública, a contratação de obras e serviços de engenharia com preço de referência estimado acima de R\$ 100.000,00 (cem mil reais) deve proceder de um processo administrativo de licitação pública. Compõe esse processo, o Projeto Básicoⁱ assim definido pela nova legislação:

(...) 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. (inciso XXV do art. 6º) [4]

Um dos elementos obrigatóriosⁱⁱ que constituem o Projeto Básico é o orçamento detalhado do custo global da obra, fundamentado em quantitativos de serviços e fornecimentos propriamente avaliados [4].

Na jurisprudência do Tribunal de Contas da União (TCU), o Projeto Básico é interpretado como um projeto completo de engenharia, composto por todas as disciplinas necessárias para a elaboração de um orçamento detalhado da obra, sendo desejável que o orçamento contemple a planilha de quantitativos de serviços, as composições de custos unitários e o detalhamento da taxa de BDI (benefícios e despesas indiretas) e de encargos sociais [5].

Pelo estudo do aparato legal é possível concluir que o orçamento analítico ou detalhado é aquele que apresenta o grau de detalhamento necessário ao processo licitatório.

Segundo Mattos [1], o orçamento analítico apresenta uma composição de custos unitários — formada pelos insumos: material, mão de obra e equipamentos — para cada serviço da obra. Considera-se a produtividade da mão de obra, o consumo e aproveitamento de materiais e o uso de equipamentos para se determinar o quanto é gasto para executar cada um dos serviços da obra.

Para Cardoso [3], o método do custo unitário é uma das metodologias possíveis de serem aplicadas no processo de orçamentação quando se dispõe de projeto de arquitetura e de projetos de engenharia que possibilitem estudar o empreendimento em detalhes.

No âmbito da Administração Pública do Estado do Rio de Janeiro há uma regulamentação específica que estabelece regras para as contratações, em consonância com a legislação federal.

A estimativa do preço das obras e dos serviços de engenharia executados com recursos do Estado é obtida a partir da elaboração de um orçamento de referência tendo como base os custos unitários referenciais dos materiais, serviços, equipamentos e mão de obra, além do BDI, divulgados nos boletins da Empresa de Obras Públicas (EMOP) [6].

Caso não haja composição de preço referencial apurada pela EMOP que seja adequada ao serviço requerido pela obra, é

permitido adotar outras fontes oficiais de catálogo de preços da Administração Pública, como o Sistema de Custos de Obras (SCO), do Município do Rio de Janeiro, o Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil (SINAPI), da Caixa Econômica Federal, e o Sistema de Custos Rodoviários (SICRO), do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transporte. A preferência é pelos catálogos do setor público, mas a utilização de outros catálogos de preços de fontes privadas também é permitida, como as Tabelas de Composições de Preços para Orçamentos, da Editora PINI, e o Informativo SBC [6].

Em último caso, se as tabelas para elaboração dos orçamentos de referência não contemplarem, de modo adequado, os itens constantes no projeto, o preço de referência de tais itens será obtido através de pesquisa de mercado, com a consulta a, no mínimo, três fornecedores [6].

3. Tipos de Custos da Obra

Em síntese, Cardoso [3] considera que três parcelas compõem o preço final de uma obra: custo direto, custo indireto e despesas indiretas.

O custo direto é obtido a partir da análise dos projetos de arquitetura e engenharia e está relacionado aos dispêndios com materiais e mão de obra envolvidos na execução dos serviços da obra. No caso da mão de obra, apenas aquela envolvida diretamente na tarefa de manusear materiais e ferramentas (algumas vezes equipamentos) para transformar em serviço de obra, ou seja, um serviço mensurável. Por exemplo: a atividade de executar o chapisco de uma alvenaria, facilmente quantificada por metro quadrado de superfície a ser chapiscada.

Mattos [1] considera os custos indiretos aqueles que ocorrem independentemente das quantidades produzidas pela obra, não integrando os serviços de campos orçados, como o serviço de concretagem ou a execução de um revestimento.

Para Cardoso [3], embora os custos indiretos não se refiram à construção propriamente dita, eles são dispêndios imprescindíveis para montagem da infraestrutura necessária à realização da obra. São serviços ou atividades sem os quais seria impossível produzir o bem a ser construído.

Já as despesas indiretas, Mattos [1] não considera o termo como sinônimo de custo indireto. Elas estão associadas à manutenção do canteiro de obra ao longo do tempo de execução de todo o empreendimento.

O canteiro de obras, a administração local e os encargos sociais complementares integram os custos indiretos [3].

4. Canteiro de Obras e Administração Local: estimativa de seus custos

Todo orçamento baseia-se em previsões e estimativas, sendo assim impossível buscar a exatidão dos custos, porém é indispensável alcançar a precisão dos valores orçados [1].

É possível somar todas as áreas de colocação de forro indicadas nos desenhos por tipo e relacioná-las por ambiente numa planilha para estimar o custo total do serviço com precisão. Já os dados para a apuração do custo de implantação e manutenção do canteiro de obras, assim como o seu gerenciamento não podem ser extraídos diretamente dos projetos, memoriais descritivos e especificações técnicas através de um levantamento de quantitativos.

A seguir, vamos conhecer que despesas são essas e quais são as orientações para estimá-las sob a ótica normativa.

4.1 Na Interpretação de Especialistas

Os dispêndios referentes à implantação do canteiro de obras estão relacionados às atividades pertinentes para fornecimento de água e de energia elétrica ao canteiro, a construção de áreas de vivência preconizadas pela NR nº 18 [7] (sanitários, vestiários, alojamento, lavanderia, refeitório, área de lazer), além do escritório da obra, oficinas e

depósitos de materiais e ferramentas. Com a estrutura pronta, cabe mencionar outros gastos mensais do canteiro, como aluguel de equipamentos e mobiliário do escritório, contas de consumo de água e luz, despesas administrativas, limpeza etc.

O projeto do canteiro de obras depende de fatores como a quantidade de materiais a serem consumidos, a velocidade de consumo desses materiais e a correspondente quantidade de operários necessários a execução dos serviços. Além disso, o processo construtivo escolhido, equipamentos essenciais e finalmente, o prazo de construção [3].

O canteiro de obras também requer uma estrutura de apoio à produção: equipamentos de transporte vertical e horizontal (elevadores, guias etc.), equipamentos de circulação horizontal e vertical (andaimes suspensos, andaimes fachadeiros etc.) e equipamentos de transporte horizontal (carrinho de mão, girica, caminhão Munk etc.) a depender do porte da obra [8].

Quando da implantação de um canteiro de obras, para sua administração, deve-se prever o equilíbrio entre as demandas de trabalho, o treinamento e a avaliação de desempenho, a remuneração e os benefícios, sempre visando à qualidade de vida no canteiro (...) (pág. 155) [8]

Dada a importância da qualidade de vida no cotidiano de trabalho num canteiro de obras, apontada por Qualharini [8], é possível imaginar a relevância do gerenciamento do canteiro para o sucesso da obra. A administração local do canteiro representa uma parte significativa do custo indireto da obra, o qual precisa ser muito bem avaliado.

Para Cardoso [3], a administração local é um item que depende de diversos fatores, como o valor da obra, as particularidades de cada empresa e as facilidades que a mesma dispõe, porém é um item facilmente mensurável.

Em relação ao processo de orçamentação propriamente dito, é indispensável a verificação da coerência dos itens orçados,

incluindo as métricas adotadas, por isso a planilha orçamentária precisa ser a mais detalhada possível na previsão dos insumos para implantação do futuro canteiro. Devem estar disponíveis as memórias de orçamento e de cálculo necessários à execução dos serviços de apoio, estoque de materiais e à implantação das instalações provisórias [8].

Para uma avaliação correta do custo do canteiro de obras, é necessário dispor, pelo menos, de um anteprojeto do canteiro com a identificação e quantificação das áreas de estocagem, de produção, de vivência, de escritórios e das demais atividades do trabalho. [3].

Já no tocante à orçamentação da parte relativa à administração local, Cardoso [3] sugere que os custos da administração local sejam analisados e os itens discriminados em planilhas próprias a partir das especificidades da obra, e, quando necessário, deve ser acrescentado também relatório explicativo e justificativo.

Trata-se de uma boa prática listar os custos com o pessoal da equipe de administração da obra (equipe dirigente, segurança do trabalho, técnicos de edificações, estagiários, encarregados, apoio administrativo etc.), além de demais despesas indiretas do canteiro, em vez de adotar taxas tabeladas que não representam com fidelidade os gastos efetivos [3].

4.2 Na Normativa da Administração Pública

É importante destacar que, na fase preparatória da licitação, o órgão público, ao elaborar o orçamento para compor o projeto básico, não conhece a licitante que se sagrará vencedora. Tal fato, implica desconhecer a localidade da empresa, e por consequência também não saber a distância entre a sede da empresa e o local da obra (informação necessária para os cálculos de mobilização e desmobilização do canteiro de obras); desconhecer o plano de ataque da obra (o plano pode variar em função da expertise da empresa contratada); desconhecer os métodos gerenciais referentes à administração local do

canteiro (a depender das particularidades da contratada); desconhecer o projeto do canteiro de obras (a depender do plano de ataque da obra e da expertise da empresa contratada).

Assim, no processo de orçamentação para licitação de obras públicas, o órgão de controle externo da esfera federal orienta aos gestores públicos:

No dimensionamento do canteiro de obras, bem como no levantamento de seus custos, devem-se levar em conta a implantação, o número e o tamanho das edificações e instalações provisórias para o uso da administração da obra, os quais devem ser objeto de um projeto específico, conforme o tipo de construção considerado, de acordo com as necessidades levantadas na programação da obra e no atendimento do número de seus usuários. Os custos com implantação das edificações do canteiro podem ser avaliados para efeito de orçamento, por metro quadrado (m²) de construção tipo, ou por unidades autônomas existentes no mercado. (pág. 68) [5]

Em relação aos custos com à administração local da obra, o TCU entende que tais custos podem ser quantificados e discriminados por meio de contabilização de seus componentes e que, portanto, devem constar na planilha orçamentária como custo direto. O mesmo entendimento alcança os custos de mobilização/desmobilização e de instalação e manutenção do canteiro de obras. É vedada a inclusão de tais itens no BDI como simples percentual [5].

Ressalta-se que a Lei de Licitações e Contratos Administrativos é uma lei federal a qual toda a administração pública direta (inclusive autarquias e fundações) de todas as esferas de governo (federal, distrital, estadual e municipal) está obrigada a cumprir e que as orientações sobre licitações e contratos dos tribunais estaduais devem estar em consonância com as orientações do TCU [9].

No Rio de Janeiro, nos procedimentos para licitação de obras, os órgãos estaduais devem observar:

Ainda que adotado o regime de execução por empreitada por preço global, necessária a

especificação da composição dos custos unitários (...) [10]

Serão disponibilizadas para todos os licitantes as memórias de cálculo dos quantitativos dos serviços planilhados, possibilitando a estes visualizar com clareza os quantitativos estimados. Os quantitativos de cada serviço deverão ser previstos por unidade/ambiente e por pavimentos, na forma do relatório de obra, totalizando os quantitativos dos serviços planilhados. [11]

Em relação à proposta de preço dos concorrentes da licitação:

(...) na planilha orçamentária todos os itens deverão ser objeto de composição detalhada, especificando os preços unitários e quantidades de materiais, mão de obra, equipamentos, despesas indiretas e/ou quaisquer outros insumos que tenham sido considerados por ocasião da fixação do preço unitário. [11]

Desta forma, os profissionais responsáveis pela elaboração do orçamento das obras do governo estadual devem consultar e priorizar o uso do catálogo de preços fornecido mensalmente pela EMOP. Os itens para administração local, mobilização, desmobilização e instalações provisórias são considerados custo direto da obra [12].

Os itens do canteiro de obras estão agrupados na Categoria 02 do catálogo, distribuídas em 10 famílias:

- Tapumes e Barracões;
- Aluguel de Contêineres;
- Aluguel de Banheiro Químico Portátil;
- Galpões;
- Cerca Protetora de Vala;
- Ligações Provisórias;
- Identificação e Sinalização de Obras Públicas;
- Gabarito de Passagem em Via Pública;
- Sinalização Preventiva e
- Repintura de Placa.

Cada família dispõe de diversas composições de preços unitários prontas para aplicação na montagem do orçamento. Para o barracão da obra, há a seguinte orientação:

O critério de escolha do projeto tipo, será determinado pelo Setor de Orçamento em conjunto com o responsável pela elaboração do projeto. (pág. 5) [12]

As composições de preços unitários dos itens referentes à estrutura de apoio à produção do canteiro estão agrupadas na Categoria 19 - Aluguel de Equipamentos e outros itens na Categoria 05 – Serviços Complementares, nas seguintes famílias:

- Andaimos, Plataformas, Escadas e Torres de Madeira;
- Proteção de Fachadas e de Transeuntes;
- Andaimos Metálicos;
- Passarela Metálica para Andaime Tubular;
- Cadeira Suspensa (Balancim) e
- Montagem, Desmontagem e Movimentação de Andaimos, Usinas e Teleférico de Obra.

Ressalta-se que, para a correta apuração dos custos com andaimes e aluguel de contêineres/banheiro químico, a orientação é complementar o orçamento com outras composições de custos referentes à carga e descarga dessas unidades na obra e ao transporte da locadora até a obra (Categoria 04 – Transportes) [12].

As despesas indiretas do canteiro de obras estão agrupadas num item específico (05.100.0900-0) da Categoria 05 – Serviços Complementares, que considera:

(...) consumo de água, telefone, energia elétrica, materiais de limpeza e de escritório, computadores, licença de obra, móveis e utensílios, ar condicionado, bebedouro, ART, RRT, fotografias, uniformes, diárias, exames médicos admissionais periódicos e demissionais, cursos de capacitação/treinamento e demais itens que complementem as despesas necessárias, exclusive despesas com subsídios em

alimentação e transporte de pessoal. (pág. 2) [12]

O valor referente às despesas indiretas do canteiro fica limitado a 5% do valor total dos itens listados na administração local. As despesas consideradas poderão ser explicitadas separadamente no item de administração local da planilha orçamentária, substituindo, portanto, esse percentual, desde que não o ultrapasse [12].

Já para a apuração do custo da administração local da obra, há itens específicos disponíveis no catálogo referente a profissionais (Categoria 05 – Serviços Complementares) e veículos (Categoria 04 – Transportes).

O impacto financeiro esperado para os itens associados à administração local é tabelado [12]. (Anexo A)

A tabela apresenta valores referenciais para a verificação da adequabilidade das planilhas orçamentárias. Se a obra necessitar de custos de administração local que ultrapassem os percentuais, deverá existir comprovação técnica [12].

O catálogo não esclarece como apresentar a justificativa que comprove tecnicamente a necessidade de utilizar valores acima dos percentuais máximos da tabela.

É importante mencionar que o valor apurado para a administração local servirá como base de cálculo para quantificação do número de unidades de referência (UR) do item 05.100.0900-0 a ser informado na planilha, ou seja, do item relativo à composição específica para complemento de despesas dentro do canteiro de obras. Por exemplo:

Tabela 1 – Base de Cálculo das Despesas Indiretas

Custos - descrição	Resultantes
Total dos itens listados da administração local	R\$ 100.000,00
Despesas indiretas do canteiro (*)	R\$ 5.000,00
Valor do item 05.100.0900-0 (**)	R\$ 100,00
Quantidade de UR (***)	50 UR
Custo da Administração Local (****)	R\$ 105.000,00
(*) % máximo sobre o custo total da administração	

local = 5%
 (**) Valor publicado no Boletim Mensal de Custos do item 05.100.0900-0
 (***) Determinação da quantidade de UR do orçamento: **Despesas Indiretas ÷ Valor do item 05.100.0900-0**
 (****) Valor final constante na planilha orçamentária:
Itens listados + Despesas indiretas

Fonte: EMOP [12]

Os subsídios em alimentação, transporte, café da manhã e cesta básica (os encargos complementares obrigatóriosⁱⁱⁱ) devem ser orçados através dos itens próprios e separados da administração local. Os custos com encargos complementares devem aparecer discriminados na planilha orçamentária (como custo direto), porém não devem ser analisados dentro dos limites estabelecidos para administração local indicados na tabela do catálogo [12].

Nas composições dos itens relativos aos encargos complementares, a quantificação é em unidades (para alimentação, transporte e café da manhã) e unidades x mês (para cesta básica). O catálogo não indica critérios para estimar o número de operários da obra nem o critério de medição.

As despesas com uso de EPI e o emprego de ferramentas (pá, picareta, carrinhos, equipamentos de mão etc.) estão consideradas através de percentual aplicado sobre a mão de obra das composições unitárias de custos dos serviços [12].

5. Análise dos editais de obra

A escolha dos editais para análise realizou-se de forma aleatória, mas procurando abranger a diversidade de órgãos presentes na estrutura administrativa do Poder Executivo do Estado do RJ. A amostra contemplou 32 editais de obras de 15 órgãos distintos elencados na tabela do Anexo B.

As licitações que compõem a amostra ocorreram entre os anos de 2017 e 2022 e todas são licitações homologadas, ou seja, todos os atos do procedimento licitatório foram aprovados pela Administração Pública

e estão portanto, aptos a produzir os efeitos jurídicos cabíveis.

Entre os documentos do edital, a ênfase do estudo foi a Planilha Orçamentária e a Memória de Cálculo. Quanto aos custos com a implantação do Canteiro de Obras e as despesas com Administração Local verificou-se:

- a) a presença dos custos relativos aos itens que compõem a instalação de um canteiro de obras na planilha orçamentária e os critérios adotados para estimar as áreas de vivência e depósitos na memória de cálculo;
- b) a presença dos custos relativos à manutenção mensal do canteiro e da demonstração da base de cálculo;
- c) a presença dos custos relativos aos equipamentos de apoio à produção;
- d) a demonstração da adequabilidade do percentual relativo à administração local;
- e) a presença dos custos relativos aos encargos complementares obrigatórios e o critério adotado para estimar o quantitativo de mão de obra direta.

5.1 Averiguação dos resultados

Primeiramente, é importante registrar que o documento Memória de Cálculo não estava presente como um dos anexos em 17 editais (53%), portanto em desacordo com a orientação dada pela PGE desde janeiro de 2017. Além disso, em nenhuma licitação constava o projeto tipo do barracão da obra.

a) Áreas de vivência, depósitos e oficinas:

O aluguel de contêineres próprios para escritório (módulo com um sanitário) e para banheiros (módulo sanitário-vestiário) é a solução mais adotada: 21 obras (66%) e 19 obras (59%), respectivamente. Em 7 licitações (22%), o custo com o escritório da obra não foi computado e em 13 licitações (41%) não constam os vestiários/sanitários dos operários, sendo que na obra nº 24 foi incluído apenas o custo com um banheiro de 2 m² (1 vaso e 1 chuveiro). Já na obra nº 27, a composição de custo utilizada não prevê chuveiro.

O refeitório dos operários é citado apenas na obra nº 6. Nas demais, pode-se considerar que o local de refeição está contemplado no custo do barracão da obra (construção com paredes e piso de tábuas de madeira e cobertura de telhas de fibrocimento) ou que os operários recebem vale alimentação para almoçar em estabelecimentos próximos à obra.

O almoxarifado, ambiente de acesso restrito para guarda de materiais e utensílios de valor considerável, não está presente em 12 obras licitadas (38%). A planilha das obras nº 8, 14, 17 e 27 prevê somente o custo com um galpão aberto para oficinas e depósitos, portanto sem controle de acesso. A composição utilizada não contempla porta ou paredes, somente a cobertura.

Os serviços da obra nº 20 são: construção de cortina atirantada (209 m²), solo grampeado (440 m²) e reconstituição de passeio público (108 m²) num prazo de 6 meses. Na planilha orçamentária, o canteiro da obra tem apenas um único barracão de 12 m² para acomodar escritório, sanitários e depósitos. Não há custo previsto para os vestiários de operários.

Na planilha orçamentária da obra nº 24 é previsto o custo com um barracão de 50 m² e o custo com 01 banheiro de 2 m² (1 vaso e 1 chuveiro), mas a composição utilizada para o barracão não contempla instalações hidrossanitárias ou janelas, portanto não foram previstos locais adequados para o escritório da obra, vestiários e refeitório dos operários. O mesmo equívoco ocorre com a planilha das obras nº 25, 28 e 29, sendo que nesta nenhuma instalação hidrossanitária está contemplada.

Nas obras nº 3, 10, 15, 21 e 22 não há nenhum custo com a instalação de áreas próprias de um canteiro na planilha.

Os critérios adotados para estimar o tamanho das áreas de vivência e das áreas de guarda de materiais, ferramentas ou oficinas, não constam em nenhuma licitação.

Para dimensionamento da área do escritório, Qualharini [8] sugere 3 m² por funcionário.

A obra n° 2 prevê uma equipe de administração de 15 pessoas e um escritório de 13 m² (0,87 m² por pessoa); no escritório da obra n° 7, a relação é de 4 funcionários em 26 m² (6,5 m² por pessoa) e na obra n° 8, a relação é de 5 funcionários em 65 m² (13 m² por pessoa).

Para o dimensionamento das instalações sanitárias é importante estimar o quantitativo de mão de obra. Esta informação está presente somente em 07 licitações (22%).

A NR n° 18 [7] preconiza, no mínimo, 1 vaso sanitário para cada grupo de 20 trabalhadores ou fração e 1 chuveiro para 10 trabalhadores ou fração.

A obra n° 16 estima 70 operários por mês (1 vaso sanitário para cada 24 trabalhadores e 1 chuveiro para cada 18); na obra n° 19 (45 operários), a relação é 1 vaso sanitário para cada 12 trabalhadores e 1 chuveiro para cada 12; na obra n° 23 (20 operários), a relação é 1 vaso sanitário para cada 3 trabalhadores e 1 chuveiro para cada 5; e a obra n° 30 (170 operários), a relação é 1 vaso sanitário para cada 43 trabalhadores e 1 chuveiro para cada 22.

Nos cálculos para estimar o quantitativo de mão de obra direta, as obras n° 16, 26 e 30 partem do seguinte parâmetro: o custo desta mão de obra representa 40% do custo direto total da obra. Já a obra n° 24 adota 14% para o mesmo parâmetro. Em seguida, calcula-se o custo total de um pedreiro durante todo o prazo da obra. Dividindo o custo total da mão de obra direta pelo total do custo de um pedreiro, estima-se o número de operários por mês da obra.

O Índice PINI de Custos de Edificações (IPCE RJ) dos dois primeiros meses de 2022 indicava que o custo com a mão de obra representava cerca de 48% do custo global da obra [13]. A referência de preços das planilhas das obras n° 24 e 26 é deste mesmo período.

O custo com a ligação provisória de água e de luz do canteiro está ausente em 14 planilhas (44%) e 13 planilhas (41%), respectivamente.

b) Manutenção mensal do canteiro:

O custo para pagamento das despesas mensais do canteiro não está previsto na planilha de 13 licitações (41%).

c) Equipamentos de apoio à produção:

O custo com tapumes e andaimes está contemplado em quase todas as planilhas. A obra n° 11 prever a instalação de 43.000 m de cabeamento (adequação elétrica), instalação de forro, pintura, remoção de telhas e reparo na cobertura, entre outros serviços. Esta obra não contempla nenhum custo com equipamentos.

d) Administração Local:

Os custos com a remuneração da equipe e com meios de transporte são discriminados em 26 planilhas orçamentárias (81%), portanto não se adotou o percentual fixo tabelado.

Quanto à verificação da adequabilidade do percentual da tabela, em apenas 02 editais (6%) é realizada, de acordo com a orientação do Boletim Mensal EMOP. Nos demais, portanto, não é demonstrado qual é o maior valor: se o percentual fixo da tabela ou se o somatório total apurado com o detalhamento de cada custo da administração local.

A obra n° 28 não teve o custo com a administração local incluído no orçamento.

Na obra n° 25, o custo previsto com a equipe dirigente (1 arquiteto + 1 mestre de obra) no local, só permite a sua permanência por cerca de 4h por dia, sendo que o responsável técnico menos de 2h.

Nas obras n° 13, 15 e 18, o custo com o profissional responsável pela obra (arquiteto/engenheiro) é previsto por prazo inferior ao prazo de execução e nas obras n° 1 e 22 não é previsto responsável técnico habilitado.

c) Encargos Complementares:

Custos não previstos na planilha de 16 licitações (50%) e parcialmente previstos em 11 licitações (34%). Parcialmente, porque o café da manhã e/ou a cesta básica são os únicos itens faltantes.

Todos os custos incluídos (alimentação, vale transporte, café da manhã e cesta básica^{iv} mensal) apenas em 05 planilhas (16%).

6. Considerações Finais

As orientações para montagem do orçamento da obra a ser licitada pelos órgãos do Estado estão previstas na legislação pertinente e no Boletim EMOP, portanto as informações têm a mesma procedência e estão disponíveis para todos. No entanto, a pesquisa apontou a adoção de procedimentos heterogêneos na apuração dos custos com a administração local e a necessidade de aprimorar o conhecimento e o planejamento das áreas que compõem o canteiro das obras. Outra observação importante, é a falta de questionamento por parte dos licitantes sobre a orçamentação de tais itens da planilha disponibilizada pelo órgão.

Ainda que em sua maioria, o regime de contratação adotado foi o preço unitário (66%) e que aditivos contratuais sejam permitidos, a provisão adequada de receitas para a execução das obras no prazo estipulado é fundamental para uma gestão eficiente da verba pública.

Como propostas para futuros trabalhos sugere-se:

A ampliação da amostra estudada, a fim de incluir editais publicados pelos municípios fluminenses, que em sua maioria, com exceção da capital, fazem uso também do Boletim EMOP. É importante registrar que há repasses de recursos financeiros do Estado para os municípios cujo objeto é a execução de obras, ficando a cargo desses, a responsabilidade pela licitação;

A verificação da pertinência dos percentuais e faixas de valores da tabela da

administração local contida no Boletim EMOP. Ressalta-se que os catálogos públicos de preços da esfera federal (SINAPI e SICRO) não apresentam valores tabelados para o cálculo da administração local e que a orientação do TCU é o detalhamento dos itens que a compõem na planilha orçamentária;

Um estudo sobre como é a metodologia utilizada para o planejamento do prazo de execução da obra pelos órgãos estaduais, tendo em vista que das 20 obras da amostra (editais publicados até fevereiro de 2022), a maioria já teve o prazo inicial prorrogado;

E por fim, sugere-se uma pesquisa mais detalhada a fim de investigar o planejamento das obras estaduais e que possa beneficiar-se da presença de um órgão já existente na estrutura administrativa do Poder Executivo, o Instituto Estadual de Engenharia e Arquitetura (IEEA) — o qual compete, o assessoramento e consultoria a qualquer órgão estadual, nas áreas de gerenciamento, coordenação e supervisão de projetos de engenharia relativos às obras e serviços públicos — para aperfeiçoar, se for o caso, a gestão de obras públicas do Estado do Rio.

7. Referências

- [1] MATTOS, Aldo Dórea. *Como preparar orçamentos de obras*. 1.ed. São Paulo: Editora Pini, 2006.
- [2] CEF. Caixa Econômica Federal. *SINAPI: Metodologias e Conceitos: Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil*. 8.ed. Brasília: Caixa, 2020.
- [3] CARDOSO, Roberto Sales. *Orçamento de obras em foco*. 4.ed. São Paulo: Editora Oficina de Textos, 2020.
- [4] BRASIL. *Lei nº 14.133*, de 1º de abril de 2021. Lei de Licitações e Contratos Administrativos. Diário Oficial [da] União, Brasília, DF, 1º abr. 2021.
- [5] TCU. Tribunal de Contas da União. *Orientações para elaboração de planilhas*

- orçamentárias de obras públicas*. Brasília: 2014.
- [6] RIO DE JANEIRO. *Decreto nº 46.642*, de 17 de abril de 2019. Regulamenta a fase preparatória das contratações no âmbito do Estado do Rio de Janeiro. Diário Oficial [do] Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, 18 abr. 2019.
- [7] SEPRT. Secretaria Especial de Previdência e Trabalho. *Portaria SEPRT nº 3.733*, de 10 de fevereiro de 2020. Aprova a nova redação da Norma Regulamentadora nº 18 - Segurança e Saúde no Trabalho na Indústria da Construção. Diário Oficial [da] União, Brasília, DF, 11 fev. 2020.
- [8] QUALHARINI, Eduardo Linhares. *Canteiro de obras*. 1.ed. Rio de Janeiro: Editora Elsevier, 2018.
- [9] TCU. Tribunal de Contas da União *Súmula nº 222*. As Decisões do Tribunal de Contas da União, relativas à aplicação de normas gerais de licitação, sobre as quais cabe privativamente à União legislar, devem ser acatadas pelos administradores dos Poderes da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios. Brasília, 1994. Disponível em <https://portal.tcu.gov.br/lumis/portal/file/fileDownload.jsp?fileId=8A8182A25753C20F0157679AA5617071&inline=1>. Acesso em: 19 dez. 2022.
- [10] PGE. Procuradoria Geral do Estado. *Resolução nº 4.814*, de 15 de fevereiro de 2022. Altera disposições das minutas-padrão de editais de licitação nas modalidades concorrência e tomada de preços relativas ao regime de execução, na forma que menciona. Diário Oficial [do] Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, 18 fev. 2022.
- [11] PGE. Procuradoria Geral do Estado. *Minuta padrão concorrência obras*. Rio de Janeiro: jan. 2022. Disponível em: <https://pge.rj.gov.br/entendimentos/minutas-padrao/01-editais-modalidades-comuns>. Acesso em: 07 set. 2022.
- [12] EMOP. Empresa de Obras Públicas do Estado. *Sistema EMOP de Custos Unitários: Catálogo de Referência*. 13.ed. Boletim Mensal de Custos, Rio de Janeiro, fev. 2022.
- [13] PINI. *Índices e Custos*. São Paulo, fev. 2022. Disponível em: <https://tcpoweb.pini.com.br>. Acesso em: 19 dez. 2022.

8. Anexos e Apêndices

ANEXO A

Tabela para verificação da adequabilidade do valor total estimado para os itens associados à Administração Local

Tipos de obras	Percentual de Administração Local inserido no Custo Direto		
	Até R\$ 150.000,00	Entre R\$ 150.000,00 e R\$ 1.500.000,00	Acima de R\$ 1.500.000,00
Construção de edifícios	8,87%	6,23%	3,49%
Construção de rodovias e ferrovias	10,68%	6,99%	1,98%
Construção de redes de abastecimento de água, coleta de esgoto e construções correlatas	10,89%	7,64%	4,13%
Obras portuárias, marítimas e fluviais	9,09%	7,48%	6,23%

Fonte: [12]

ANEXO B
Relação de editais de obras analisados

Obra	Edital	Valor^(*)	Data	Órgão
1	Pregão Eletrônico nº 220/2017	R\$ 817.559,84	16/08/2017	UERJ
2	Concorrência nº 01/2018	R\$ 16.812.379,21	04/06/2018	PGE
3	Tomada de Preços nº 01/2018	R\$ 610.715,57	23/10/2018	PGE
4	Pregão Eletrônico nº 116/2019	R\$ 820.758,01	27/03/2019	UERJ
5	Tomada de Preços nº 01/2019	R\$ 1.961.543,12	17/10/2019	UERJ
6	Concorrência Pública nº 001/2019	R\$ 4.475.370,17	09/12/2019	FAETEC
7	Pregão Eletrônico nº 001/2020	R\$ 4.668.169,92	10/11/2020	EMOP
8	Concorrência Pública nº 014/2020	R\$ 6.577.510,99	02/03/2021	DER-RJ
9	Concorrência Pública nº 003/2021	R\$ 977.356,43	22/04/2021	FAETEC
10	Concorrência nº 0001/2021	R\$ 2.361.437,99	03/08/2021	SEPLAG
11	Concorrência Pública nº 003/2021	R\$ 2.104.606,38	20/09/2021	UENF
12	Tomada de Preços nº 002/2021	R\$ 606.345,13	25/09/2021	SEPM
13	Tomada de Preços nº 005/2021	R\$ 1.356.285,60	07/10/2021	FUNARJ
14	Concorrência nº 018/2021	R\$ 4.582.751,92	18/10/2021	CEHAB
15	Tomada de Preços nº 01/2021	R\$ 1.394.833,11	18/10/2021	ITERJ
16	Concorrência nº 06/2021	R\$ 4.814.837,49	16/11/2021	SEINFRA
17	Concorrência Pública nº 004/2022	R\$ 16.914.638,85	29/12/2021	DER-RJ
18	Pregão Eletrônico nº 014/2021	R\$ 4.485.000,00	28/01/2022	EMOP
19	Concorrência Pública nº 001/2022	R\$ 7.340.997,38	22/02/2022	SES
20	Concorrência Pública nº 14/2022	R\$ 2.215.161,90	24/02/2022	SECID
21	Tomada de Preços nº 01/2022	R\$ 472.392,18	10/03/2022	PGE
22	Concorrência Pública nº 001/2022	R\$ 659.103,47	17/03/2022	FAETEC
23	Concorrência nº 010/2021	R\$ 20.111.254,30	04/04/2022	CEHAB
24	Concorrência Pública nº 34/2022	R\$ 2.949.226,85	19/04/2022	SECID
25	Concorrência Pública nº 01/2022	R\$ 375.797,20	16/05/2022	FUNESBOM
26	Concorrência nº 019/2022	R\$ 51.020.729,37	26/05/2022	SEINFRA
27	Tomada de Preços nº 002/2022	R\$ 3.297.138,47	27/05/2022	FUNARJ
28	Concorrência Pública nº 02/2022	R\$ 1.139.162,45	27/05/2022	FUNESBOM
29	Concorrência Pública nº 002/2022	R\$ 8.243.144,58	02/06/2022	UENF
30	Concorrência nº 009/2022	R\$ 16.573.887,98	06/06/2022	SEINFRA
31	EMOP-RJ nº 007/2022	R\$ 17.994.870,00	01/07/2022	EMOP
32	EMOP-RJ nº 006/2022	R\$ 7.395.000,00	12/07/2022	EMOP

Obs.:

UERJ - Universidade do Estado do Rio de Janeiro
PGE - Procuradoria Geral do Estado
FAETEC - Fundação de Apoio à Escola Técnica
EMOP - Empresa de Obras Públicas do Estado do RJ
DER-RJ - Fundação Departamento Estadual de Estradas de Rodagem
SEPLAG - Secretaria de Estado de Planejamento e Gestão
UENF - Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro
SEPM - Secretaria de Estado de Polícia Militar
FUNARJ - Fundação Anita Mantuano de Artes do Estado do RJ
CEHAB - Companhia Estadual de Habitação do RJ
ITERJ - Instituto de Terras e Cartografia do Rio de Janeiro
SEINFRA - Secretaria de Estado de Infraestrutura e Obras
SES - Secretaria de Estado de Saúde
SECID - Secretaria de Estado das Cidades
FUNESBOM - Fundo Especial do Corpo de Bombeiros

(*) Valor orçado pela Administração Pública, exceto o das obras 18, 31 e 32, as quais o preço de referência da licitação não foi divulgado no edital. Nestas obras, o valor refere-se ao preço proposto pela licitante vencedora, portanto o valor final do certame licitatório homologado.

Os processos administrativos eletrônicos das licitações estão disponíveis para consulta pública no sítio eletrônico: <http://www.fazenda.rj.gov.br/sei/>.

ANEXO C

Ficha de Análise de Editais (obra nº 29)

EDITAL Nº: Concorrência Pública nº 002/2022	PROCESSO ADMINISTRATIVO Nº: SEI-260009/001876/2022	ÓRGÃO: UENF	DATA: 02/06/2022
OBJETO: Obra de reforma das coberturas dos prédios principais localizados no Campus da UENF, em Campos dos Goytacazes – RJ			
REGIME DE EXECUÇÃO: Empreitada por preço global	PRAZO DA OBRA: 6 meses	PREÇO DE REFERÊNCIA: R\$ 8.243.144,58	
OBSERVAÇÕES: Serviços da obra: demolições (alvenarias, pisos e revestimentos), escavações, reaterro, alvenaria, revestimentos, instalação de aparelhos de ar condicionado, instalações hidráulicas, cobertura (estrutura e telha), impermeabilizações.			

A. CANTEIRO DE OBRAS

1. Memória de Cálculo:
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Estimativa das áreas do canteiro: <i>sem informação sobre os critérios adotados.</i> ➤ Estimativa do quantitativo de mão de obra: <i>sem informação sobre os critérios adotados.</i> ➤ Despesas com a manutenção do canteiro: <i>sem informação sobre os critérios adotados.</i>
2. Planilha Orçamentária:
2.1 Áreas de Vivência / Depósitos Barracão de obra (20 m ²).
2.2 Despesas Indiretas (manutenção do canteiro)
➤ Custo unitário inserido: () SIM (X) NÃO
2.3 Equipamentos (apoio à produção)
➤ Custos unitários inseridos: <i>custos não inseridos.</i>
OBSERVAÇÕES: Somente o custo unitário com a ligação provisória de luz do canteiro inserido.

B. ADMINISTRAÇÃO LOCAL DA OBRA

1. Memória de Cálculo:
Adequabilidade do % fixo da tabela <i>não</i> verificada.
2. Planilha Orçamentária:
2.1 Apuração do Custo Aplicação do percentual de 7% sobre o total do custo dos serviços da obra.
2.2 Encargos Complementares
➤ Custos unitários inseridos: () SIM (X) NÃO
OBSERVAÇÕES: Não há detalhamento de cada item com o respectivo custo unitário. Sem informações na planilha e na memória de cálculo. Para a obra em questão a tabela prever 3,49%.

FONTE: <https://www.compras.rj.gov.br>

ⁱ De acordo com a Lei nº 14.133/2021, a Administração Pública é dispensada da elaboração de projeto básico quando a execução da obra ou serviço for pelo regime de contratação integrada.

ⁱⁱ Exceto nos regimes de contratação integrada e contratação semi-integrada, de acordo com a Lei nº 14.133/2021.

ⁱⁱⁱ De acordo com a Convenção Coletiva de Trabalho registrada no Ministério do Trabalho e Emprego sob nº RJ000789/2015 e demais convenções posteriores devidamente registradas.

^{iv} De acordo com a Convenção Coletiva de Trabalho nº RJ000789/2015 e demais convenções posteriores, a cesta básica é devida aos beneficiários do trabalhador somente em caso de falecimento dele. Sobre a obrigatoriedade de cesta básica mensal, a autora não teve retorno do questionamento realizado por e-mail ao setor jurídico do Sinduscon Rio.



Aplicação de Ferramentas do Lean Construction no Gerenciamento de Empreendimento da Construção Civil

Application of Lean Construction Tools in Civil Construction Project Management

RODRIGUES, Renan¹; CONFORTE, Márcio²

renanbrodrigues@gmail.com¹; marcioconforte@gmail.com²

Especialização em Planejamento, Gestão e Controle de Obras Civis, NPPG/Poli/UFRJ

Informações do Artigo

Palavras-chave:
Gerenciamento de Obras
Lean Construction
Ferramentas Enxutas

Key words:
Construction management
Lean Construction
Lean Tools

Resumo:

O presente artigo tem como objetivo a apresentação e proposição das melhorias e benefícios que podem ser desenvolvidos através da utilização das ferramentas da construção enxuta (“Lean Construction”), no gerenciamento dos serviços críticos de um empreendimento unifamiliar. A metodologia proposta para obtenção de tais resultados foi pautada primeiramente em pesquisas bibliográficas, a fim de compor todo o embasamento teórico e em seguidas pesquisas documentais para se obter as informações necessárias para realizar um estudo de caso e aplicar os conhecimentos adquiridos inicialmente. O desenvolvimento do trabalho mostrou o quão vantajoso pode ser o conhecimento e utilização de novas filosofias na construção civil, deixando de lado o padrão que sempre foi imposto no setor. A abordagem do artigo sucedeu no estudo da filosofia da construção enxuta, que por meio da implementação de suas ferramentas no gerenciamento dos serviços críticos de um empreendimento unifamiliar, mostrou-se fundamental para a otimização dos processos.

Abstract:

This article aims to present and propose improvements and benefits that can be developed through the use of lean construction tools in the management of critical services in a single-family development. The methodology proposed to obtain such results was based first on bibliographical research, in order to compose the entire theoretical basis and then documentary research to obtain the necessary information to carry out a case study and apply the knowledge initially acquired. The development of the work showed how advantageous the knowledge and use of new philosophies in civil construction can be, leaving aside the standard that has always been imposed in the sector. The article's approach followed the study of the philosophy of lean construction, which, through the implementation of its tools in the management of critical services in a single-family project, proved to be fundamental for optimizing processes.

1. Introdução

No âmbito da construção civil, o gerenciamento de obras, apesar de muitas vezes ser deixado de lado, consiste em uma das etapas de maior relevância dentro do sistema construtivo, o gerenciamento engloba tanto a elaboração do planejamento do empreendimento quanto o controle das atividades planejadas ao longo da execução, sendo responsável pela estruturação e organização de todos os processos construtivos.

Sendo assim torna-se perceptível que a chave para o sucesso de qualquer empreendimento consiste principalmente na realização de um gerenciamento adequado.

Em razão da importância da etapa de gerenciamento na construção civil, cada vez mais são estudadas e desenvolvidas metodologias e filosofias com o intuito de auxiliar e aperfeiçoar o planejamento e controle dos sistemas produtivos, dentre as quais se destaca a filosofia *Lean*.

A *Lean Production* surge no século XX no Japão através do Sistema Toyota de produção, que foi criado como alternativa para o setor automobilístico japonês, uma vez que o país se encontrava muito deficiente após a Segunda Guerra Mundial, com elevada escassez de recursos e uma economia bastante fragilizada. Dentro desse contexto, surge uma nova filosofia produtiva pautada na supressão dos desperdícios do processo produtivo, com o intuito de aumentar a eficiência da sua produção, produzindo exclusivamente o que era exigido pelo cliente final.

Com o sucesso do Sistema Toyota de Produção, profissionais de outras áreas de conhecimento passaram a se interessar pela filosofia *Lean Production*, entre elas a construção civil. Em 1992 Lauri Koskela realizou a publicação do trabalho “*Application of the new production philosophy to construction*”, essa publicação é considerada o marco do nascimento da *Lean Construction*, ou Construção Enxuta e o autor é considerado o precursor dessa filosofia.

Para o desenvolvimento da Construção Enxuta, Arantes [1] cita que foi necessário ter em mente as técnicas, conceitos e os princípios da filosofia *Lean*, de forma a identificar e realizar as transformações necessárias para sua utilização na indústria da construção civil.

De acordo com Howell [2], a construção enxuta é resultado da aplicação de uma nova forma de gerenciamento da construção, no qual o objetivo principal é alcançar as necessidades do cliente com o máximo de economia possível, realizando em paralelo a construção o controle sobre toda a vida útil da obra, desde o projeto até a entrega.

A Construção Enxuta é baseada em onze princípios básicos e contempla uma série técnicas e ferramentas elaboradas com a finalidade de facilitar a aplicação dos conceitos e princípios dentro dos processos.

Segundo Venturini [3], essa metodologia resulta em melhorias tanto na produção final, como também no planejamento de metas e na rotina diária de cada trabalhador, sendo possível a realização do controle e da organização individualmente.

Com base no exposto, a presente pesquisa possui o intuito de realizar um estudo aprofundado sobre os princípios e as ferramentas apresentadas pela Construção Enxuta, passando desde os conceitos iniciais da *Lean Production* até a sua adaptação a engenharia civil, e por meio dessa análise apresentar as melhorias que podem ser obtidas no gerenciamento dos serviços críticos de uma obra unifamiliar, revelando a capacidade das ferramentas apresentadas de incrementar e otimizar a execução dos serviços presentes no sistema construtivo.

2. Desenvolvimento do Texto

2.1 Metodologia

A sequência utilizada para o desenvolvimento e estruturação da pesquisa está esquematizada na figura 1.

Figura 1 – Metodologia de pesquisa



Fonte: Autor

O embasamento teórico da pesquisa foi realizado por meio da revisão bibliográfica, nesta etapa foram levantadas informações principalmente sobre os conceitos inerentes ao Gerenciamento de Obras, a origem e adaptação a engenharia da Filosofia *Lean* e os princípios e ferramentas da Construção Enxuta, todo o conhecimento foi obtido por meio de pesquisas bibliográfica, as quais foram realizadas por meio de artigos, trabalhos de conclusão de curso publicados, livros e dissertações.

Na sequência do estudo foi desenvolvida uma pesquisa documental, na qual se obteve todo material e informações necessárias para a realização do estudo de caso apresentado no capítulo 3.

2.2 Revisão bibliográfica

2.2.1 Origem da filosofia *Lean*

No início do século XX, Henry Ford chegou à conclusão de que o método de produção artesanal estava longe de ser o método ideal para produção automotiva, sendo assim ele elaborou um novo sistema de Produção em massa. Esse sistema foi inovador e se baseava na implantação de um movimento contínuo nas indústrias através de linhas de montagem, o processo era pautado na produção da maior quantidade possível do produto, objetivando a redução do preço final unitário, ou seja, buscava o aumento da qualidade e da produtividade aliada à redução do custo [1].

Em meados do século XX o Japão estava se recuperando da Segunda Guerra Mundial, por esse motivo apresentava uma economia muito fragilizada. Sendo assim, a implantação da metodologia utilizada pela Ford Motor nos Estados Unidos se tornava completamente inviável para o país. Foi nesse momento que surgiu um novo sistema, cuja filosofia era baseada na supressão dos desperdícios do processo produtivo visando o aumento da eficiência da produção, uma vez que a escassez de recursos era uma realidade. Esse sistema ficou conhecido como, Sistema Toyota de Produção e se pautava nas exigências do cliente final, realizando apenas a produção do que tinha sido solicitado pelo cliente [1].

De acordo com Lombardi [4], a filosofia *Lean Production* surge nesse contexto dando respaldo para esse novo sistema, que tem como foco principal a eliminação dos desperdícios do processo produtivo.

Arantes [1] ressalta que o grande arquiteto e impulsionador do Sistema Toyota de Produção, Taiichi Ohno, realizou a classificação dos desperdícios em sete categorias:

1 - Movimentos desnecessários

É por definição qualquer movimento realizado por um operário que não acrescente valor. Como exemplos desses movimentos podem ser citados a procura por ferramentas de trabalho e a contagem de peças.

2 - Defeitos

Quando são produzidos produtos com defeitos, são necessárias medidas corretivas ou até mesmo o retrabalho, com isso ocorre a necessidade de mais tempo de trabalho, assim como de mais mão de obra para refazer o serviço que era para estar pronto inicialmente. Nessa situação existe o desperdício de material, podendo haver reclamação do cliente que recebe o produto em estado defeituoso.

3 - Desperdícios de transporte

Todos os meios de transporte utilizados no sistema devem ser adequados à carga em questão.

4 - Superprodução

O excesso de produção, ou seja, realizar a produção em desacordo com a demanda do cliente caracteriza um grande desperdício. São gerados custos administrativos, custos com transportes, gasto de matérias primas sem necessidade e necessidade de espaço físico para armazenar o produto.

5 - Espera

A espera deve ser eliminada do processo, seja ela por equipamentos, por materiais, entre outros. Como exemplo pode ser citado um trabalhador espera que outro serviço termine para que ele possa realizar o seu.

6 - Estoque

Possui relação direta com a superprodução, o excesso de produtos produzidos necessita ser armazenado em algum local, o que soma custos de espaço, equipamentos adicionais, tempo e transporte.

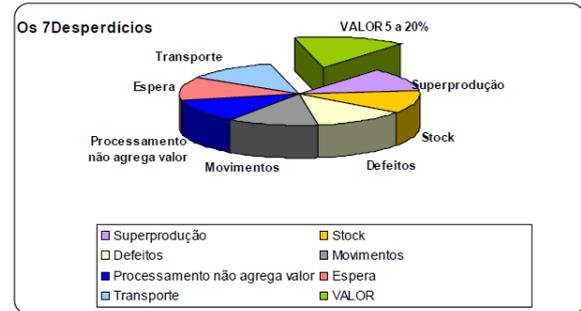
7 - Processamento que não agrega valor

A tecnologia aplicada de maneira errada ou um layout pobre de espaço podem representar desperdícios inseridos no processamento do próprio serviço. A realização de inspeções e manutenções são exemplos de desperdícios.

Arantes [1] afirma ainda que de acordo com Taiichi Ohno, englobando todos os desperdícios existentes no sistema de produção representam um valor de 80% a 95% dos custos e tempo de um processo produtivo. Essa afirmação é resumida e ilustrada em um gráfico, onde também se encontra a representação das atividades que agregam valor no sistema produtivo, possuindo uma porcentagem entre 5% e 20%.

A figura 2 exemplifica, por meio de um gráfico circular, a porcentagem de cada um dos sete desperdícios vigentes dentro do processo produtivo.

Figura 2 - Os desperdícios do sistema produtivo



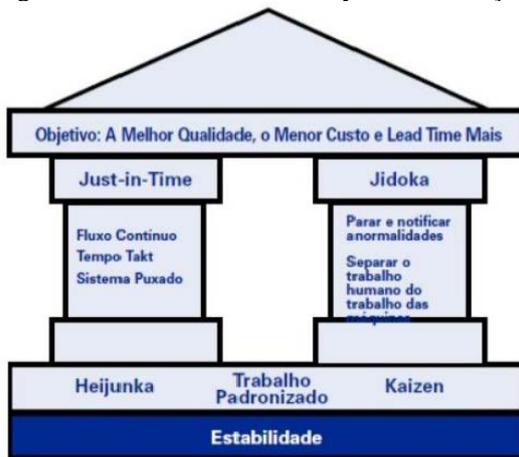
Fonte: Arantes [1]

Segundo Lombardi [4] para que os desperdícios fossem evitados, foram definidos dois conceitos básicos: o de Automação e o Just in time. O primeiro conceito foi elaborado objetivando eliminar a produção de produtos defeituosos, para isto foram instalados dispositivos ditos inteligentes nas máquinas, denominados “poka yoke”, cuja função era interromper a produção assim que fosse identificado algum problema de fabricação, assegurando a qualidade dos produtos produzidos. Além de eliminar a produção de produtos defeituosos, esse conceito resultou em duas principais melhorias para o processo: na possibilidade da identificação do erro cometido para que o mesmo seja retificado e também possibilitou o aumento da produtividade da mão de obra, permitindo que um trabalhador que era responsável pela operação de uma máquina ficasse responsável por diversas, necessitando dar atenção apenas para as que acusassem problemas.

Já o conceito de Just in time de acordo com Lombardi [4], foi elaborado com base na inversão do processo produtivo. De modo que a produção só era iniciada após a solicitação do cliente, sendo o processo caracterizado pelo fluxo contínuo, sem interrupção e produção para estoque. Foi realizado também um rearranjo físico na fábrica, fazendo com que a disposição das máquinas fosse realizada de acordo com o fluxo de produto, com o intuito de otimizar todo o processo e não cada etapa individualmente. Foi desenvolvido um método para fornecer operacionalidade ao sistema, o método kanban (quadro de sinalização), onde era indicado o quanto e

quando era necessário produzir. A figura 3 exemplifica os dois pilares do sistema Toyota.

Figura 3 - Pilares do Sistema Toyota de Produção



Fonte: Lean Institute Brasil [5]

2.2.2 Adaptação da filosofia *Lean* à engenharia

A indústria da construção é um ramo que perdura há muitos séculos, suas técnicas e procedimentos estão radicados desde períodos anteriores a análise científica [6].

Ainda segundo a explicação de Koskela [6], no cenário pós Segunda Guerra, uma grande quantidade de países se encontrava em situações de calamidade e com a economia em profundas crises, por esse motivo buscou-se o melhor entendimento sobre diversos setores de produção e entre eles estava o setor construtivo, esse setor foi analisado de modo a compreender os principais problemas existentes, visando à evolução no processo e consequentemente a redução dos custos.

Nesse contexto de acordo com Arantes [1], surge no Japão uma solução inovadora no setor automobilístico, o Sistema Toyota de Produção baseado na filosofia *Lean Production*. Os resultados obtidos através da aplicação dessa nova filosofia foram tão surpreendentes e eficientes que despertou o interesse de outras áreas produtivas, como por exemplo, a área construtiva.

Arantes [1] ainda ressalta que por se tratar de uma filosofia, a *Lean Production* era fundamentada em bases culturais e não em

normas que restringissem sua utilização ao setor automobilístico. Sendo assim foi sendo estudada a aplicação das suas características em outros setores de produção, uma vez que os processos possuem distinções e peculiaridades. Foi necessário ter em mente as técnicas, conceitos e os princípios da filosofia, de forma a identificar e realizar as transformações necessárias para sua utilização na indústria da construção civil.

Após uma série de pesquisas, análises e reflexões surgiu a *Lean Construction*, que foi um modelo proveniente dos estudos e adaptações da *Lean Production* para o âmbito da construção civil. O marco fundamental dessa nova ideologia ocorreu na publicação do trabalho de Koskela em 1992 – *Applications of the new production philosophy to construction* [1].

De acordo com Moura [7], a *Lean Construction* apareceu em território brasileiro na década de 90, com sua ideologia sendo disseminada pelos professores Formoso e Heineck em duas reuniões do *International Group for Lean Construction (IGLC)*, uma em São Paulo e outra no Rio Grande do Sul.

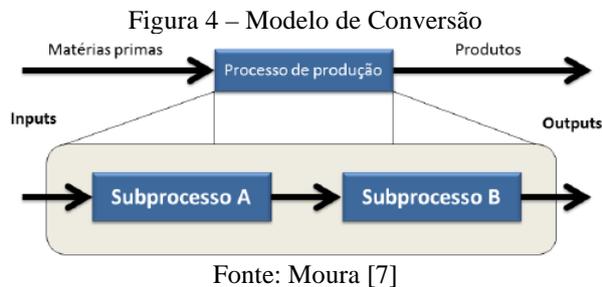
2.3 Construção enxuta

2.3.1 Princípios

Segundo Howell [2], a construção enxuta é resultado da aplicação de uma nova forma de gerenciamento da construção, no qual o objetivo principal é alcançar as necessidades do cliente com o máximo de economia possível, realizando em paralelo a construção o controle sobre toda a vida útil da obra, desde o projeto até a entrega.

O modelo tradicional e dominante na construção civil é caracterizado por Arantes [1], como modelo de conversão e elucida a produção como uma série de atividades que realizam a conversão das matérias primas existentes em produtos intermediários ou finais. O mesmo cita como exemplo de matérias-primas os materiais utilizados em uma construção, como a areia e a brita, os produtos intermediários seriam as alvenarias e estruturas e os produtos finais seriam as edificações finalizadas.

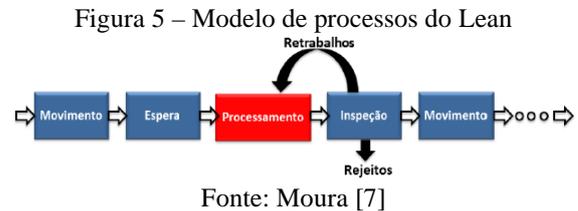
O modelo de conversão também é denominado por Koskela [6] como o modelo tradicional de produção que se baseia na transformação de *inputs* (matéria prima) em *outputs* (produtos), esse modelo é representado esquematicamente pela figura 4.



Koskela [6] considera esse modelo falho e insuficiente para a construção, e por isso realiza algumas considerações para destacar algumas falhas cometidas pelo sistema. Segundo ele o primeiro equívoco ocorre no não atendimento dos requisitos do cliente, fazendo com que sejam produzidos produtos em excesso e inadequados. Outro equívoco destacado é o foco exclusivo no controle e busca de melhorias apenas para os subprocessos (atividades de conversão), deixando de lado as atividades de não conversão, as quais na maioria dos processos geram grandes perdas e limitam a melhoria da eficiência global. E o último equívoco destacado é a não consideração de atividades que fazem parte do fluxo-físico, entre as atividades de conversão, por mais que elas não agreguem valor ao sistema de produção, em determinados casos são responsáveis por uma grande parcela de custos para o sistema, como por exemplo, o fluxo de materiais e de trabalhadores.

Visto isso, Koskela [6] propõem um novo modelo de processo para a *Lean Construction*, no qual se consideram as atividades que geram valor ao processo, as atividades de conversão, e também são consideradas as atividades de fluxo (movimento, inspeção e espera) que não agregam valor ao processo, mas por sua vez são de suma importância para a melhoria dos índices de desempenho dos mesmos, na figura

5 esse novo modelo proposto por Koskela é exposto onde as atividades de fluxo se encontram em azul e as de conversão em vermelho.



Assim realizando um planejamento pautado no processo de fluxos, será possível identificar os motivos que originam problemas para o sistema, permitindo a execução mais eficiente de planos de melhoria [1].

Na figura 5 é apresentado um quadro aonde segundo Moura [7], Koskela realiza comparações entre a filosofia convencional da construção civil (Modelo de conversão) e a nova filosofia apresentada (Modelo de processo da Construção Enxuta).

Figura 6 – Comparação modelos

	Filosofia Convencional de Produção	Nova Filosofia de Produção
Conceito de Produção	Produção consiste em conversões de atividades; todas atividades agregam valor	Produção consiste em conversão e fluxo; existem atividades que agregam valor e que não agregam valor
Foco de Controle	Custo das atividades	Custo, tempo e fluxo de valor
Foco de Melhorias	Aumentar a eficiência pela implementação de novas tecnologias	Eliminação ou supressão das atividades que não agregam valor, aumento da eficiência das atividades que agregam valor através de melhorias contínuas e novas tecnologias

Fonte: Moura [7]

Segundo Botelho [8], essa nova filosofia foi elaborada com o intuito de aperfeiçoar um modelo ultrapassado de construção, fazendo com que sua implementação esteja ligada diretamente com a aplicação de novos conceitos, técnicas inovadoras e seus próprios princípios.

Moreira e Bernardes [9] ainda complementam o pensamento sobre a *Lean Construction* citando que através da aplicação dos princípios definidos por Koskela em 1922, esse modelo possui um grande potencial de melhora na eficácia e eficiência

de todos os processos dentro de um sistema de produção.

Os onze princípios propostos para reger o gerenciamento do processo construtivo desse novo modelo, de acordo com Koskela [6]:

I. A redução das atividades do processo construtivo que não agregam valor

Existem as atividades que agregam valor, que são as de conversão de material ou de informação, e as que não agregam valor, que são atividades que necessitam de espaço, recursos e tempo, porém não acrescentam valor ao produto. Com base na experiência Koskela conclui que as atividades que agregam valor ao produto representam apenas de 3 a 20% dos processos, o restante da contribuição remete as atividades que não agregam valor. Com essa análise Koskela salienta que a redução das atividades que não acrescentam valor ao produto não pode ser realizada sem que antes seja analisada a relação dessas atividades com as demais etapas do processo, uma vez que existem algumas atividades que não agregam valor ao cliente, porém geram valor para os clientes internos, como por exemplo, a prevenção de acidentes, a parte contábil e o planejamento.

Arantes [1] reforça a importância de não seguir o princípio de maneira simplista, devido ao fato de existirem atividades que a princípio não acrescentam valor ao cliente final, contudo possuem grande importância para a eficiência global do conjunto, tendo como exemplo a formação dos trabalhadores.

II. O aumento do valor do produto final por meio da consideração sistemática das exigências dos clientes

Koskela ressalta que para cada processo existem dois tipos de clientes, o cliente final e as próximas atividades. Ao se realizar um projeto devem ser identificados os tipos de clientes referentes a cada etapa do processo e em seguida devem ser levantadas suas exigências de maneira a considerá-las no projeto do produto e também no gerenciamento dos processos, agregando valor ao produto final e evitando retrabalhos.

III. A redução da variabilidade

De acordo com Koskela existem dois motivos para realizar a diminuição da variabilidade do processo, primeiro na visão do cliente um produto uniforme é melhor, uma vez que a qualidade final do produto corresponderá a padrões previamente estabelecidos. O segundo motivo fundamenta-se no fato da variabilidade do processo tende a aumentar o volume de atividades que não agregam valor e também o tempo necessário para a execução do produto final.

IV. A redução do tempo de ciclo

Formoso [10] define esse princípio como sendo proveniente da filosofia *Just in time*, onde o tempo de ciclo é obtido por meio da soma dos tempos decorridos durante produção de determinado produto, são eles os tempos de inspeção, transporte, espera e processamento. Sua aplicação está ligada diretamente com a necessidade de redução do tempo disponível, como meio de forçar a eliminação das atividades de fluxo.

V. A simplificação do processo através da diminuição do número de passos ou etapas

Para Formoso [10] esse princípio se baseia na correlação entre o número de etapas e atividades realizadas durante um processo e a existência de atividades que não acrescentam valor, de maneira que quanto maior for o número de etapas do processo, maior será a tendência de se encontrar atividades que não acrescentam valor. Esse aumento de atividades que não agregam valor decorre do aumento da variabilidade existente fazendo com que a possibilidade de interferência entre a mão de obra seja elevada e também na existência de tarefas auxiliares indispensáveis em cada processo.

VI. O aumento da flexibilidade de saída

Esse princípio relaciona a geração de valor a partir do processo, está vinculado com a possibilidade de modificar características dos produtos destinados aos clientes finais, sem que ocorra um considerável aumento sobre o valor dos mesmos [10].

Segundo Venturini [3] esse princípio pode ser aplicado com a diminuição do tamanho dos lotes, na utilização de mão de obra versátil e multifuncional, na personalização do produto e no emprego da flexibilidade permitida e planejada, através da utilização de sistemas construtivos que tornem possíveis a flexibilidade do produto sem grandes perdas produtivas.

VII. O aumento da transparência do processo

Arantes [1] e Formoso [10] concordam na necessidade do aumento da transparência do processo, que faz com que fique mais clara a identificação de erros na produção, possibilitando um aumento na disponibilidade de informações referentes a realização das atividades, tornando-o mais fácil de ser executado. Formoso [10] ainda complementa citando que esse ponto também pode ser utilizado como um modo de aumentar a integração e envolvimento dos trabalhadores no incremento de melhorias para o sistema.

VIII. O controle de foco no processo com um todo

Koskela [6] exprime que quando se utiliza o controle do processo de forma convencional, com foco nas etapas individuais de um processo, pode ocorrer a subotimização do sistema produtivo, uma vez que o sistema não está sendo considerado como um todo. É de extrema importância realizar a definição dos responsáveis pelo controle de cada serviço existente no processo.

IX. A introdução de melhorias contínuas no processo

Koskela [6] define os esforços realizados para diminuir o desperdício e gerar um aumento do valor do produto, como um processo iterativo, incremental e interno. O autor também cita que para atender esse princípio se torna essencial o trabalho em equipe aliado a um gerenciamento presente e participativo. O mesmo ainda propõe métodos para a institucionalização das melhorias contínuas, como por exemplo, a adoção de indicadores de desempenho, a definição de

objetivos a serem conquistados e a concessão de recompensas para equipes que demonstrarem merecimento.

X. A manutenção de um equilíbrio entre a melhoria nas conversões e no fluxo

Para Koskela [6] deve haver um equilíbrio entre as atividades de fluxo e de conversão, uma vez que as atividades estão relacionadas de forma intrínseca. As melhorias idealizadas nas atividades de conversão dependem do impacto que será gerado nas atividades de fluxo para serem implementadas, da mesma forma as melhorias visadas nas atividades de fluxo dependem do seu reflexo nas atividades de conversão.

XI. A realização do benchmarking

O último princípio é definido por Arantes [1] como sendo o método mais simples dentre os expostos, uma vez que a empresa não necessita realizar investimento interno. O Benchmarking se caracteriza por ser um procedimento de aprendizagem sobre os métodos e técnicas utilizadas nos processos por outra empresa, que possua destaque positivo no mercado. Aliando as boas práticas desenvolvida pela própria, obtidas principalmente através do princípio da melhoria continua do processo, com os pontos de destaque positivo de outra empresa é que se obtêm a competitividade da empresa.

2.3.2 Ferramentas

De acordo com Lombardi [11], as ferramentas foram elaboradas com o intuito facilitar a aplicação de conceitos e princípios referentes à Construção Enxuta.

Complementando a colocação anterior, Venturini [3] cita que o sistema *Lean* se apresenta muito flexível ao emprego de técnicas e ferramentas auxiliares. O resultado da utilização dessas ferramentas resulta em melhorias tanto na produção final, como também no planejamento de metas e na rotina diária de cada trabalhador, sendo possível a realização do controle e da organização de maneira individualizada.

Alguns exemplos das ferramentas mais difundidas são:

- Programa Cinco S (5S)

Por Mesquita [12] a ferramenta 5S foi desenvolvida com base em cinco palavras de origem japonesa: *seiri*, *seiton*, *seisou*, *seiketsu* e *shitsuke*. Essas palavras estão relacionadas ao bom senso que deve ser desenvolvido e aprimorado tanto para o crescimento pessoal do indivíduo como para o crescimento profissional. A implantação dessa metodologia está ligada diretamente com o aumento da produtividade através da adoção de medidas que zelam pela manutenção e melhoria dos processos do sistema de trabalho.

Venturini [3] define esse instrumento como sendo um programa pautado em cinco sentidos ou ações que traduzidas para a língua portuguesa, são denominadas: manter (remete a autodisciplina), classificar (remete a ordenação), padronizar (remete a saúde), separar (remete a utilização) e inspecionar (remete a limpeza).

Figura 7 – Programa 5S



<i>Seiri</i>	Senso de Utilização
<i>Seiton</i>	Senso de Ordenação
<i>Seisou</i>	Senso de Limpeza
<i>Seiketsu</i>	Senso de Saúde
<i>Shitsuke</i>	Senso de Autodisciplina

Fonte: Mesquita [12]

Na figura 7 é apresentada a correlação entre os sentidos na língua japonesa com o significado em português, e em seguida será apresentada a definição de cada uma das etapas, realizada por Arantes [1].

1. *Seiri* – para iniciar a aplicação do programa deve ser realizada a classificação dos materiais em dois grupos, os desnecessários e os necessários, de maneira a eliminar os materiais desnecessários.

2. *Seiton* – segundo passo da metodologia consiste na organização dos materiais classificados no primeiro passo,

fazendo com que ocorra a diminuição do tempo de procura aos materiais.

3. *Seisou* – em seguida deve se realizar a limpeza de tudo relacionado ao trabalho, locais, equipamentos e ferramentas. Com a limpeza se torna mais fácil de identificar os problemas existentes, permitindo a reparação imediata dos mesmos.

4. *Seiketsu* – nessa etapa devem ser explicados todos os passos anteriores para a mão de obra existente e continuar com a execução do mesmo. Dessa forma com um ambiente limpo e em constantes melhorias, os trabalhadores vão se sentir motivados a se cuidar e também a aumentar o seu desempenho.

5. *Shitsuke* – por fim na última etapa devem ser estabelecidos padrões para que os funcionários desenvolvam a autodisciplina.

- Células de produção

Conforme Arantes [1] existem processos e atividades que necessitam ser realizados por uma equipe específica de trabalhadores que possui a responsabilidade de executar corretamente a tarefa do início ao fim, evitando a interferência de outra equipe para realizar o seu serviço.

Essa ferramenta constitui-se de um arranjo onde o produto é iniciado e finalizado, sendo fundamental o trabalho em equipe. A mão de obra deve ter senso de responsabilidade obtido através da autonomia que lhes foi concedida, mantendo uma sequência produtiva ideal, evitando retrabalhos e principalmente propondo adaptações e melhorias para a otimização do processo executivo daquele serviço [1].

- TPM – *Total Productivity Maintenance*

Segundo Arantes [1], essa ferramenta foi elaborada e instituída no Japão por um fornecedor da Toyota na década de 60, basicamente a TPM (Manutenção Produtiva Total) trata a supressão dos desperdícios ocasionados pela utilização de todos os equipamentos e máquinas no processo construtivo.

Para complementar a citação Arantes [1] coloca a Manutenção Produtiva Total como sendo a ferramenta responsável pela identificação das ações que visam à conservação e a manutenção dos equipamentos e máquinas utilizados no sistema, tendo como resultado processos produtivos mais eficientes, isentos de interrupções provenientes de problemas no maquinário.

- *Jidoka*

De acordo com Arantes [1] *Jidoka* é uma das bases do Sistema Toyota de Produção e se caracteriza principalmente pelo controle de qualidade do produto. A ferramenta concede ao trabalhador responsável pelo controle das máquinas ou a própria máquina, dependendo do sistema tecnológico utilizado na produção, a autonomia suficiente para interromper o sistema produtivo assim que for identificada alguma falha.

Ao se interromper a produção consegue-se evitar a propagação de erros para o sistema produtivo, tornando o defeito visível para todos os trabalhadores que compõem a linha de produção, fazendo com que seja possível identificar a causa do problema e de maneira a evitar a sua propagação para o sistema [1].

- *Poka-Yoke*

Ferramenta ligada diretamente a *Jidoka* é pautada na ideia de que sempre existe a possibilidade da mão de obra cometer erros nos processos, sendo assim a ferramenta é responsável pela identificação e detecção de problemas vigentes dentro de atividades repetitivas dentro do sistema que dependem do armazenamento de dados. É um dispositivo que atua na identificação de defeitos nos processos existentes que irão comprometer a execução do serviço, sua utilização ideal ocorre na identificação e eliminação das falhas existentes antes que elas comprometam a qualidade do produto final, idealizando um sistema de produção perfeito, onde não existam defeitos [1].

- Operações Padronizadas

Arantes [1] menciona que visando uma padronização dos processos produtivos, devem ser realizadas modificações na parte executiva do processo. Implantando a diminuição da variabilidade e das improvisações do processo, obtendo como resultado a supressão dos desperdícios e a maior qualidade dos produtos.

- *Takt time*

Arantes [1] cita que através da execução de uma análise matemática, essa ferramenta consiste na razão entre a quantidade de tempo possível para se produzir o produto e a quantidade de produtos que será realizada. Já em uma análise conceitual pode ser entendido como o ritmo produtivo imprescindível para o atendimento da vontade do cliente. Sendo assim, o autor cita que com a utilização do *takt time* é produzido apenas o necessário para atender as necessidades impostas pelo cliente, eliminando o desperdício de tempo e de material, formando ritmos produtivos.

- *Kanban*

Segundo Alencar [13] a palavra possui origem japonesa e significa cartão. É uma técnica que funciona executando o controle das trocas de materiais entre as diferentes etapas da produção, o que torna viável a utilização do método de produção *Just-in-time*, fazendo com que a sequência produtiva seja determinada a partir do fluxo de *kanbans*, que por sua vez são deliberados por meio da venda dos produtos. O autor ainda exemplifica dois tipos de *kanbans* existentes o de produção e o de transporte.

Para a eficiência do método Arantes [1] lista quatro regras básicas: o estoque deverá ser composto apenas por produtos isentos de problemas, os produtos do estoque só deverão ser retirados quando for necessário, os *kanbans* (cartões) devem ficar nos quadros ou contentores, o fornecedor só pode realizar a fabricação de um produto que esteja em um *kanban* de produção e no número de unidades especificado.

Arantes [1] também pontua os principais objetivos: realizar a regulação dos estoques de produção entre os postos de trabalho devido às diferenças produtivas existente entre eles; promover a regulação das flutuações da procura e quantidade da produção dos postos de trabalho, de maneira a evitar a transmissão das mesmas; realizar a produção apenas da quantidade requerida no momento requerido; reduzir as flutuações de estoque de produção visando a melhoria da gestão, tendo como meta sempre o estoque zero; promover a descentralização da gestão dos processos produtivos, com o intuito de melhorar o controle existente.

É essencial de uma série de informações em cada cartão, como por exemplo, da quantidade de peça a ser fabricada e o posto de trabalho anterior e posterior daquele serviço. A coloração de cada cartão é indicativa ao nível de urgência daquele produto para o sistema produtivo [1], a figura 8 ilustra o *kanban* (quadro) deve ser posicionado em um local de fácil acesso a todos os trabalhadores, cada coluna é designada para determinado produto e a cor do cartão indica o grau de urgência daquele produto para o empreendimento.

Figura 8 – Exemplo de Quadro Kanban

Peça A	Peça B	Peça C	Peça D	Peça E	Peça F
□	□	□	□	□	□
□	□	□	□	□	□
□	□	□	□	□	□
□	□	□	□	□	□
□	□	□	□	□	□

Fonte: Graeml e Peinaldo [14]

3 Estudo de caso

Nesse momento do estudo serão apresentadas as vantagens que podem ser obtidas com a minimização dos desperdícios no gerenciamento dos serviços críticos de um empreendimento da construção civil, com a

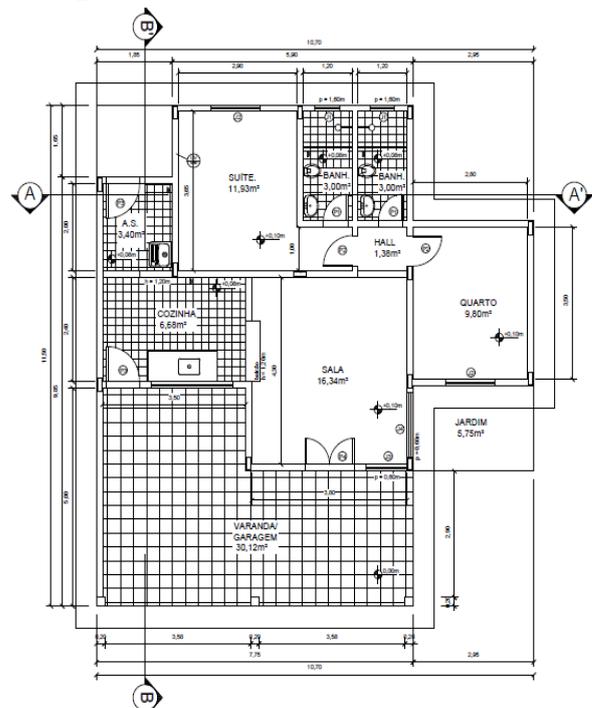
utilização das técnicas e ferramentas da construção enxuta.

Os serviços críticos do empreendimento foram selecionados por meio das informações obtidas do planejamento da obra, são elas: cronogramas, orçamento, projetos, Curva ABC, dentre outras ferramentas utilizadas. Os serviços definidos como críticos foram aqueles que dentro do processo construtivo possuem maior impacto no prazo e custo do empreendimento, dessa forma as ferramentas da construção enxuta tiveram sua aplicação direta no gerenciamento destes serviços, a fim de obter resultados mais significativos.

3.1 Residência Unifamiliar

A aplicação da metodologia proposta será na construção de uma residência unifamiliar, a planta baixa do projeto está apresentada na figura 9, o empreendimento está localizado no estado do Rio de Janeiro e possui uma área construída de 97,28 m², os cômodos são divididos da seguinte forma: sala, cozinha, área de serviço, quarto, hall, suíte, banheiro social, banheiro suíte, varanda/garagem, além de um jardim na parte externa.

Figura 9 – Planta Baixa residência uni familiar



Fonte: Autor

Conforme orçamento do empreendimento e cronogramas físico e financeiro foram identificados, dentre todas as atividades presentes em seu escopo, os serviços críticos, ou seja, aqueles serviços de maior importância da obra. Esses serviços demandam maior atenção e cuidados pois possíveis atrasos nessas atividades implicam diretamente no prazo da obra, ou seja, não existem folgas durante a sua execução, esses serviços estão listados na figura 10.

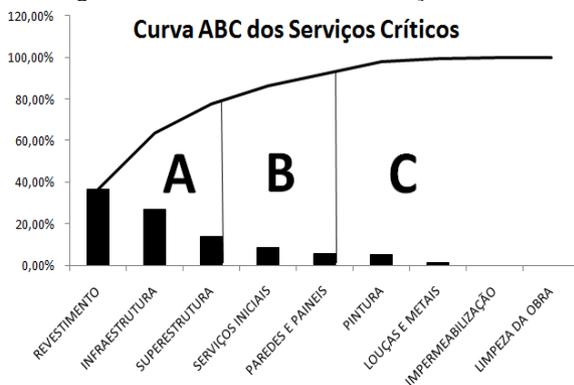
Figura 10 – Lista com os serviços críticos da obra

ITEM	DESCRIÇÃO	% SERVIÇOS	R\$
1	REVESTIMENTO	36,65%	\$45.530,05
2	INFRAESTRUTURA	27,12%	\$33.686,09
3	SUPERESTRUTURA	14,09%	\$17.498,12
4	SERVIÇOS INICIAIS	8,79%	\$10.920,45
5	PAREDES E PAINÉIS	5,80%	\$7.202,46
6	PINTURA	5,56%	\$6.903,64
7	LOUÇAS E METAIS	1,76%	\$2.185,79
8	IMPERMEABILIZAÇÃO	0,23%	\$287,53
9	LIMPEZA DA OBRA	0,15%	\$184,96
TOTAL		100%	R\$ 124.214,13

Fonte: Autor

Com o conhecimento dos serviços críticos do empreendimento, apresentado na figura 10 foi elaborada e desenvolvida a Curva ABC, representada na figura 11, a fim de identificar dentre os serviços críticos, aqueles que possuem maior relevância financeira dentro do empreendimento em análise, para que dessa forma seja possível um resultado mais significativo com a aplicação das ferramentas enxutas, uma vez que elas visam minimizar os desperdícios dos processos e conseqüentemente reduzir o tempo e custo dos serviços.

Figura 11 – Curva ABC dos serviços críticos



Fonte: Autor

Os serviços pertencentes ao quadrante A totalizaram aproximadamente 80% de importância dentro dos serviços críticos, com base nessas informações torna-se necessário um maior entendimento sobre os serviços de maior importância dentro dos serviços críticos, para que seja possível elaborar um estudo demonstrativo de como as ferramentas da Construção Enxuta podem ser aplicadas. Os serviços analisados serão os dois de maior relevância no quadrante A:

- **Revestimentos**

Esse serviço possui maior tempo de execução no empreendimento, representa aproximadamente 26% e 36% dos serviços críticos do empreendimento, totalizando um custo de R\$ 45.530,05. Eles são divididos em três tipos:

Paredes Internas e Externas: Em todas as paredes está prevista a execução de chapisco, emboço e reboco. Nas áreas molhadas será colocado revestimento cerâmico.

Pisos: Consiste na execução de contrapiso em toda construção, sendo nas áreas molhadas aplicado o revestimento cerâmico e nas áreas secas com piso porcelanato.

Tetos: Em todos os tetos está prevista a execução de chapisco, emboço e reboco.

- **Infraestrutura**

Esse serviço representa aproximadamente 19,50% da obra e 27% dos serviços críticos do empreendimento, totalizando um custo de R\$33.686,09.

Com o terreno preparado e o gabarito realizado, pode ser iniciada a parte referente a fundação da obra que será radier, a execução tem seu início com a escavação abaixo do nível do terreno para a viabilização da concretagem. Em seguida, será realizado o apiloamento das valas visando à compactação, uniformização e regularização da superfície. Posteriormente deverá ser executado um lastro de concreto sem função estrutural, servindo apenas para regularizar e proteger a superfície. Por fim, podem ser iniciadas a montagem das formas e o

posicionamento das armaduras, para que posteriormente ocorra a concretagem.

3.2 Aplicação da ferramenta

Com posse das informações fornecidas sobre os serviços críticos, tornou-se possível realizar uma análise mais detalhada sobre como as ferramentas da Construção Enxuta podem ser aplicadas nos serviços críticos. Sendo assim, com base na análise realizada foi desenvolvida uma tabela, com o auxílio do Microsoft Office Excel 2010, para cada um dos serviços críticos escolhidos, elas estão dispostas no Anexo A.

Na primeira coluna da tabela foi apresentado o serviço crítico em análise, a segunda consta a ferramenta da Construção Enxuta que foi proposta, a terceira possui dois pontos para cada serviço, no primeiro foi definida como a ferramenta em questão deve ser aplicada em um empreendimento e no segundo foi elaborada uma exemplificação prática de aplicação da ferramenta no estudo de caso. Por último, na quarta coluna são apresentados os benefícios obtidos com a utilização da ferramenta.

4. Considerações finais

O trabalho teve seu início com uma contextualização basicamente referente a duas áreas de conhecimento: a filosofia *Lean* e a construção enxuta. Em seguida, foi executada a revisão bibliográfica, com o intuito de fornecer um embasamento teórico para o trabalho. Foram apresentados os conceitos relacionados com a filosofia *Lean* e como ocorreu a sua adaptação para a construção civil. O último assunto abordado na revisão bibliográfica foi a construção enxuta, aonde foram abordados os princípios e ferramentas que compõem essa filosofia.

Considerando os conhecimentos adquiridos, em seguida, foi apresentado um estudo de caso de uma obra unifamiliar, foram destacados e descritos os serviços críticos de maior importância no custo direto do empreendimento. Prontamente, foram analisadas dentre as ferramentas apresentadas,

quais que quando aplicadas aos serviços selecionados trariam maiores benefícios.

Com os resultados obtidos chegou-se a resolução do problema da pesquisa, uma vez que foram identificados inúmeros benefícios que podem ser obtidos com a utilização das ferramentas da construção enxuta no gerenciamento de serviços críticos, como por exemplo: a redução de custos, o aumento da integração entre as equipes no espaço de trabalho, a eliminação de erros no sistema produtivo, a facilidade de identificação de anomalias, a maior organização do espaço, a diminuição de desperdícios de tempo e material, entre outros apresentados.

O trabalho desenvolvido mostrou as vantagens e benefícios que podem ser obtidos com a utilização de uma filosofia pouco difundida no Brasil, a da construção enxuta. Mediante a situação fragilizada do setor da construção civil e aos resultados apresentados, torna-se claro que o conhecimento dessa filosofia e de suas ferramentas é um diferencial no mercado de trabalho. Possibilitando a utilização de uma nova filosofia construtiva, que é pautada fundamentalmente na organização e integração das equipes para a otimização das atividades produtivas, quebrando assim os paradigmas existentes.

5. Referências

- [1] ARANTES, P. C. *Lean Construction - Filosofia e Metodologias*. Porto, Portugal, 2008.
- [2] HOWELL, G. A. *Seventh Conference of the International Group for Lean Construction*. California, Estados Unidos, 1999.
- [3] VENTURINI, J. S. *Propostas e ações baseadas nos 11 princípios Lean Construction para implantação em um canteiro de obras de Santa Maria*. Universidade Federal de Santa Maria. Monografia. Rio Grande do Sul, 2015.
- [4] LOMBARDI, R. B. *Planejamento e Controle de Obras utilizando os*

- conceitos do Lean Construction - Estudo de Caso Hotel das Nações*. Brasília, Brasil, 2014.
- [5] LEAN INSTITUTE BRASIL. *Sistema Toyota de Produção*. <https://www.lean.org.br/conceitos/117/sistema-toyota-de-producao-%28toyota-production-system---tps%29.aspx>.
- [6] KOSKELA, L. *Application of the New Production Philosophy to Construction*. Estados Unidos, 1992.
- [7] MOURA, A. *Planejamento com Lean Construction: Diretrizes para implementação da Construção Enxuta em Obras*. Natal, Rio Grande do Norte, Brasil, 2015.
- [8] BOTELHO, R. *Aplicação dos conceitos de Construção Enxuta em edifícios de Baixa Renda*. Universidade Federal Fluminense. Monografia. Rio de Janeiro, 2012.
- [9] MOREIRA, M.; BERNARDES, S. *Desenvolvimento de um modelo de planejamento de controle da produção para micro e pequenas empresas de construção*. Universidade Federal do Rio
- [10] FORMOSO, C. T. *Lean Construction: Princípios Básicos e Exemplos*. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2005.
- [11] LOMBARDI, R. B. *Planejamento e Controle de Obras utilizando os conceitos do Lean Construction – Estudo de Caso Hotel das Nações*. Faculdade de Tecnologia e Ciências Sociais Aplicadas – FATECS. Brasília, 2014.
- [12] MESQUITA, L. S. *1ª Temporada de MiniCursos: Lean Construction*. Ceará, 2012.
- [13] ALENCAR, L. B. *1ª Temporada de MiniCursos: Lean Construction*. Ceará, 2012.
- [14] GRAEML R. e PEINALDO J. *Administração da produção: operações industriais e de serviços*. Curitiba, UnicenP, 2007.

6. Anexos e Apêndices

ANEXO A

Tabela 1 – Aplicações Ferramentas Lean na Infraestrutura

SERVIÇOS CRÍTICOS	TÉCNICAS / FERRAMENTAS	MÉTODO DE UTILIZAÇÃO	BENEFÍCIOS
INFRAESTRUTURA	5S (Seiri = Utilização)	<p>. Dentro dos passos existentes no prorama 5S, o passo da utilização deve ser implementado visando a classificação dos materiais utilizados com dois objetivos possíveis: execução da estocagem de acordo com o grau de importância ou a separação em um local para descarte.</p> <p>. Uma das possibilidades de utilização é a criação de locais específicos para a eliminação de resíduos da construção, de maneira a permitir que sejam separados os materiais que devem ser descartados e os que podem ser reutilizados. Como exemplo, algumas peças da forma utilizada para a execução do radier podem ser reaproveitada com outras finalidades.</p>	<p>. Reaproveitamento de recursos; . Redução de custos; . Organização do espaço de trabalho;</p>
	TPM (Manutenção Preventiva Total)	<p>. Previsão de manutenção imediata para os equipamentos/máquinas utilizados durante a execução da obra. Deve ser garantida a presença de um equipe de manutenção na obra assim que necessário, de forma rápida. Além da existência de um plano b imediato, no caso da necessidade de substituição do maquinário.</p> <p>. Sua utilização ocorre nas máquinas utilizadas para a realização da escavação do terreno.</p>	<p>. Garantia da Produtividade; . Garantia dos Prazos estabelecidos; . Minimização do desperdício de tempo;</p>
	JIDOKA	<p>. Realização de um treinamento de qualificação da mão de obra, englobando a explicação de como devem ser realizadas as etapas produtivas e também da qualidade exigida pela construtora. Um ponto de suma importância é a concessão de liberdade e autonomia para que os trabalhadores, assim que identificarem alguma anormalidade nos procedimentos, comunicarem o responsável pelo serviço.</p> <p>. Sua aplicação pode ser exemplificada na identificação de falhas/problemas nas armaduras e fôrmas do radier existente, antes da concretagem. Como por exemplo, algum funcionário perceber e sinalizar para o responsável o deslocamento de alguma armadura posicionada ou alguma inconformidade na forma existente.</p>	<p>. Prevenção contra a necessidade de retrabalho; . Aumento da qualidade dos serviços realizados; . Maior integração das equipes de trabalho;</p>
	TAKT TIME	<p>. Com o conhecimento do prazo estabelecido pelo cronograma da obra desenvolvido, deve ser definido e adotado um ritmo para as atividades que compoem o serviço de em questão.</p> <p>. Sua utilização sucede na imposição de um ritmo construtivo nas atividades que compoem a infraestrutura: Escavação, execução da base para o radier, execução da forma, colocação das armaduras e concretagem.</p>	<p>. Fluxo contínuo das atividades produtivas; . Cumprimento dos prazos fixados; . Minimização do desperdício de tempo;</p>

Fonte: Autor

Tabela 2 - Aplicações Ferramentas Lean no Revestimento

SERVIÇOS CRÍTICOS	TÉCNICAS / FERRAMENTAS	MÉTODO DE UTILIZAÇÃO	BENEFÍCIOS
REVESTIMENTO	KANBAN	<p>. Implantação de um sistema de cartões que informe os materiais que são necessários para a execução das atividades da obra. Deve ser previsto um quadro em um local de fácil acesso para facilitar a visualização dos pedidos realizados, aonde serão informadas pelos trabalhadores a quantidade de cada material que será necessária para a execução das atividades produtivas naquele dia.</p> <p>. Pode ser aplicada no revestimento para diversos tipos de materiais, como: No revestimento das paredes e tetos - envio da argamassa para execução do emboço das paredes e tetos, envio de azulejos para revestimento das paredes das áreas molhadas, envio de argamassa colante para fixação dos azulejos nas paredes; No revestimento de pisos - envio de argamassa para a execução do contrapiso, envio de argamassa colante para a fixação dos pisos, envio de pisos cerâmicos/porcelanatos para colocação na casa e envio de sacos de rejunte para realizar o rejuntamento dos pisos colocados.</p>	<p>. Elevação do nível de organização existente no empreendimento;</p> <p>. Eliminação do desperdício de tempo e de materiais;</p> <p>. Aumento da produtividades;</p> <p>. Manutenção de um fluxo contínuo de trabalho;</p>
	CÉLULAS DE PRODUÇÃO	<p>. Realização da definição de uma equipe para a execução de uma série de atividades sub sequentes que compõem um serviços, evitando assim a transferência de responsabilidade entre diferentes equipe e promovendo uma motivação entre os trabalhadores para realizar a sua atividade da melhor maneira possível, uma vez que a atividades seguinte será realizada por ele.</p> <p>. Um exemplificação no serviço de revestimento de piso seria a destinação para a mesma equipe de trabalho para executar do contrapiso e colocar o piso, fazendo com que a equipe execute um contrapiso bem nivelado, com o propósito de evitar problemas na hora de colocar o piso. No revestimento de parede, poderia haver a destinação das atividades de emboço e pintura para a mesma equipe, fazendo com que o emboço seja realizado da melhor maneira possível, com a finalidade de evitar problemas na pintura.</p>	<p>. Aumento da qualidade dos serviços realizados;</p> <p>. Eliminação de desperdício de tempo;</p> <p>. Aumento da motivação dos trabalhadores;</p> <p>. Aumento da produtividade do trabalho executado;</p>
	5S (Seisou = Limpeza)	<p>. Dentro dos passos existentes no prorama 5S, o passo da limpeza deve ser utilizado buscando uma limpeza contínua da obra, primando pela manutenção de um ambiente limpo e organizado, criando assim um senso de responsabilidade entre os trabalhadores em relação a limpeza do ambiente de trabalho.</p> <p>. Como exemplo de aplicação no serviço de revestimento, deve ser destinado um horário diário de expediente para a realização da limpeza do ambiente de trabalho, onde a equipe de colocação de piso, por exemplo deve realizar a limpeza dos pisos colocados e a retirada dos espaçadores utilizados, promovendo além da limpeza do ambiente de trabalho a melhor visualização do seu trabalho.</p>	<p>. Maior facilidade na identificação de anormalidades;</p> <p>. Elevação do nível de qualidade nas atividades realizadas;</p> <p>. Melhora da imagem do ambiente de trabalho;</p> <p>. Aumento do bem estar pessoal dos trabalhadores;</p>
	OPERAÇÕES PADRONIZADAS	<p>. Realização da padronização das atividades de determinado serviço que seja realizado mais de uma vez durante a execução da obra, por meio da indicação da sequencia produtiva que deve ser realizada pelos trabalhadores para execução do serviço.</p> <p>. Sua aplicação no revestimento de paredes e tetos pode ser realizada por meio da padronização das atividades de chapisco, emboço, revestimento cerâmico e pintura. Primeiramente a parede deve ser chapiscada, em seguida o emboço deve ser realizado e conferido, com o intuito de garantir o nivelamento da parede/teto. Finalizando essa etapa, nas áreas molhadas devem ser colocados e conferidos os azulejos e nas áreas seca deve ser realizad o emassamento e o acabamento final das paredes.</p>	<p>. Melhora da qualidade das atividades executadas;</p> <p>. Eliminação de erros no processo executivo;</p> <p>. Aumento da Produtividade da mão de obra;</p> <p>. Eliminação de desperdício de tempo;</p>

Fonte: Autor



Viabilidade de Utilização de Vergalhão de Fibra de Vidro

Feasibility of Using Fiberglass Rebar

VILLAR, Larissa Gabrielle da Silva¹; SOUSA, Julio Cesar Pereira²
larissa.villar@outlook.com.br¹; julio.eng@live.com².

¹Engenheira Civil, Pós-Graduada em Planejamento, Gestão e Controle de Obras Civis, UFRJ.

²Engenheiro Civil, Pós-Graduado em Perícias de Engenharia e Avaliações, Univ. Presbiteriana Mackenzie.

Informações do Artigo

Palavras-chave:

Vergalhão
 Fibra de vidro
 Armadura

Key words:

Rebar
 Fiberglass
 Armor

Resumo:

Na construção civil a busca por novas metodologias e melhoria de processos deve ser contínua, de maneira a sempre possibilitar uma melhor gestão do empreendimento e trazer inovações que foquem na redução de custos, aumento da produtividade, segurança e durabilidade das estruturas. Ao analisarmos a utilização do aço que é um dos materiais de maior consumo neste ramo, encontramos como opção o vergalhão de fibra de vidro, para aplicação em concreto armado. Esta alternativa vem se mostrando viável para atendimento das necessidades de melhoria da durabilidade, inovação de metodologia executiva e disponibilidade de mercado. Este artigo tem o intuito de apresentar as fases de fabricação, aplicações e estudo de implantação do PRFV, a fim de concluir a viabilidade de utilização dos vergalhões de fibra no concreto estrutural, mesmo que empregado de forma mista (aço + fibra de vidro). Diante das análises das referências bibliográficas e resultados apresentados neste artigo é possível comprovar a praticabilidade da solução em obras com estruturas não sujeitas a esforços de flexo tração acentuado, porém mesmo com esta limitação, o vergalhão demonstra resultados satisfatórios quando avaliada as suas demais propriedades mecânicas e benefícios de aplicação em comparação ao aço.

Abstract

In construction, the search for new methodologies and process improvement must be continuous, in order to always enable better management of the project and bring innovations that focus on reducing costs, increasing productivity, safety and durability of structures. When analyzing the use of steel, which is one of the most consumed materials in this field, we found fiberglass rebar as an option for use in reinforced concrete. This alternative has been proving to be viable for meeting the needs of improving durability, innovation in executive methodology and market availability. This article is intended to present the manufacturing phases, applications, and study of GFRP implantation, in order to conclude the viability of using fiber rebars in structural concrete, even when used in a mixed way (steel + fiberglass). In view of the analysis of the bibliographical references and results presented in this article, it is possible to prove the practicality of the solution in works with structures not subject to accentuated bending traction efforts, but even with this limitation, rebar demonstrates satisfactory results when evaluated its other mechanical properties and application benefits compared to steel.

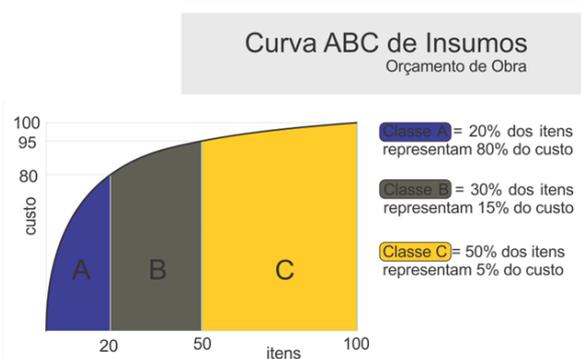
Introdução

Estruturas de concreto armado são constituídas pela união de armaduras, geralmente em aço, e concreto (cimento, agregados e água), sendo a armação elemento que garante a resistência a tração destas estruturas. Essa resistência é fornecida pelas características físicas e mecânicas dos vergalhões de aço do tipo CA, que tem maior resistência a tração e escoamento se comparadas a estrutura de concreto convencional não armado.

Atualmente, quando demandado um material para armar o concreto o vergalhão comumente utilizado é o com composição de material metálico fabricado de ferro, carbono, manganês, silício e enxofre (conhecido como ferro-gusa), porém devido à possibilidade de escassez de diversas matérias primas e o aumento extemporâneo do valor de importação, este material tende a sofrer variação nos custos de fornecimento, resultando por consequência em um aumento do preço final de compra.

Considerando que o aço na execução de obras civis tem grande percentual na composição de custo, com proporção de aproximadamente 90kg/m³ de concreto [1], e com isso sendo sempre um dos itens de classe A da curva ABC de consumo em obras civis, é necessário a busca por alternativas que possibilitem a substituição mesmo que parcial deste insumo.

Figura 1 - Curva ABC - Representação



Fonte: Funchal [2]

Um dos materiais possíveis para suprir os vergalhões de aço são os fabricados com Fibra de Vidro, que podem trazer uma redução de peso das estruturas, maior sustentabilidade no processo de fabricação e melhoria na atividade de montagem, além de, uma maior durabilidade para construção.

Posto isso, este artigo visa analisar comparativamente as principais características, entre os materiais e assim concluir as aplicações e limitações do polímero reforçado por fibra de vidro (PRFV) no concreto armado.

1. Fibra de vidro – PRFV

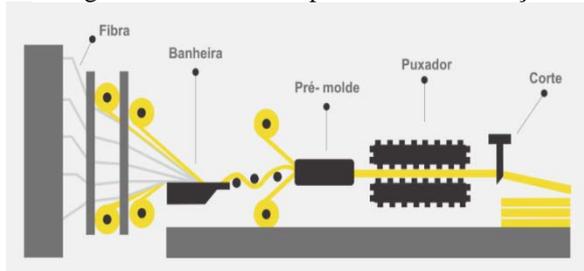
A fibra de vidro vem sendo pensada como alternativa para diversas áreas como automotiva, aviação, náutica, construção civil e até mesmo na área estética em uma menor escala. A escolha por esse material se dá devido a sua alta resistência e leveza, quando produzido. Na construção civil uma das alternativas é o uso do Polímero Reforçado por Fibra de Vidro (PRFV) em vergalhões.

1.1. Fabricação

O polímero reforçado por fibra de vidro (PRFV) é fabricado pelo processo de Pultrusão, que consiste em entrelaçar os fios de fibra de vidro com uma resina polimérica, sendo utilizado respectivamente em uma proporção de 70% para 30% [3]. Para obter no processo de pultrusão uma composição mais resistente a agressividade é comumente utilizada a resina a base de Éster Vinílico ou Epóxi. O processo de fabricação acontece comumente conforme figura 02.

Neste processo podem ser produzidos vergalhões no formato de barras ou em rolos, além de chapas, telas, estribos ou outras peças, apenas modificando a matriz/molde e em alguns casos alterando o dimensionamento da máquina para fabricação de modo a comportar o formato desejado.

Figura 2 - Processo de pultrusão – Fabricação



Fonte:Stratus [3]

As peças também podem ter pigmentações diferentes, o que pode auxiliar no processo de separação e armazenamento de vergalhões com diâmetros variados, uma vez que cada um pode ter cor específica, o que mitiga a possibilidade de erros de instalação na obra e facilita a fiscalização. [4]

1.1.1. Normas

Apesar de não existirem normas brasileiras, as atuais fabricantes utilizam as diretrizes estrangeiras para garantia da qualidade dos produtos em PRFV. Sendo algumas delas:

- ACI440.1R-15 – Estados Unidos
- GOST 31938-2012 – Rússia
- ISO 10406-1:2015;
- AASHTO LRFD GFRP 2009 – Estados Unidos
- CAN/CSA-S806-02 – Canadá
- CNR-DT 203/2006 – Itália

Nacionalmente o IBRACON/ABECE está em processo de desenvolvimento do documento denominado “Estruturas de Concreto Armado com Barras de Polímero Reforçado com Fibras (FRP)” por meio do comitê técnico CT 303, o que incentiva e promove o uso do material pelos projetistas. [4]

1.1.2. Composição

A fibra de vidro tem como composição a aglomeração de finos filamentos de fios de vidro flexíveis, compilados através de resinas, silicones ou outros compostos solúveis[5].

Esta matéria prima também pode ser obtida de vidros reciclados.

A fibra é fabricada por meio do derretimento da matéria prima e quando resfriado formam os fios, este processo de resfriamento é controlado em processo rígido que garante o diâmetro adequado dos filamentos para passagem nos orifícios da máquina junto a resina epóxica [5].

Figura 3 - Fibra de vidro fabricação



Fonte: Info Escola [5]

1.1.3. Reciclagem

O vidro sendo considerado um material com ciclo de reciclagem infinito (ver figura 04) proporciona que o seu processo de reciclagem possa ocorrer sem perdas, uma vez que este é 100% reciclável.

Basta apenas que o vidro seja segregado corretamente (por tipo e cor) e este poderá ser utilizado para diversos fins como: novas garrafas, potes, espelhos, mantas, tecidos e fios de vidro, além de outras aplicações [6].

Os vidros translúcidos ou brancos retornam as vidrarias, onde são lavados e triturados com adição de mais areia e outros minerais, e quando fundidos, podem dar origem a fibra de vidro que é utilizada para fabricação dos vergalhões de PRFV por meio de pultrusão citado anteriormente [5].

Figura 4 - Ciclo de reciclagem do vidro



Fonte: Recicloteca [7]

Este processo de reciclagem permite a redução significativa da extração de areia do meio ambiente, assim como outros insumos utilizados na composição de novos vidros [6].

1.2. Fornecimento construção civil

Na construção civil a principal utilização do PRFV é a substituição, mesmo que parcial das barras de aço colocadas em concreto armado. No mercado atual são encontradas três alternativas comuns para esta aplicação, sendo elas:

- Vergalhões/barras para diâmetros maiores que 16 mm em barras de 10m de comprimento;
- Rolos de até 200m de comprimento para diâmetros menores ou iguais a 12,5 mm;
- Malha ou tela de fibra.

Estas três opções de fornecimento facilitam a utilização no dia a dia das obras civis, uma vez que as telas e barras retas se assemelham com as de aço já fornecidas no mercado. No caso dos rolos, apesar de menos comum, podemos considerar como melhoria produtiva para o processo de armação de lajes ou estruturas com grandes áreas, visto que desta forma podemos reduzir o trabalho manual de traspasse entre as barras durante a montagem.

Figura 5 - Exemplo de barra e rolo de fibra de vidro (PRFV)



Fonte: Composite Group [8]

Figura 6 - Exemplo de malha de fibra



Fonte: Brafib [4]

1.3. Locais de aplicação

Atualmente apesar de ainda serem novidades no mercado, os vergalhões de fibra já vêm sendo utilizado em vários países devido as vantagens construtivas. Desde os anos 80 existem aplicações na construção civil sendo implantadas em obras tanto de pequeno quanto de grande porte.

O uso da fibra começou na Europa em 1986, com a construção de uma ponte rodoviária na Alemanha.

Segundo artigos dos fabricantes Composite Group [8] e Best Fiber Glasse [9] é

conhecida a aplicação da solução em outros locais como:

- **Qatar - Fábrica Qatalum (2007):**

Para construção da Fábrica de alumínio Quatalum desde a sua concepção foi sugerido a utilização de vergalhões de fibra de vidro devido a neutralidade eletromagnética e as propriedades mecânicas. Como curiosidade o material foi importado do Canadá para o Qatar apenas em contêineres em função do peso consideravelmente mais leve do que o aço.

Figura 7 – Fábrica Qatalum - Qatar



Fonte: Qatalum [10]

- **Áustria – Estação de trem Viena (2009):**

Com intuito de reduzir a penetração de correntes de indução nas áreas adjacentes do túnel do metrô, as estacas e paredes dos pisos inferiores são livres de aço.

Figura 8 - Estação Viena na Áustria



Fonte: Best Fiber Glasses [9]

- **Suíça – Leito Ferroviário (2009):**

Utilizado na base do leito ferroviário na Suíça, devido a curvatura e redução da condutividade elétrica.

Figura 9 - Leito Ferroviário da Suíça



Fonte: Best Fiber Glasses [9]

1.4. Comparativo – Aço x Fibra

1.4.1. Características

A PRFV tem características específicas que devem ser considerados no momento da concepção do projeto executivo e as respectivas memórias de cálculo.

Segundo os catálogos técnicos, as principais propriedades da fibra podem ser listadas:

- Material leve;
- Alta resistência a tração;
- Resistente a corrosão;
- Alta resistência a umidade;
- Baixo coeficiente de dilatação;
- Baixa condutividade térmica;
- Baixa condutividade elétrica;
- Baixo módulo de elasticidade.

Para um melhor entendimento destas características é necessário o comparativo com o aço CA50, que é o material convencional utilizado na construção de concreto armado. Desta forma podendo entender quais as principais diferenças:

Tabela 1 - Comparativo CA 50 e PRFV

Propriedades	Aço CA50	PRFV
Resistência à tração [MPa]	500/600	1000
Resistência à compressão [MPa]	390	300
Módulo de elasticidade [GPa]	210	55
Densidade [kg/m ³]	7850	2000
Condutividade de expansão térmica [um/m°C]	12	0,16
Comprimento dos vergalhões [m]	Barra de 12m	Barras de 10m e Rolos de 100m
Durabilidade em ambientes agressivos	± 7 anos	+ 100 anos
Resistência à corrosão	Oxida	Não oxida
Cobrimento de concreto	35 a 45 mm	≤ 20mm
Condutividade elétrica	Possui	Não Possui

Fonte: Madareli [11]

O PRFV tem diversas características que demonstram oportunidades de melhoria no processo de execução e durabilidade da estrutura. Exceto pelas propriedades de resistência a compressão e módulo de elasticidade.

Quando tratamos da redução de compressão, esta basicamente não afeta na aplicação das estruturas, uma vez que as armaduras têm principal função de resistir a tração. Já em relação a diminuição do módulo de elasticidade, torna-se maior limitante, uma vez que esta característica restringe a aplicação em estruturas que sofrem esforços de flexo tração (flechas acentuadas), como vigas ou lajes em balanço. Pois, quanto menor o módulo de elasticidade mais vulnerável a deformação fica a estrutura, mesmo quando submetido a baixas cargas [12].

Com exceção destas propriedades nota-se um desempenho superior ao aço, principalmente na resistência a tração.

1.4.2. Dobra da fibra de vidro

Segundo Deprá [12], apesar das semelhanças quando comparadas as propriedades mecânicas, a fibra de vidro tem algumas limitações relacionadas a sua dobra em campo. Os vergalhões em PRFV apenas podem ser cortados de maneira a dividir/seccionar as barras retas. Para geometrias específicas como a de estribos, ganchos ou outras necessidades, as peças devem vir prontas de fábrica.

Esta restrição se dá em função da alta resistência do material e sua baixa elasticidade, que o torna mais suscetível a ruptura quando forçado.

Quando se faz necessário muitas dobras recomendasse a utilização de uso misto junto aos vergalhões de aço [4].

Figura 10 - Modelo peças cortadas e dobradas em aço



Fonte: Udiaco [13]

1.4.3. Custos

Realizando a análise comparativa de compra de ambos os materiais, nota-se um percentual 27% mais caro do PRFV no metro linear de barra, conforme tabela 02.

Tabela 2 - Comparativo de custo

Material	Aço	PRFV
Ø (mm)	12,5	12,5
Comp. da barra (m)	12	10
Peso da barra (kg)	11,56	1,85
kg/m	0,96	0,19
Valor da barra	R\$ 61,61	R\$ 65,50
Valor por kg	R\$ 5,33	R\$ 35,41
Valor por m	R\$ 5,13	R\$ 6,55

Fonte: Orçamento – Solicitado pelo autor

Porém quando analisados os custos indiretos envolvidos na metodologia construtiva, pode-se realizar uma comparação qualitativa de redução com:

- Menor peso de carregamento e com isso menor custo de frete ou maior volume de transporte;
- Equipamento de grande porte para movimentação no canteiro;
- Traspasse ($\varnothing < 12,5\text{mm}$) quando utilizado os rolos;
- Cimbramentos e escoras durante montagem;
- Indireto para montagem das armaduras.

Grande parte das reduções estão associadas ao peso do material, uma vez que as barras de fibra de vidro pesam aproximadamente 80% menos que as de aço.

Quando consideramos a limitação de carregamento para um colaborador determinada no artigo 198 da CLT (decreto lei 5452/43) que é de 60 kg, notamos que a fibra de vidro pode trazer mais produtividade e segurança inclusive no carregamento manual, conforme tabela 03.

Tabela 3 - Comparativo de transporte manual

Barra 12,5mm	Aço 12m	PRFV 10m
01 barra [kg]	11,56	1,85
10 barras [kg]	115,60	18,50
Barras /homem [un] 60kg / peso da barra	5	32

Fonte: Autor

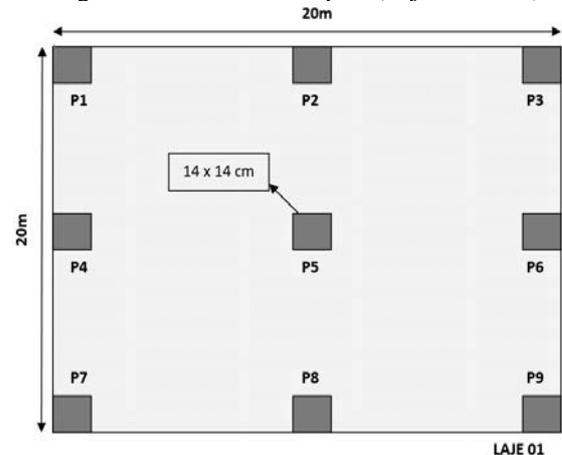
Desta forma um mesmo colaborador pode carregar aproximadamente 6x mais material sem extrapolar o peso especificado na CLT, trazendo, portanto, mais produtividade ao empreendimento.

1.4.4. Comparativo de peso e custo de uma estrutura simples

Ao considerar uma laje simples com alguns pilares, podemos comparar o peso e o custo da estrutura. Para esta estrutura

hipotética foi considerado uma laje térrea de 20 x 20m e um complemento de 09 pilares de 14 x 14 cm distribuídos por esta laje.

Figura 11 - Estrutura simples (Laje + Pilares)



Fonte: Autor

Para armação dos pilares foi considerado apenas utilização de fibras de vidro nas barras retas, os estribos continuam em aço. Na estrutura da laje térrea foi considerado a utilização de todas as barras em fibra de vidro, para montagem de ambas as direções de armação com espaçamento entre barras de 10 cm, similar a uma tela do tipo Q196 de aço.

A tabela 04 demonstra o resultado quantitativo da estrutura considerando a disposição citada.

Tabela 4 - Quantitativo - Estrutura simples

	Dados	Laje	Pilar
Barras retas	Qtde de estruturas [un]	01	09
	Qtde de barras por estrutura [un]	800	4
	Qtde total de barras [un]	800	36
	Comp. das barras [m]	10	3
Peso total - Aço	\varnothing [mm]	12,5	6
	Peso/m [kg]	0,96	0,245
	Peso total [kg]	7680	26,46
Peso total - Fibra	Peso/m [kg]	0,19	0,054
	Peso total [kg]	1520	5,832

Fonte: Autor

Com os dados apresentados podemos iniciar a análise pelo peso total das barras, com resultados de 7706,5 kg e 1525,8 kg respectivamente para aço e fibra de vidro.

Obtendo novamente uma confirmação de que a fibra é aproximadamente 80% mais leve, e desta forma quando avaliamos uma obra de pequeno porte como a hipotética exposta, conseguimos evitar a necessidade de equipamentos de içar. Visto que um colaborador que pode carregar 60kg conseguiria levar o material de fibra em apenas 25 viagens contra 129 viagens de aço.

E ainda como facilitador ambos os diâmetros escolhidos são fornecidos em rolos, o que melhora a posição de carregamento.

Quando avaliamos apenas os custos com material, o aço ainda é mais competitivo uma vez que a barra com diâmetro de 12,5mm custa R\$ 5,13/m e o PRFV custa R\$ 6,55/m (conforme exposto na tabela 02). Sendo assim mesmo com a necessidade de consideração de um percentual de aço para traspasse das barras, o seu valor é continua mais baixo.

Dados	Aço	Fibra
Kg	7706,46	1525,832
m - Estrutura	8108	8108
m - Traspasse (laje)	400	0
m - Total	8508	8108
Valor kg	R\$ 5,33	R\$ 35,41
Valor m	R\$ 5,13	R\$ 6,55
Valor total [m x R\$]	R\$ 43.646,04	R\$ 53.107,40
% diferença	Aço 18% mais barato	

Fonte: Autor

1.5. Processo executivo

1.5.1. Fabril

Foi notória a dificuldade de compra do aço no período de pandemia causada pela escassez

de transporte dos insumos e conseqüentemente o aumento do custo de aquisição do aço, que segundo a CBIC foi de cerca de 34% entre os meses de julho de 2020 e julho de 2021 [14]. Posto isso é essencial a disponibilidade de novas metodologias construtivas para períodos similares.

O polímero reforçado de fibra de vidro pode ser esta alternativa, uma vez que os recursos necessários estão disponíveis (inclusive de fontes recicláveis) e que os espaços para fabricação são mais simples de serem montados, segundo estudo apresentado no simpósio EPUSP, por Bandeira [15].

Os equipamentos necessários para a produção das barras (PRFV) ocupam um espaço muito reduzido. Tal fato permite a instalação de pequenas indústrias produtoras deste material para armação de concreto estrutural, sem prejuízo do meio ambiente.

1.5.2. Em campo

Analisando o gerenciamento da obra em relação as atividades de execução em campo, podemos apontar metodologias que facilitam na montagem.

Estas metodologias conforme já discutidas neste artigo podem trazer uma variedade de resultados, como redução de custo indireto, aumento da produtividade, alternativas para disponibilidade de materiais em tempos de escassez ou até mesmo redução de acidentes.

Ao avaliarmos o aumento da produtividade podemos apontar:

- Redução de traspases: que reduz a necessidade de corte e amarrações nas peças;
- Facilidade de amarração: podendo ser utilizado para travamento dos vergalhões uma abraçadeira de nylon;

Figura 12 - Amarração de barras - PRFV



Fonte: Conselheiro [16]

- Redução de indiretos para montagem: por se tratar de um material mais leve é possível uma redução de mão de obra envolvida na atividade, podendo ser locada em outras atividades ou mais frentes de montagem;

Ao avaliarmos a redução de custos indiretos podemos listar:

- Menor locação de equipamentos de grande porte: considerando que o peso das peças é menor, a movimentação de forma manual é possibilitada ou até mesmo uma necessidade de tempo menor disponível do equipamento.
- Menor custo com indireto: ao avaliar a facilidade de montagem pode ser reduzida a quantidade de indiretos ou até mesmo a realocação do recurso em outra frente;
- Redução de limpeza: uma vez que se tem menor quantidade de intervenções nos vergalhões o ambiente de trabalho se torna mais limpo e organizado.

Quando observamos a questão de indicadores de segurança para o canteiro de obras podemos notar que devido a diminuição de carga da estrutura, temos menor risco de ocasionar acidentes. Além disso apesar de ser um material mais caro, em tempos em que a disponibilidade do insumo de aço gera atrasos de obra e aumento do custo, o material se mostra uma boa solução alternativa.

1.5.3. Manutenção

Além do foco executivo o vergalhão de fibra de vidro, trás melhorias significativas

para a vida útil das estruturas, uma vez que ao não sofrer o processo de corrosão reduz a preocupação com durabilidade da estrutura. Esta melhoria é evidenciada principalmente em áreas litorâneas ou com classe de agressividade mais intensa. [17]

O material também não é reagente com ácidos o que faz ter maior durabilidade mesmo antes da instalação no concreto.

Quando avaliada a baixa condutibilidade térmica podemos melhorar também a resistência ao fogo da estrutura, uma vez que o efeito de *Spalling* que ocorre quando a barra de aço expande e causa destacamentos do concreto é reduzido. [18]

2. Considerações Finais

O artigo propôs a verificação da viabilidade executiva e financeira da utilização de vergalhões de polímero reforçado com fibra de vidro (PRFV) em substituição aos vergalhões de aço comumente aplicados na construção civil. No decorrer do estudo os fatores mais importante foram considerados de modo a mapear todos os prós e contras da utilização desta metodologia.

Ao considerarmos as propriedades mecânicas do PRFV conclui-se a viabilidade de aplicação, uma vez que a principal necessidade do concreto armado é a resistência a tração fornecida pelas barras/armadura, e os vergalhões apresentam 2 vezes mais resistência do que o aço, mas em contrapartida o módulo de elasticidade é menor, o que torna o material mais frágil e suscetível a maiores deformações. Este parâmetro é onde verificamos a primeira limitação de utilização da fibra, uma vez que a mesma deve ser evitada em estruturas que sofrem flexo tração acentuada, como vigas de grandes vãos ou balanços.

Outro quesito importante para a escolha do material é o valor de aproximadamente 20% acima quando comparador com o custo do aço. Mas este cálculo é realizado de maneira isolada e não considera as reduções com custos indiretos como equipamentos, mão de obra e

produtividade, é indicado que estes custos sejam levantados a cada estudo de caso do empreendimento para que assim uma decisão mais assertiva possa ser tomada.

Além das reduções citadas foram identificadas possibilidades de melhoria na durabilidade das peças estruturais, uma vez que as barras não sofrem corrosão, tem menor condutibilidade térmica e elétrica, e não são impactados por ácidos.

Quando avaliamos o gerenciamento de obras o estudo teve o intuito de auxiliar na proposta de inovação e alternativas para as soluções comumente utilizadas, visto que em tempos de instabilidade financeira como vimos na pandemia do COVID-19 e/ou escassez de recursos, gestores e engenheiros técnicos precisam ter estratégias de contorno para não ocasionar em uma paralisação de obra ou impacto no planejamento operacional do negócio.

Por fim pode ser concluir que as barras têm viabilidade técnica de aplicação e podem ser empregadas em projetos específicos, quando da aprovação do projetista e análise de custo do empreendimento.

3. Referências

- [1] TCPO 13ª EDIÇÃO. *TCPO - Tabelas de composições de preços para orçamentos*. São Paulo: PINI, 2010.
- [2] FUNCHAL, D. *Curva ABC uma eficiente ferramenta*. mar. 2020. Disponível em: <https://funchalacademy.com.br/curva-abc-uma-eficiente-ferramenta/>. Acesso em: 10 mar. 2023
- [3] STRATUS COMPOSTOS ESTRUTURAIS. *Vergalhões Stratus - PRFV*, 2023. Disponível em: <https://www.stratusfrp.com/artigo/vergalhao-em-fibra-de-vidro-para-construcao-civil>. Acesso em: 24 fev. 2023.
- [4] BRAFIB - Soluções em Fibra. *Produtos - Vergalhão*. Disponível em: <https://brafib.com.br/malha-de-fibra-2/>. Acesso em: 25 mar. 2023
- [5] SANTOS, L. R. D. *Fibra de Vidro*. Disponível em: <https://www.infoescola.com/quimica/fibra-de-vidro/>. Acesso em: 17 mar. 2023.
- [6] FERREIRA, A. H. *Reciclagem ou Reuso de Embalagens de Vidro*. Ribeirão Preto: Universidade de São Paulo (USP), 2015.
- [7] RECICLOTECA. Vidro: história, composição, tipos, produção e reciclagem, 17 ago. 17. Disponível em: <https://www.recicloteca.org.br/material-reciclavel/vidro/>. Acesso em: 13 fev. 23.
- [8] COMPOSITE GROUP. *Projetos que usam vergalhões de fibra de vidro*, 21 jul. 2020. Disponível em: <https://compositegroup.com.br/blog/projetos-que-usam-vergalhoes-de-fibra-de-vidro/>. Acesso em: 13 mar. 2023.
- [9] BEST FIBER GLASS REBAR. *Experiência mundial de uso de vergalhões GFRP*. Disponível em: <https://bestfiberglassrebar.com/pt/blog/experience-of-grfp-rebar-use/>. Acesso em: 07 fev. 2023
- [10] QATALUM. *Conheça a fábrica*. Disponível em: <https://www.qatalum.com/Media/Pages/visualmaterial.aspx>. Acesso em: 25 mar. 2023.
- [11] MADARELI. *Conheça as vantagens de se usar os vergalhões de fibra de vidro na construção*, 23 jul. 2021. Disponível em: <https://blog.madareli.com/a-madareli/conheca-as-vantagens-de-se-usar-os-vergalhoes-de-fibra-de-vidro-na-construcao/>. Acesso em: 30 mar. 2023
- [12] DEPRÁ, M. T. F. *Vergalhão de fibra de vidro: a galinha dos ovos de ouro da engenharia?* 25 jul. 2022. Disponível em: <https://blogdaengenharia.com/engenharia/engenharia-civil/vergalhao-de-fibra-de-vidro/>. Acesso em: 29 mar. 2023.
- [13] UDIACO. *Soluções industriais - Corte & Dobra*. Disponível em: <https://udiaco.com.br/corte-e-dobra/>. Acesso em: 29 mar. 2023.

- [14] CBIC. *Aço representa maior peso entre aumento de custos da construção*, 10 maio 2022. Disponível em: <https://cbic.org.br/aco-representa-maior-peso-entre-aumento-de-custos-da-construcao-diz-estudo/#:~:text=Considerando%20julho%20de%202020%20e,quase%2022%25%20do%20aumento%20total>. Acesso em: 22 fev. 2023.
- [15] BANDEIRA, A. A.; JUNIOR, A. P.; PRISZKULNIK, S. *Comportamento à flexão de vigas de concreto*. Anais do VI Simpósio EPUSP sobre Estruturas de Concreto, abr. 2006. 801-817.
- [16] CONSELHEIRO, P. *Comparação de vergalhão composto de fibra de vidro e aço*, 16 out. 2021. Disponível em: <https://instrucoes.info/construcao/materiais-de-construcao/comparacao-de-vergalhao-composto-de-fibra-de-vidro.html>. Acesso em: 30 abr. 2023.
- [17] COMPOSITE GROUP. *Verga fibra - Propriedades*. Disponível em: <https://compositegroup.com.br/verga fibra/>. Acesso em: 29 mar. 2023.
- [18] BRITEZ, M. C. P. H. C. *Ações e efeitos deletérios do fogo em estruturas de concreto*. Revista ALCONPAT, 30 dez. 2019. 1-21

ANEXO A – FICHA TÉCNICA DA FIBRA DE VIDRO – COMPOSITE GROUP

FICHA TÉCNICA VERGA FIBRA

☎ 49 3435-0975
compositegroup.com.br



PRODUTO

Barra polimérica em GFRP (Glass Fiber Reinforced Polymer), Verga Fibra.

- 2 vezes **MAIS RESISTENTE** à tração em comparação ao aço.
- Sem perda de desempenho por **80 ANOS OU MAIS**.
- Até 9 vezes **MAIS LEVE** que as barras de aço.
- Menor esforço para movimentação, transporte e manuseio.
- Economia média de **25%** em relação ao aço.

Resistência à corrosão e a substâncias químicas

Alta resistência à tração

Alta resistência à fadiga

Baixa condutividade térmica

Não conduz eletricidade

Muito leve

Elevada durabilidade

Menor desperdício em obra (material em rolos)

Coefficiente de dilatação térmica similar ao concreto

NORMAS E CERTIFICAÇÕES

- ISO 10406-12015 - Internacional
- ACI440.1R-15 - ESTADOS UNIDOS
- AASHTO LRFD GFRP 2009 - ESTADOS UNIDOS
- CAN/CSA-S806-02 - CANADÁ

- CNR-DT 203/2006 - ITÁLIA
- GOST 31938-2012 - RÚSSIA
- DITEC590 - CUBA
- FIP TASK GROUP 9.3 - REPORT# TF 22 A 98741 - UNIÃO EUROPEIA
- COMITÊ TÉCNICO CT 303, IBRACON/ABECE, GT03 - ESTRUTURAS DE CONCRETO COM ARMADURA DE MATERIAIS NÃO CONVENCIONAIS.



COMERCIALIZAÇÃO/MANUSEIO

Material será comercializado em barras de 12 m e rolos de 12 m, 50 m, 100 m e 200 m. Medidas especiais poderão ser feitas em função de demanda específica. Bitola de 16 mm apenas em barras.

Alguns cuidados de manuseio são necessários para que seja mantida a integridade do

material. É importante evitar pancadas pontuais ou arrastá-lo para não prejudicar a performance mecânica e química.

O Verga Fibra é fácil de ser manuseado e pode ser cortado com diferentes tipos de serras: circular com ponta de diamante, para grandes quantidades,

e serra de cortar metal, para pequenas quantidades.

Barras de pequena bitola podem ser cortadas com tesoura de corte. Não tente quebrar ou dobrar a barra, pois assim ela será danificada.



Propriedades	AÇO CA50 e CA60	GFRP
Resistência à tração ft (MPa)	500 / 600	800 a 1100
Módulo de elasticidade E (GPa)	210	50
Resistência à compressão fc (MPa)	390	300
Resistência ao cisalhamento fv (MPa)	273	150
Tensão mínima de aderência da barra ao concreto (MPa)		12
Densidade (kg/m ³)	7850	2000

APLICAÇÕES TÍPICAS

Estruturas de concreto armado de residências, edifícios, pontes, viadutos, barragens, rodovias, estruturas pré-moldadas e pré-fabricadas em geral, pisos industriais, obras costeiras e marítimas, obras em ambientes muito agressivos, recobrimento de canais, taludes e túneis, infraestrutura de indústrias químicas, entre outros.

Diâmetro Nominal	Peso/metro
Verga Fibra GFRP 4 mm	0,020 kg/m
Verga Fibra GFRP 5 mm	0,035 kg/m
Verga Fibra GFRP 6 mm	0,045 kg/m
Verga Fibra GFRP 8 mm	0,080 kg/m
Verga Fibra GFRP 10 mm	0,125 kg/m
Verga Fibra GFRP 12 mm	0,185 kg/m
Verga Fibra GFRP 16 mm	0,350 kg/m

12/04/2021 rev.02

ANEXO B – PROPOSTA DE FORNECIMENTO

Itens de produto ou serviço

Nº		Item	Cód (SKU)	Qty	Un	Preço un	Total
1		VERGALHÃO GFRP - 6MM	3	1,00	100m	239,00	239,00
2		VERGALHÃO GFRP - 12MM	6	1,00	100m	655,00	655,00
Número de itens: 2 Soma das quantidades: 2,00						Total dos itens	894,00

Outros itens ou serviços

Lembrando que bitola por bitola, o vergalhão em GFRP pode acabar ficando com o preço similar ao aço, porém, pelo fato possuir mais que o dobro da resistência que o aço, é possível utilizar o material reduzindo a bitola ou a quantidade de material utilizado, conseguindo gerar uma grande economia. Além disso, por ser até 8x mais leve que o aço, você economiza muito com o transporte do material. Também, por comercializarmos os vergalhões em rolos de 100m lineares, evitamos perdas com sobras e sobreposição de material.

Total outros itens	0,00
---------------------------	------

Data	Total dos itens	Total da proposta
30/03/2023	894,00	894,00

Condições gerais

Validade da proposta	0 dias
-----------------------------	--------



A influência do BIM no planejamento de obras

The influence of BIM on construction planning

FITZNER, Ana Beatriz¹; RODRIGUES, Rafael²
beatrizfitznerarq@gmail.com¹; rafaelftr@poli.ufrj.br².

Núcleo de Pesquisas em Planejamento e Gestão – Escola Politécnica da Universidade Federal do Rio de Janeiro

Informações do Artigo

Palavras-chave:

Sistema BIM

Inovação

Tecnologia

Key words:

BIM system

Innovation

Technology

Resumo:

A construção civil é um setor dinâmico e muito importante para o desenvolvimento da sociedade e por isso está em constante busca por melhorias em suas metodologias, processo e técnicas, tornando cada vez mais comum o uso de ferramentas tecnológicas. Como alternativa aos métodos tradicionais, a metodologia BIM (building information modeling) traz, para a construção civil, inovações, permitindo o trabalho em conjunto, possibilitando a realização de alterações do projeto em tempo real, por exemplo. Apesar das inovações que a metodologia BIM traz, ainda há muita falta de conhecimento sobre suas vantagens e resistência para sua implantação, devido aos desafios que ela pode trazer, o que dificulta sua disseminação, principalmente no Brasil. Com exemplos de aplicações bem sucedidas é possível demonstrar que o BIM não se refere apenas a um software ou tecnologia e sim em uma nova forma de pensar e trabalhar na indústria da construção, trazendo colaboração, transparência e efetividade.

Abstract:

Civil construction is a dynamic and very important sector for the development of society and is therefore constantly searching for improvements in its methodologies, processes and techniques, making the use of technological tools increasingly common. As an alternative to traditional methods, the BIM (building information modeling) methodology brings innovations to civil construction, allowing work together, enabling changes to the project in real time, for example. Despite the innovations that the BIM methodology brings, there is still a lack of knowledge about its advantages and resistance to its implementation, due to the challenges it can bring, which makes its dissemination difficult, especially in Brazil. With examples of successful applications it is possible to demonstrate that BIM does not just refer to software or technology but rather a new way of thinking and working in the construction industry, bringing collaboration, transparency and effectiveness.

1. Introdução

Em meados da década de 1950 com a popularização do computador pessoal, o cientista de computadores, Douglas Taylor Ross, participou de projetos que que

desenvolveram o CAD (*Computer Aided Design*), que é um software para desenhos técnicos assistidos por computador. Na década de 1980, a tecnologia se popularizou, alcançando o AutoCAD, lançado em 1982 pela empresa

Autodesk, ao posto de software de desenho técnico mais utilizado do mundo [1]. Essa popularidade fez com que sua versão de programa para o BIM seja um dos principais destaques da metodologia.

Seu surgimento se deu com a necessidade de um programa que pudesse auxiliar Arquitetos e Engenheiros na execução de desenhos técnicos mais precisos, visto que os desenhos a mão eram mais suscetíveis a erros.

Com o passar dos anos, o AutoCAD foi evoluindo e passou a ser útil para profissionais de diversas áreas de atuação, não se limitando apenas a arquitetura e a engenharia.

Apesar da grande revolução proporcionada pelos softwares de desenho técnico assistidos por computador, não houve uma mudança de paradigma, já que se tratava de uma ferramenta eletrônica de desenho sem qualquer informação atrelada ao seu arquivo digital. Ainda em meados da década de 80, Charles M. Eastman criou o BDS (*Building Description System*) que, segundo ele, melhoraria os pontos fortes de um projeto de construção e reduziria suas fraquezas. [2,3]

“O sistema BDS foi iniciado para mostrar que uma descrição baseada em computador de um edifício poderia replicar ou melhorar todos os pontos fortes de desenhos como um meio para a elaboração de projeto, construção e operação, bem como eliminar a maioria de suas fraquezas.” [2]

A partir da evolução desse sistema, chegou-se ao sistema BIM (*Building Information Modeling*), que nada mais é do que um sistema que especifica e integra todas as informações e atributos de um projeto durante todo seu ciclo de vida, e que possibilita que todos os profissionais envolvidos trabalhem juntos, simultaneamente e de qualquer lugar do mundo, por meio do *cloud computing* (tecnologia que permite que dados e recursos sejam acessados pela internet sem a necessidade de um dispositivo de armazenamento físico). O BIM, portanto, não é um software e sim uma metodologia de trabalho tecnológica e colaborativa, que proporciona eficiência e maior previsibilidade de tempo de entrega e custos. Ou seja, além de

entregar, por meio dos *softwares*, desenhos mais realistas e detalhados, ele possibilita a criação de um modelo virtual da edificação preciso, com a inclusão de dados específicos sobre o funcionamento de todo o seu projeto, passando pela concepção, planejamento, execução e até a sua manutenção. [3]

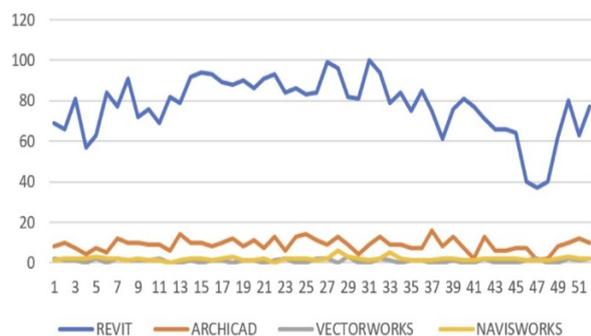
O BIM tem revolucionado os métodos na construção civil e na arquitetura e hoje é cada vez mais comum ver softwares para as mais variadas finalidades sendo utilizados em empresas de engenharia e escritórios de projetos, que são entregues com cada vez mais qualidade. Com esse rápido avanço, o sistema foi evoluindo e hoje, além da dimensão 3D que possibilita a criação de uma maquete eletrônica do projeto, é possível gerar e obter dados mais completos. Mesmo com inúmeras vantagens, existem também as dificuldades de se implementar essa tecnologia

2. Softwares BIM

O BIM consiste em uma plataforma aberta, com isso, os desenvolvedores de softwares, ao elaborarem programas, criam novas soluções utilizando os conceitos da metodologia. Dessa forma os produtos estão em constante crescimento e evoluindo cada vez mais depressa para atender as mais variadas necessidades dos projetistas. [4]

Hoje, há vários *softwares* BIM disponíveis no mercado, cada um com suas funcionalidades e características específicas, contudo, existem aqueles que se sobressaem entre os mais populares. Entre eles é possível citar: Revit, Archicad, Vectorworks e Navisworks. Além de possibilitar a colaboração entre projetistas de diversas disciplinas, são capazes de realizar modelagem 3D, armazenar informações, reduzir riscos projetuais, entre outros. [3]

Figura 1 – Gráfico de acesso de softwares BIM



Fonte: SpBIM [3]

3. Desafios da implementação

Países como o Reino Unido, por meio de órgãos governamentais, vem adotando medidas estratégicas para o uso do sistema, tornando o seu uso mandatário em todas as obras públicas. Desse modo, empresas de projetos precisam se adaptar, gerando um aumento do seu uso. Ainda em 2012, o governo britânico determinou que, para todas as obras públicas, as construtoras adotassem o BIM de nível intermediário dentro de um período de quatro anos, o que ocasionou um aumento de 37% em adaptações do sistema nas empresas. [5]

Apesar das inúmeras vantagens que o sistema proporciona, existem barreiras técnicas e financeiras para sua implementação no Brasil, e isso explica o motivo pelo qual seu uso no país é relativamente recente. [5]

3.1 Investimento

Ao adotar o uso do sistema, há uma necessidade de um investimento inicial relativamente elevado comparado aos softwares do tipo CAD.

Primeiramente, faz-se necessária a aquisição de *softwares* e *hardwares*, pois o sistema necessita de computadores com alta capacidade de processamento para suportar as funcionalidades, com isso, ao optar por adotar o sistema BIM empresas e profissionais devem levar em conta esses custos para escolher aquele software que melhor atenderá suas necessidades. [6]

Figura 2 – Comparativo de custo softwares BIM

Produto	ArchiCAD	Bentley	Revit
Fabricante	Nemachek/ Grphisoft	Bentley Systems, Incorporated	Autodesk Ink
Preço	aprox. US\$ 4.000,00	aprox. R\$ 13.000,00	aprox. R\$ 13.000,00
Valor Renovação	US\$ 700,00	aprox. R\$ 820,00	aprox. R\$ 1.500,00

Fonte: Adaptado de Guioti [6]

Além da barreira financeira, existem ainda barreiras técnicas, como por exemplo, a necessidade de se treinar as equipes de uma empresa de projetos e para mantê-los sempre atualizados de acordo com suas novas versões. Além dos custos indiretos, como por exemplo, o tempo dedicado destes profissionais ao estudo e cursos de especialização.

Contudo, são custos que devem ser encarados como investimentos e médio e longo prazo, e que terão como retorno uma maior produtividade da equipe entre outros inúmeros ganhos, que serão vistos no artigo.

3.2 Incompatibilidade com colaboradores

Apesar do avanço do uso da metodologia no mercado, seu uso ainda é bem menor comparado ao uso de softwares do tipo CAD, dada as dificuldades encontradas pelos profissionais, como as citadas no parágrafo anterior.

Esse fato acaba pesando no momento da escolha da implementação ou não do sistema pelas empresas de projetos, visto que, profissionais que fazem o uso da ferramenta acabam se deparando com a dificuldade de encontrar parceiros que trabalhem com a mesma metodologia. Com isso, uma de suas principais vantagens, que é a colaboração e compartilhamento de informações, acaba perdendo sua finalidade. [7]

4. Dimensões do modelo

O sistema BIM com o passar dos anos foi sendo aprimorado e hoje é composto por diversas dimensões. Estas dimensões são todas as informações e funcionalidades que podem

ser atribuídas a um modelo ao longo de toda sua fase de construção, desde sua concepção até sua demolição.

Hoje, além das dimensões mais básicas como 3D e 4D, existem as mais avançadas, fazendo com que além de gráficos, um projeto possa fornecer informações mais específicas e completas como memorial descritivo com tabelas de custos geradas automaticamente e indexadas com fornecedores reais, dados de sustentabilidade, como eficiência energética, compatibilização de disciplinas, etc. Dessa forma, é possível gerar um gêmeo digital da edificação, isto é, um modelo virtual idêntico ao real, simulando e falhas e comportamentos dos mais diversos materiais. [8]

Atualmente pode-se dizer que existem sete dimensões reconhecidas, mas já há uma antecipando discussão sobre a possibilidade de haver outras três dimensões. Nesse artigo será abordada a importância do BIM 4D, que diz respeito a dimensão “tempo”, no âmbito do planejamento de obras.

Figura 3 – 7 dimensões do BIM



Fonte: Singe [8]

4.1 Dimensão 3D

A terceira dimensão refere-se a Modelagem Paramétrica e é a dimensão mais conhecida do uso do BIM, e, ao contrário do que se imagina, essa dimensão não enriquece o nível de detalhamento de um projeto apenas

por representar a modelagem em 3D de um projeto. [2]

Nessa dimensão, é possível representar a maquete eletrônica do projeto logo no início de sua concepção ao mesmo tempo que se concebe as plantas técnicas, que são geradas de forma automática pelo *software*. Com isso, o modelo é totalmente interligado, podendo ser criado e editado de maneira simultânea tanto no 2D, quanto no 3D. [9]

Com a possibilidade que o BIM oferece de colaboradores trabalharem juntos fornecendo informações necessárias para elaboração do mesmo projeto, é possível fazer a compatibilização dos projetos arquitetônicos e complementares, possibilitando a detecção de possíveis conflitos.

4.2 Dimensão 4D

A quarta dimensão refere-se ao planejamento, pois oferece mais informações ao modelo, que permitem auxiliar não só a gestão de projeto como gestão de obra, de acordo com a concepção de um cronograma. A partir daí, é possível calcular com maior precisão, o prazo para conclusão de um projeto, assim como o tempo de cada atividade e como ela evoluirá. [8]

Com a concepção de um cronograma e administração do tempo, que é essencial para um bom planejamento, os profissionais que fazem parte da elaboração do projeto, conseguem acompanhar o seu andamento, ajudando a identificar problemas antes que eles ocorram na vida real, evitando possíveis atrasos e desperdícios.

4.3 Dimensão 5D

Essa etapa do BIM diz respeito a orçamentação. Nela, é possível extrair os quantitativos de material necessário para cada fase do projeto, que ligado ao tempo previsto para cada fase até a sua conclusão, é possível ter a estimativa e análise de custos do projeto como um todo, sendo possível criar simulações de diferentes cenários. [8]

Com isso, qualquer alteração que possa ocorrer no decorrer de seu processo, é

atualizado automaticamente, sendo possível analisar o impacto de custo que foi gerado.

Essa etapa tem como finalidade a racionalização do projeto e de desempenho financeiro ao longo do tempo, sendo possível tomar decisões e ajustar o projeto para garantir que seja realizado dentro do orçamento estipulado. [10]

4.4 Dimensão 6D

A sexta dimensão permite a adição de informações de sustentabilidade, permitindo que sejam analisados o desempenho ambiental e a sustentabilidade do projeto ao longo do tempo. Com isso, é possível realizar simulações com a finalidade de avaliar os impactos ambientais que o modelo pode causar e assim realizar alterações necessárias para mitigá-los. [9]

Essa dimensão é especialmente utilizada em projetos sustentáveis e de alta eficiência energética, já que os dados de impacto ambiental são fundamentais para sua elaboração, e, munidos dessas informações, os projetistas conseguem garantir que o modelo atenda a todas as necessidades e normas ambientais e de sustentabilidade, garantindo o sucesso do projeto.

4.5 Dimensão 7D

A sétima dimensão possibilita a gestão da manutenção da edificação após a sua construção. Nessa etapa é possível ter acesso a manuais e todas as informações de garantia e especificações técnicas necessárias para a perfeita operação da edificação, bem como sua preservação. [8]

Com isso, o edifício é mantido em boas condições de funcionamento, possibilitando a realização da manutenção preditiva, e economia de dinheiro, utilizando materiais mais duráveis e eficientes. Dessa forma, a dimensão 7D garante que o projeto se mantenha da melhor forma durante o ciclo de vida completo do edifício, desde a construção até a operação e manutenção

5. BIM 4D no planejamento de obras

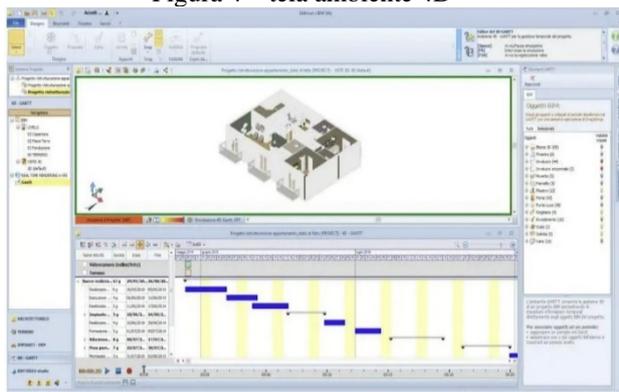
A construção civil é uma área que está suscetível a constantes mudanças. Gerenciar uma obra com eficiência, portanto, é um desafio complexo. Para lidar com essa complexidade, faz-se necessária a adoção de ferramentas mais ágeis e precisas, além das tradicionais, para que essa eficiência seja atingida.

Um bom planejamento permite um melhor controle da obra, ajuda a prever e impedir possíveis problemas, otimiza recursos, antecipa decisões, etc. uma obra mal planejada pode acarretar em atrasos e problemas orçamentais por exemplo. Isso ocorre principalmente porque muitas empresas ainda utilizam somente métodos tradicionais de planejamento. [11]

O BIM 4D refere-se ao fator tempo somado ao 3D, no qual o projeto é dividido em várias atividades, as quais são atribuídas uma data de início e término e assim são dispostas em uma espécie de linha de tempo, dando forma a um cronograma sendo totalmente vinculado ao modelo criado durante todo seu ciclo de vida. [12]

Dessa forma, o uso dessa ferramenta é muito positivo para empresas que escolhem adota-la, pois essa dimensão permite organizar e gerenciar um projeto. Comparado a métodos mais tradicionais, como planilhas feitas por Excel, por exemplo, e que precisam ser atualizadas manualmente, a dimensão 4D, além de gerar cronogramas automatizados e parametrizados, reduz as chances de erros, impactando diretamente no tempo de conclusão do projeto e proporcionando maior acurácia em relação ao orçamento inicial proposto. [12]

Figura 4 – tela ambiente 4D



Fonte: Biblus [12]

Além das vantagens supracitadas, é possível realizar um planejamento completo e inteligente da obra, incluindo dados e informações onde todos os colaboradores podem acessar e interagir, prevendo e evitando erros e monitorando todo seu processo até sua conclusão. [13]

5.1 Planejamento

No decorrer da obra podem ocorrer constantemente atrasos e interferências entre as atividades causando grandes problemas como interrupção da obra e alteração do seu prazo final, por isso, o BIM 4D pode ser útil quando usado para avaliar e comparar diferentes cenários de planos para execução do projeto. Dessa forma, é possível que os autores do projeto consigam prever possíveis riscos e analisar qual melhor solução para o planejamento e suas etapas, conseqüentemente reduzindo tempo de execução de uma obra, tornando os projetos mais precisos e seguros. [14]

5.2 Logística de canteiro

Através dos ensaios e análises também é possível prever como será a logística e planejamento dentro do canteiro de obra, possibilitando assim a previsão dos melhores acessos, o direcionamento mais adequado da equipe, o planejamento de coordenação de fluxos, prever melhor o local para estoque de materiais e outros equipamentos de grande porte, dessa maneira evita-se a ocorrência de atividades simultâneas e antecipa as possíveis interferências consequentes de um mau planejamento. [15]

5.3 Estudo de viabilidade

A junção de um modelo 3D com seu desenvolvimento ao longo do tempo, é possível visualizar como será o projeto desde sua fase inicial, passando pelo processo construtivo, até fase final, representando assim uma sequência de atividades de uma forma detalhada e mais eficiente do que um diagrama de Gantt tradicional. Com isso, é possível monitorar o cronograma de execução e andamento da construção que será atualizado de acordo com qualquer mudança ou simulação que será feita assim como dados de custo. [14]

5.4 Melhor comunicação

Com a capacidade que o BIM 4D tem de demonstrar dados temporais em conjunto com espaciais de um cronograma, ele se torna visualmente mais acessível e assim facilita a comunicação entre os criadores e colaboradores que muitas vezes podem não ser tão habituados com planejamentos, que através de um modelo compartilhado conseguem se manter sempre atualizados sobre qualquer mudança que venha a ocorrer. [12]

6. Principais softwares aplicados no planejamento de obras

A implantação especificamente do BIM 4D segue a mesma lógica para implantação do BIM em geral, sendo necessário um investimento em mão de obra especializada, *softwares* específicos e *hardware* que suporte suas funcionalidades.

Com o crescimento constante na área de gestão de projetos, é necessário usar ferramentas ágeis e que gerem bons resultados. Atualmente, há diferentes *softwares* no mercado que aplicam a ferramenta 4D, cada um com sua funcionalidade e particularidade. Dentre os mais conhecidos e utilizados para desenvolvimento de cada parte que compõe a quarta dimensão estão o Synchro PRO e o MS Project. Ambos são utilizados para compatibilização, planejamento e gestão de projetos e obra com aplicação de tempo.

6.1 Synchro PRO

O Synchro PRO é desenvolvido pela Bentley Systems e é um software usado por empresas de construção civil e empreiteiras, com objetivo de otimizar o planejamento e execução de obras, sendo principalmente aplicado para grandes projetos com alta complexidade. É um software que possui alta capacidade de elaboração de cronogramas e planejamento 4D, para isso, é necessário que se tenha conhecimentos de programação para assim fazer bom uso do programa, já que é totalmente destinado ao planejamento e apresenta as mais completas funções para isso.

O Synchro PRO nada mais é do que um software de modelagem e simulação 4D que integra modelos 3D com cronogramas e orçamentos, dando possibilidade de uma visualização da construção em tempo real ainda na sua fase de concepção, tudo isso em uma única tela. A ferramenta possui uma alta capacidade de análise de riscos, comparações, folgas e utilização de recursos, sendo muito útil ainda na fase de concepção, gerando economia de recursos, resultado de um planejamento altamente eficiente. [17]

O software Synchro é uma ferramenta completa podendo atender diversos setores de um projeto, desde sua elaboração, sua gestão de recursos e planejamento até a obra permitindo uma fácil comunicação entre os colaboradores, simulações para prevenir riscos e imprevistos e automatização de atividades.

Figura 5 – tela ambiente Synchro



Fonte: SpBIM [17]

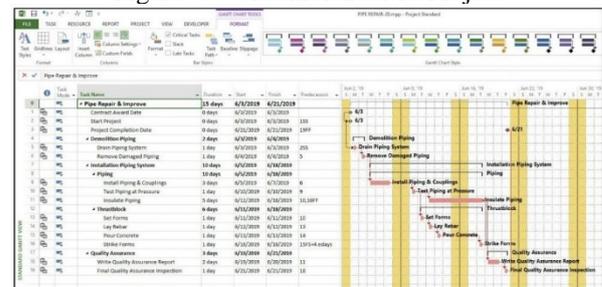
6.2 MS Project

O Microsoft Project, desenvolvido pela Microsoft, é um software popular e bastante utilizado por engenheiros, arquitetos e empresas de engenharia, para gerenciamento e planejamento pois dispõe de múltiplas ferramentas e de fácil uso. Ele permite a criação de cronograma com descrição de cada atividade que será necessária para a conclusão do projeto, com suas datas de início e fim, atuando assim em diferentes etapas da gestão. Permite tanto o planejamento quanto o controle de processos em todo o ciclo de vida do projeto. Nele, é possível programar atividades, controlar e estabelecer custos e prazos, além de obter recurso de busca de respostas rápidas através de dados específicos, possibilitando tomadas de decisão mais rápidas e precisas.

Além dessas funções, o Project também oferece relatórios que são capazes de fazer comparação entre as etapas do projeto, isto é, o que foi planejado inicialmente, o que já foi feito e o que falta fazer. Outra característica importante é a criação e a atualização automática do gráfico de Gantt atrelado ao cronograma, que facilita a visualização e sequencia das atividades.

Apesar do Project não ser um software de modelagem 3D, ele pode ser incorporado ao BIM para implementar sua quarta dimensão, ou seja, a visualização do protótipo 3D com as informações de tempo atreladas a ele, proporcionando assim, um planejamento e gerenciamento mais completo do projeto.

Figura 6 – tela ambiente MS Project



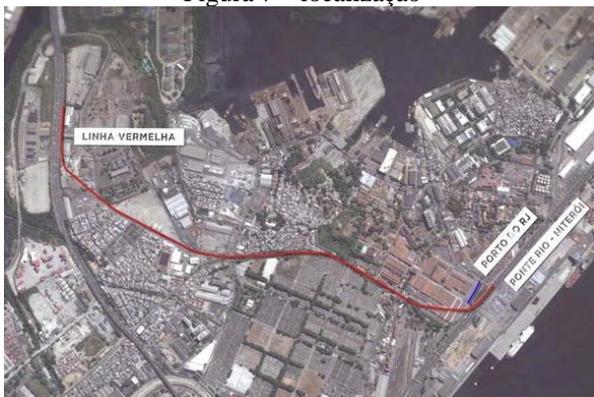
Fonte: Labone [18]

7. Casos de sucesso

7.1 Elevado de acesso a ponte Rio – Niterói

O estudo de caso em questão, refere-se a obra de acesso elevado da ponte Presidente Costa e Silva, popularmente conhecida como ponte Rio-Niterói. Seu planejamento foi desenvolvido em 27/10/2017 e sua obra foi iniciada em 01/12/2017 e teve fim em 30/08/2019.

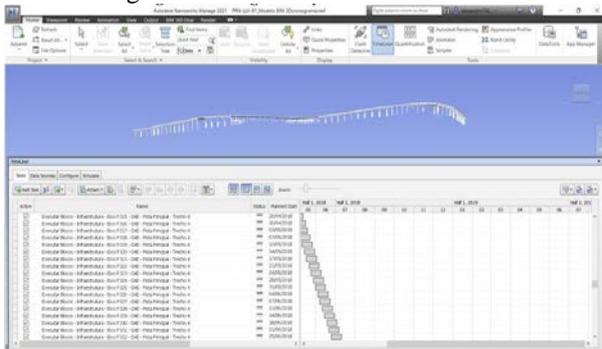
Figura 7 – localização



Fonte: Almeida [19]

Foram fornecidos aos engenheiros e projetistas da empresa arquivos iniciais onde foram identificadas informações de sua geometria, propriedades e estrutura de dados, sendo compatíveis com o software Navisworks da Autodesk, que foi o software definido para simulação do 4D. Posteriormente, foi feita a importação e vinculação do modelo 3D e cronograma com todas suas atividades para o software Navisworks.

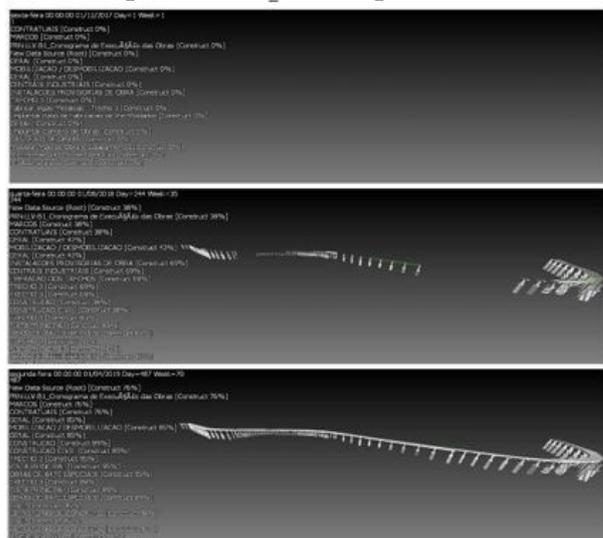
Figura 8 – tela ambiente Navisworks



Fonte: Almeida [19]

Com a finalidade de melhorar a simulação foi feita também uma animação capaz de interagir com o objeto de modelo, no qual se observa a fase da obra vinculada com suas datas e atividades. Assim, ao pesquisar por uma data específica, é possível visualizar o estágio da obra, mostrando o que já foi ou não construído e o que está em construção no momento com a descrição de suas atividades.

Figura 9 – diferentes estágios da obra



Fonte: Almeida [19]

A estrutura analítica de projeto (EAP) é o melhor caminho para identificar as atividades, para isso, foi importante que ela tivesse um completo detalhamento de duração, dependência ou não das atividades e o cronograma. Desse modo, com a EAP completa e modelo BIM codificado e relacionado com modelo 3D, pode-se dizer que o sistema BIM 4D foi muito útil para a otimização de produção.

Devido a essa capacidade do método de modelagem, fazendo a simulação de cenários em diferentes estágios da obra com suas atividades descritas, pode-se dizer que o BIM 4D é capaz de realizar planejamentos muito mais precisos, evitando possíveis erros e atrasos, como acontece nas obras e projetos que ainda não o utilizam.

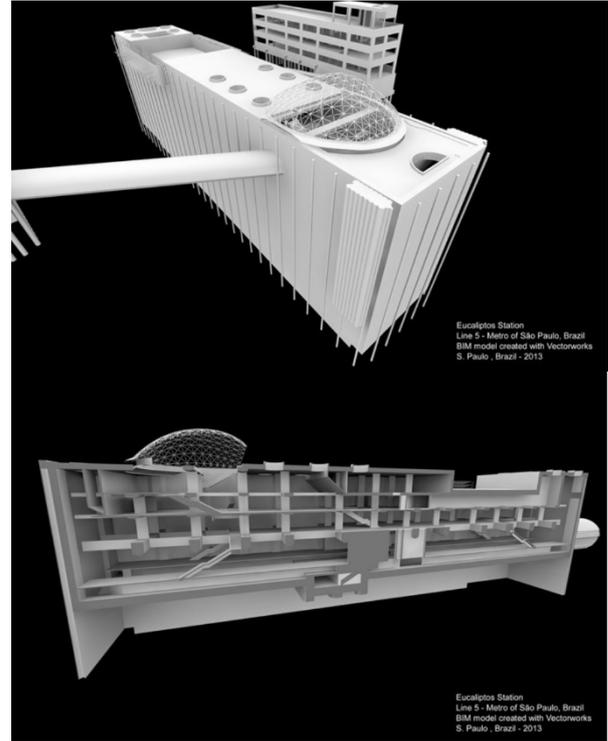
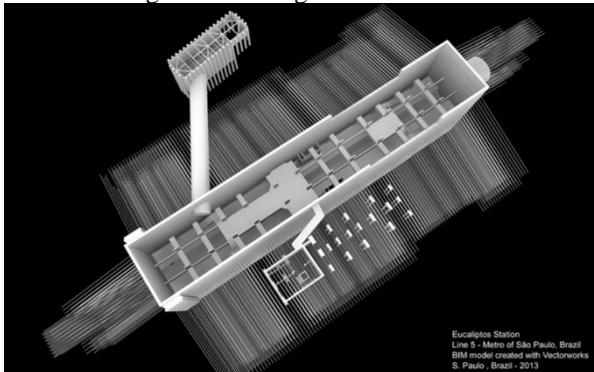
7.2 Expansão metrô de São Paulo

Devido a alta demanda, os investimentos em novas linha de metrô na cidade de São Paulo aumentam constantemente, gerando uma necessidade de aceleração de projetos e construção de novas linhas. Peça fundamental para atingir esse objetivo, O BIM foi utilizado na construção das novas estações Eucaliptos e Moema, ambas pertencentes a Linha 5 – Lilás para realizar modelagem 3D e análise 4D da construção.

Para a criação de modelos 3D e levantamento de quantitativos, foi utilizado software Vectoworks e para a sincronização dos elementos desse modelo com as atividades do cronograma foi utilizado o *software* Synchro, criando uma análise em 4D e, posteriormente, realizou-se também filmes e imagens para apresentação da programação de serviços às equipes de produção, segurança e qualidade da obra.

Outrossim, por meio do BIM 4D, foi possível alcançar benefícios como, por exemplo, maior velocidade e precisão para planejar cronogramas. A utilização dos filmes e imagens para apresentação da obra para colaboradores externos, facilitou o entendimento de forma prática e rápida, além de permitir que o cliente escolhesse a melhor alternativa para suas necessidades, facilitando as tomadas de decisão de forma rápida nas análises de diferentes cenários.

Figura 10 – imagens modelos 3D



Fonte: Castro [20]

7.3 Edifício residencial em São Paulo

O edifício localizado na cidade de Águas de São Paulo com seis pavimentos e 64 apartamentos teve início de sua obra no começo do ano de 2022. Inicialmente foi elaborado a estrutura analítica de projeto (EAP) contendo todas as tarefas para sua construção com suas durações, todas interligadas de acordo com início e término. O cronograma foi realizado no software Project e posteriormente transferido para Navisworks juntamente com os modelos em 3D dando início para a modelagem 4D do BIM e com isso, foi realizada a vinculação de todos elementos 3D com cada tarefa descrita no cronograma. Por fim, foram realizadas diversas simulações em diversos cenários e exportação de vídeos que permitiram uma visualização como um todo da obra, facilitando assim o entendimento do projeto pelos profissionais e cliente.

Com aplicação do BIM 4D foi possível verificar benefícios para o planejamento de obra, como possibilidade de identificação de possíveis conflitos, visualização dos impactos devido as mudanças de cronograma, possibilidade de simulação de diversos

cenários minimizando possíveis falhas, entre outros, com isso o BIM 4D mostrou ser bastante efetivo para o planejamento de obras.

8. Considerações finais

Como exposto neste artigo, a metodologia BIM é capaz de proporcionar grandes avanços e melhorias na área do planejamento de obras civis, por meio do uso de sua quarta dimensão. Apesar dos desafios e das barreiras enfrentadas, sobretudo, pelas empresas e profissionais brasileiros, na sua implementação, gradativamente, nota-se uma crescente no uso dessas tecnologias.

Com os estudos de caso apresentados, foi possível perceber a evolução que o BIM 4D traz para a construção civil, permitindo a integração de informações durante todas as etapas de projeto, incluindo o planejamento, construção e gerenciamento, sendo possível a realização de ensaios, reduzindo custos e facilitando a identificação de erros e com isso planejando de forma mais precisa.

O BIM, portanto, é uma ferramenta capaz de modernizar a construção civil, e contribuir para processos de criação, planejamento e controle de projetos, e, naturalmente, seu uso deve se tornar mais comum. Mas para que isso aconteça, é necessário uma mudança cultural profunda e o perfeito entendimento de seus desafios e benefícios no médio e longo prazo.

9. Referências

- [1] RAZOR. *História dos softwares: o AutoCAD e suas contribuições para as Engenharias e Arquitetura*. Disponível em: <https://razor.com.br/blog/tecnologia/historia-do-autocad/>. Acesso em: 09 abr. 2023.
- [2] RUBK. *O que é BIM?* Disponível em: https://www.rubk.com.br/o-que-e-bim/?utm_source=google&utm_medium=cpc&utm_campaign=rubk&utm_content=rubk-oque-a&utm_term=o%20que%20%C3%A9%20bim%20na%20engenharia&utm_campa
- [3] SPBIM. *História do BIM*. Disponível em: <https://spbim.com.br/a-historia-do-bim/>. Acesso em: 12 abr. 2023.
- [4] VIDENCI. *O que é BIM: Quais as vantagens, funcionamento e suas aplicações*. Disponível em: <https://blog.videnci.com/o-que-e-bim-entenda-como-fun-ciona-e-suas-aplicacoes/>. Acesso em: 14 abr. 2023.
- [5] DEGASPERI, B. A. *Estudo da tecnologia BIM e os desafios para sua implantação*. Rio de Janeiro: UFRJ, 2019.
- [6] GUIOTI, C. C. *Plataforma BIM na construção Civil: vantagens e desvantagens na implantação*. Brasília: Universidade Católica de Brasília, 2014.
- [7] BIBLUS. *Desafios na implementação BIM*. Disponível em: <https://biblus.accasoftware.com/ptb/desafios-na-implementacao-bim/>. Acesso em: 16 abr. 2023.
- [8] SINGE. *Do 3D ao 7D – Entenda todas as dimensões do BIM*. Disponível em: <https://www.sience.com.br/blog/dimensoes-do-bim/#:~:text=As%20dimens%C3%B5es%20da%20metodologia%20BIM,%207D%20%E2%80%93%20gest%C3%A3o%20de%20instala%C3%A7%C3%B5es>. Acesso em: 19 abr. 2023.
- [9] ORCAFASCIO. *Conheça as 7 dimensões do BIM e suas vantagens*. Disponível em: <https://www.orcafascio.com/papodeenge>

- [nheiro/dimensoes-do-bim/](#). Acesso em: 19 abr. 2023.
- [10] DESCKGRAPHICS. *Do 3D ao 8D: conheça as dimensões do BIM*. Disponível em: <https://blog.desckgraphics.com.br/do-3d-ao-8d-conheca-as-dimensoes-do-bim/>. Acesso em: 19 abr. 2023.
- [11] MATSUI, G. A. *Aplicação do BIM 4D para a otimização do cronograma físico de uma obra*. Goiânia: Universidade Federal de Goiás, 2017.
- [12] BIBLUS. *BIM 4D: os benefícios da “dimensão tempo”*. Disponível em: <https://biblus.accasoftware.com/ptb/bim-4d-os-beneficios-da-dimensao-tempo/>. Acesso em: 21 abr. 2023.
- [13] GRUPOAJBIM. *Planejamento de obras em BIM*. Disponível em: <https://grupoajbim.com/planejamento-de-obras-em-bim/>. Acesso em: 21 abr. 2023.
- [14] PREVISION. *BIM 4D para planejamento e controle de obras*. Disponível em: <https://www.prevision.com.br/blog/bim-4d-para-planejamento-e-controle/>. Acesso em: 23 abr. 2023.
- [15] AECWEB. *Como o BIM 4D transforma o planejamento e construtoras e incorporadoras?* Disponível em: <https://www.aecweb.com.br/revista/materias/como-o-bim-4d-transforma-o-planejamento-de-construtoras-e-incorporadoras/21205>. Acesso em: 23 abr. 2023.
- [16] AUTODOC. *Conheça os principais softwares que trabalham com BIM*. Disponível em: <https://site.autodoc.com.br/conteudos/conheca-os-principais-softwares-que-trabalham-com-bim/>. Acesso em: 23 abr. 2023.
- [17] SPBIM. *Conheça os principais softwares que trabalham com BIM*. Disponível em: <https://spbim.com.br/o-que-e-synchro/>. Acesso em: 25 abr. 2023.
- [18] LABONE. *Conheça mais detalher sobre Ms Project*. Disponível em: <https://www.laboneconsultoria.com.br/ms-project-o-que-e/>. Acesso em: 25 abr. 2023.
- [19] ALMEIDA, B. A. *Uso do BIM 4D para planejamento executivo de uma obra de acesso elevado na ponte Rio-Niterói*. Goiânia: UNICID, 2021.
- [20] CASTRO, B. L. C. L. *Aplicação do BIM em projetos de infraestrutura nas fases pre-completion e/ou post-completion*. Brasília: CGU 2019



Os perfis de liderança aplicados no Gerenciamento de Projetos.

Leadership profiles applied in Project Management

GONÇALVES, Bernardo¹; BIALOWAS, Amanda²
 bernardo_marau@hotmail.com¹; eng.amandasaiago@gmail.com².

¹Engenheiro de produção, Pós-graduando em Gestão e Gerenciamento de Projetos, NPPG/POLI-UFRJ

²Engenheira Civil e de Segurança do Trabalho, Especialista em Gerenciamento de Projetos, FVG-RJ

Informações do Artigo

Palavras-chave:

Liderança

Gerenciamento de pessoas

Gerenciamento da

Comunicação

Key words:

Leadership

People management

Communication

Management

Resumo:

Os estudos sobre as formas de liderança vêm ganhando cada vez mais foco e requisitando cada vez mais dos profissionais de modo geral, dentre eles o gerente de projeto. Muitas organizações já entenderam que essa é a chave para o desenvolvimento de equipes que trazem bons resultados e, conseqüentemente, ganho financeiro. Nesse trabalho serão apresentados alguns perfis de liderança e os aspectos considerados como mais importantes em relação ao tema, tais como, comunicação, inteligência emocional, motivação, negociação e gerenciamento de conflitos, além de algumas características ditas como fundamentais para o desenvolvimento de pessoas e a formação de equipe. O texto abordará também a relação entre o indivíduo, com suas subjetividades e percepções frente aos papéis de líder e liderado e como isso influencia em seu desenvolvimento e produção. Por fim, serão abordadas as características principais de cada tipo de liderança, que não necessariamente competem entre si, porém se complementam a depender da maturidade da equipe liderada.

Abstract:

Studies on forms of leadership have become increasingly focused and demanding more and more from professionals in general, including the project manager. Many organizations have already understood that this is the key to developing teams that bring good results and, consequently, financial gain. In this work, some leadership profiles and the aspects considered most important in relation to the subject will be presented, such as communication, emotional intelligence, motivation, negotiation and conflict management, in addition to some characteristics said to be fundamental for the development of people and the team formation. The text will also address the relationship between the individual, with their subjectivities and perceptions of the roles of leader and subordinate and how this influences their development and production. Finally, the main characteristics of each type of leadership will be addressed, which don't necessarily compete with each other, but complement each other depending on the maturity of the team led.

1 Introdução

Cada vez mais organizações voltam sua atenção sobre o tema liderança, percebendo que o desenvolvimento de líderes qualificados apresenta retornos expressivos tanto financeiros quanto na imagem da empresa frente ao mercado como um todo. Portanto, os estudos sobre as formas de liderança vêm ganhando cada vez mais foco e requisitando ainda mais dos profissionais de modo geral, dentre eles o gerente de projetos.

Quando se estuda sobre pessoas, existe sempre a subjetividade de cada indivíduo, ou seja, as características e vivências de uma determinada pessoa influenciam diretamente em seu perfil de liderança, fazendo com que ela tenha maior aptidão em determinados aspectos do que em outros, da mesma forma que o liderado, por ser tratar de outro indivíduo com suas respectivas vivências e percepções, é impactado de diferentes formas conforme as ações aplicadas pela liderança.

Nesse trabalho serão apresentados alguns perfis de liderança, os aspectos considerados como mais importantes em relação ao tema, tais como, comunicação, inteligência emocional, motivação, negociação e gerenciamento de conflitos, além de algumas características ditas como fundamentais para o desenvolvimento de pessoas e a formação de equipe. Serão também abordadas as características principais de cada tipo de liderança, que não necessariamente competem entre si, porém se complementam a depender da maturidade da equipe liderada.

2 Liderança

Segundo o PMI [1] liderança é definida como:

Conhecimento, habilidades e comportamentos necessários para orientar, motivar e dirigir uma equipe, para ajudar a organização a atingir suas metas de negócios. (p.56) [1].

Já Tonet *et al* [2] aborda sobre algumas contradições tanto na literatura quanto na prática do que é esperado de uma liderança.

Tradicionalmente o líder é definido como alguém que vai à frente de seus seguidores, quem define o rumo a ser seguido, assume as decisões, ajusta quando necessário, controla os resultados e zela para que as pessoas se mantenham motivadas, porém essa base se apresenta em uma visão individualista de mundo.

Os autores [2] indicam ainda que tal visão individualista de mundo vem sendo substituída por outra mais abrangente, centrada na participação coletiva, o que traz o papel de facilitador ao líder, que passa a facilitar os processos organizacionais estimulando assim o desenvolvimento das pessoas. Esse líder passa a confiar e ouvir mais sua equipe, trabalhando junto com os demais, estimulando e valorizando o desenvolvimento individual e coletivo.

Baumotte *et al* [3] complementam ainda a visão mais abrangente da liderança, intitulando-a como Liderança Participativa, onde o líder deixa de atuar como uma autoridade distante e passa a atuar como um agregador, um incentivador de sua equipe conseguindo que os mesmos tragam melhores resultados. Ou seja, líder passa a ter a missão de dar condições de treinamento e estimular o autodesenvolvimento, trazendo para ele a característica de desenvolver pessoas permanentemente.

Baumotte *et al* [3] vão ainda além e apresentam que liderança é um processo de influência, explicando que sempre que um indivíduo tenta influenciar o comportamento de outra pessoa isto se caracteriza como um processo de liderança. Porém para que essa influência aconteça é primordial que as percepções dos indivíduos (influenciador e influenciado) estejam alinhadas e sejam compatíveis, se não, de nada valerá e a influência simplesmente não acontecerá.

3 Gerenciamento da Comunicação

3.1 Comunicação

Segundo o PMI [1] os melhores gerentes de projetos gastam aproximadamente 90% do

tempo se comunicando. Por definição comunicação é a ação ou efeito de comunicar, transmitir ou receber ideias, conhecimentos ou mensagens com o intuito de compartilhar informações. É de conhecimento comum que a comunicação é função essencial desenvolvida pelo ser humano, ela ocorre por gestos, sons e/ou olhares e quando estabelecida é gerada a sintonia entre os envolvidos, deixando as pessoas receptivas à informação e gerando empatia entre as mesmas, o que é fundamental para o envio da mensagem e influência no receptor.

Chaves *et al* [4] explicam de forma didática que a comunicação é um processo que depende de pelo menos três elementos básicos: a pessoa que fala, chamada de emissor; o que ela tentou dizer, chamada de mensagem; e a pessoa que escuta, chamada de receptor.

Tonet *et al* [2] complementam ainda mais a ideia apresentando e discorrendo sobre o processo de comunicação, sendo este composto por alguns elementos básicos definidos como: fonte, codificador, canal, mensagem, decodificador, receptor e ruído. Onde, fonte é quem emite a mensagem para o receptor. Codificador é a tradução da mensagem para uma linguagem que seja entendida por outra pessoa. Canal é o suporte de transmissão da mensagem. Mensagem é o conteúdo, o que é dito, escrito ou transmitido por símbolos ou sinais e tem o objetivo de gerar reações e/ou comportamentos. Já receptor é quem recebe a informação e a interpreta, decodificando assim a mesma.

O ruído se apresenta como tudo aquilo que cria barreira na comunicação, afetando e interferindo na transmissão e recepção da mensagem. Alguns exemplos de ruído são erros de escrita e interpretação, tom de voz, falta de atenção, uso de jargões, siglas e códigos não familiares ao receptor.

Tonet *et al* [2] vão mais além, incluindo o aspecto relacional que envolve todo o processo supracitado. Com isso eles trazem a perspectiva de conhecer e interpretar o receptor para um melhor estabelecimento da comunicação. Ou seja, o bom comunicador,

conhecendo o receptor da sua mensagem estabelece o melhor canal e codificação que alcançará de forma mais efetiva a pessoa que está recebendo a informação.

Um exemplo prático dentro de uma equipe de projetos seria o caso de pessoas que recebem melhor uma tarefa por e-mail, onde lerão com calma, em seu tempo e interpretarão corretamente o trabalho a ser realizado, em contrapartida a um possível segundo grupo de pessoas, que receberão melhor a designação de uma determinada tarefa em uma conversa frente a frente com o gerente, onde poderão perceber melhor a ênfase do serviço e tirar suas dúvidas de forma imediata.

Mehrabian e Ferris *apud* Chaves *et al* [4] exemplificam a dificuldade na comunicação com um estudo realizado por eles, onde concluiu-se que em uma apresentação diante de um determinado grupo, 55% do impacto são determinados pela linguagem corporal, 38% pelo tom de voz e apenas 7% pelo conteúdo da apresentação, ou seja, transmitida por palavras. Concluindo-se então que a maior parte da comunicação acontece por meios não verbais tais como entonação de voz, gestos, postura dos interlocutores, sinais de concordância, dentre outros.

Algumas atitudes provenientes tanto do locutor quanto do receptor são determinantes para o alcance da comunicação conforme apresentado por Tonet *et al* [2] que classificam as mesmas como comunicação não verbal.

O primeiro exemplo das atitudes não verbais são as “atitudes para consigo” que dizem respeito ao autoconhecimento, a conhecer individualmente seus limites e deficiências, para assim desenvolvê-las e não deixar que as mesmas afetem o processo de comunicação.

Outro exemplo são as “atitudes sobre o assunto”, que dizem respeito à opinião do locutor em relação ao tema abordado e podem envolver, inclusive, se o mesmo acredita ou não no que está falando, o que faz toda a diferença no processo de influência e

transmissão da mensagem que locutor terá sobre o receptor.

E o último exemplo são as “atitudes para com o receptor”, que está relacionada com a percepção que o locutor tem a respeito do receptor, sendo um bom exemplo o líder que acredita em sua equipe ter maiores chances de obter sucesso na comunicação do que o que não acredita.

O PMI [1] cita que comunicação está entre as qualidades e habilidades de um bom líder. Este tópico envolve a dedicação de tempo com a comunicação, a administração de expectativas, o aceite de feedback de forma positiva, o fornecimento de feedback de forma construtiva e a capacidade de perguntar e ouvir.

3.1.1 Os 5Cs das Comunicações

Uma ferramenta apresentada pelo PMI [1] são os 5Cs das comunicações, que apesar de não conseguir eliminar de vez os mal-entendidos alcança uma redução significativa dos mesmos quando bem aplicada nas comunicações escritas e faladas.

Os 5Cs das comunicações são:

- (1) Correta – utilização da gramática e ortografia corretas;
- (2) Concisa – uso de expressão concisa e eliminação do excesso de palavras;
- (3) Clara – Propósito e expressão claros direcionados às necessidades do leitor;
- (4) Coerente – aplicação de um fluxo lógico e coerente das ideias apresentadas;
- (5) Controlada – apresentação de um fluxo de palavras e ideias controlado, podendo envolver imagens ou apenas resumos.

3.2 Feedback

No contexto da comunicação, o PMI [1] define *feedback* como as reações sobre as comunicações, ou seja, como foi recebida a informação transmitida pelo locutor, essa é uma forma de garantir que o receptor decodificou a mensagem de forma correta e conseguiu retransmiti-la mantendo a ideia original.

Além de corroborar a definição exposta no parágrafo anterior, Chaves *et al* [4] apresentam o *feedback* comportamental que está ligado à ideia de como ações individuais afetam outras pessoas e o grupo de forma geral. Esse tipo de *feedback* tem o intuito de modelar o comportamento individual, ajustando-o, para que a pessoa atinja os resultados pretendidos.

Os autores complementam ainda explicando que o *feedback* comportamental é, inclusive uma forma de autoconhecimento pois ajuda o indivíduo a compreender seu comportamento e, se necessário, ajustar o mesmo, alinhando-o com suas intenções.

Tonet *et al* [2] reiteram a ideia supracitada trazendo para o contexto de equipes, mostrando assim como o comportamento individual afeta a postura dos membros de uma mesma equipe. Assim como o comportamento da equipe afeta um ou mais membros.

Porém, nem sempre o *feedback* será bem recebido e visto como uma oportunidade de melhoria, algumas pessoas podem recebê-lo como crítica ou ofensa, por isso, os autores reforçam que cabe ao locutor alguns cuidados na hora de transmiti-lo.

Os aspectos apresentados como fundamentais por Tonet *et al* [2] na hora da transmissão de um *feedback* são:

- A imparcialidade - não deve haver julgamento;
- A aplicabilidade – devendo ser expostos comportamentos que sejam passíveis de modificação por parte do receptor;
- A especificidade – o locutor precisa ser o mais específico possível sobre o ponto de atenção;
- A oportunidade – deve levar em conta o momento, dando preferência em ser o mais breve possível, o local, dando assim privacidade à conversa e o momento psicológico que as partes envolvidas (locutor e receptor) se encontram, valendo a pena, inclusive, adiar a

conversa para um momento onde as pessoas estarão mais receptivas;

- A diretividade – que indica que quem percebeu o ato é quem deve relatar o mesmo ao receptor do *feedback*.

Por fim, os autores complementam que todo *feedback* deve vir com a intenção de crescimento e desenvolvimento do outro, devendo ser firme porém, nunca agressivo. Essa é uma excelente ferramenta de gestão quando usada no momento certo.

4 Gerenciamento e Desenvolvimento de Pessoas e Equipe

Segundo o PMI [1] o desenvolvimento de equipe é um processo de melhoria de competências, da interação da equipe e do ambiente, visando o aprimoramento do desempenho do projeto. O resultado desse processo, quando bem estabelecido, é a melhoria no trabalho em equipe, a evolução das habilidades interpessoais, o aprimoramento das competências, a motivação dos colaboradores e a redução das taxas de rotatividade de funcionários.

Já o gerenciamento de equipe envolve o acompanhamento do desempenho de seus membros, o fornecimento de *feedback*, a resolução de problemas e o gerenciamento de mudanças, visando a otimização do desempenho do projeto. Tendo como maiores benefícios: a influência no comportamento da equipe, a gerência de conflitos e a solução de problemas.

Baumotte *et al* [3] incluem ainda a necessidade de alinhamento entre as estratégias da empresa com a política de gerenciamento de pessoas, o que foca na competência do colaborador versus as competências necessárias para atuação em determinado cargo. Assim surgem os projetos de gestão de competências que englobam remuneração, seleção de pessoal, recrutamento interno, plano de sucessão, desenvolvimento das lideranças, avaliação de desempenho e treinamento de desenvolvimento.

Com isso, os autores apresentam duas formas de gestão que focam em competências: a gestão *de* competência e a gestão *por* competência. A gestão *de* competência é um processo de mapeamento, desenvolvimento e alocação do recurso, ou seja, visa ter a pessoa com determinada característica, no momento certo a um preço justo ao negócio, tendo como meta a elevação do nível de capacitação dos colaboradores que já fazem parte do quadro da empresa. Já a gestão *por* competência foca na seleção de pessoas que já tenham determinada característica necessária ao momento do projeto, sendo este um diferencial na possível contratação ou na remuneração deste colaborador.

Tonet *et al* [2] trazem ainda uma visão humanística do tema, apontando que os colaboradores precisam estar dispostos a aprender e se adequar às necessidades do projeto, pois nenhuma equipe de trabalho nasce pronta, portanto, é fundamental que ela seja desenvolvida continuamente.

4.1 Inteligência Emocional

A abordagem da Inteligência Emocional no PMI [1] é tratada no capítulo de Técnicas e Ferramentas do gerenciamento de equipes que define a mesma como uma habilidade interpessoal, cujo indivíduo tem a capacidade para identificar, avaliar e gerenciar suas próprias emoções, as de terceiros, bem como as emoções coletivas da equipe.

Através da capacidade de identificar, avaliar e controlar os sentimentos dos membros da equipe de projeto, a inteligência emocional ajuda na redução da tensão e aumento da cooperação entre as pessoas envolvidas na equipe, visto que essa capacidade proporciona uma antecipação às ações dos membros, um reconhecimento de suas preocupações e o acompanhamento de seus problemas.

Carvalho *et al* [5] complementam ainda explicando que o controle sobre si é manifestado pelo autodomínio, equilíbrio e ponderação e traz como consequência o aumento da tolerância do indivíduo às

ambiguidades, o qual passa a aceitar melhor interpretações diferentes das suas. Essa capacidade favorece inclusive a aceitação do imprevisível, daquilo que depende de variáveis não controláveis. Concluindo, portanto que o autocontrole das emoções, impulsos e desejos facilita a capacidade de pensar antes de agir, fazendo com que a pessoa aceite e desfrute de tudo que engloba os sentimentos e aprenda a controlar sua ansiedade melhorando assim sua forma de agir.

Valle *et al* [6] indicam que é possível desenvolver e aprimorar habilidades de inteligência emocional por meio de treinamentos. E que saber lidar com sentimentos e emoções está diretamente ligado ao sucesso profissional. No livro são identificados cinco domínios da inteligência emocional em duas áreas relacionais, são elas: Intrapessoal, que engloba os domínios do autoconhecimento, gerenciamento de emoções e motivação; e interpessoal, que engloba os domínios da empatia e do manejo das relações.

Valle *et al* [6] apresentam, portanto que Inteligência Intrapessoal envolve autoconsciência e autodomínio, sendo a capacidade de se moldar em um modelo verdadeiro e preciso e usá-lo de forma efetiva e construtiva.

Nos domínios incluídos neste tipo de inteligência estão: o autoconhecimento, que é definido pela habilidade de monitorar as próprias reações emocionais e identificar os sentimentos à medida que eles surgem; o gerenciamento das emoções, que é desenvolvido através da compreensão das origens das emoções identificadas no autoconhecimento; e a motivação, que demanda a canalização das emoções de maneira eficaz.

Ainda segundo Valle *et al* [6] já a Inteligência Interpessoal envolve a empatia e a habilidade de estabelecer bons relacionamentos criando um ambiente que conduz uma boa interação entre seus membros. Ela é apresentada como a capacidade de entender os outros,

identificando o que os motiva, a forma que trabalham e como trabalhar de forma cooperativa com os mesmos.

Os domínios da Inteligência Interpessoal são: a empatia, que tem relação com o grau de sensibilidade e preocupação com o sentimento das outras pessoas, fazendo com que o indivíduo avalie determinadas situações da perspectiva do outro; e o manejo das relações, que é a capacidade de captar e administrar o ambiente emocional da organização.

4.2 Motivação

Todo comportamento humano é motivado, porém Baumotte *et al* [3] explicam que não se deve confundir motivação com estímulo. A motivação provém, principalmente, de uma força interna do ser humano, onde a pessoa atende suas necessidades em busca de satisfação. Os autores pontuam ainda que as palavras motivação e emoção provenham do verbo latino *movere*, que significa mover-se. Desta forma facilita o entendimento que motivação requer uma ação inicial do próprio indivíduo.

A motivação verdadeira faz com que a pessoa esteja sempre se auto estimulando sem que haja necessidade de tanto estímulo externo. Baumotte *et al* [3] apresentam alguns tipos de fontes de motivação, dentre elas estão a comportamental; a social, que envolve a imitação de modelos e a integração de um grupo; a biológica, que ativa os sentidos (tato, olfato, paladar) e atende as necessidades como sede, fome ou desconforto; a cognitiva, que envolve a compreensão das coisas, tomada de decisões, resolução de problemas e eliminação de ameaças e riscos; a afetiva, que faz referência a autoestima, ao aumento da segurança; a conexão, que é ligada à realização de sonhos e objetivos, sobre ter o controle da própria vida; e por fim, a espiritual, que busca entender o propósito da vida. Portanto, o que motiva uma pessoa não é o que motiva outra.

No Gerenciamento de Projetos, uma das principais habilidades que o gerente do projeto deve possuir é a de se mostrar sempre

motivado em qualquer situação. Com isso ele consegue transmitir à sua equipe a calma e confiança necessárias para alcançar o objetivo final, entrando assim na seara do estímulo.

Para estimular, é fundamental que o gerente entenda o que motiva os integrantes de sua equipe, afinal, Valle *et al* [6] explicam que, um estímulo externo pode dar origem à determinado comportamento específico. Alguns exemplos de estímulos externos são recompensas e restrições e existem pessoas que se mostram mais abertas a esses fatores ambientais do que outras, que são levadas mais por fatores internos ao indivíduo, ou seja, seus valores e convicções.

Conclui-se, portanto que é necessário que o gerente entenda os integrantes de sua equipe, descobrindo o que os motiva e estimulando assim comportamentos, que de preferência envolvam valores e orgulho, mas que também considerem os fatores ambientais externos e ajudem no alcance do objetivo estabelecido e no sucesso do projeto.

4.3 Negociação e Gerenciamento de Conflitos

Baumotte *et al* [3] apresentam um estudo realizado pela *American Management Association*, onde é definido que um Gerente de Projetos gasta, pelo menos, 20% de seu tempo gerenciando conflitos, deste fato, se pode concluir a importância de ter o conhecimento e a capacidade para tal gerenciamento. O ponto de partida está na habilidade de entender e diagnosticar a causa do conflito. Na sequência vem a escolha da melhor estratégia de comunicação e negociação condizentes com as personalidades dos indivíduos ali envolvidos visando gerar um clima de confiança e respeito.

Baumotte *et al* [3] ressaltam que conflitos são basicamente inevitáveis no ambiente de projetos, visto que, por definição “conflito” é o afloramento da discordância entre indivíduos, porém, não necessariamente precisa ser visto como algo negativo, pois, quando estimulados corretamente podem trazer respostas positivas ao projeto, tais

como novas ideias e soluções. Por isso é tão importante que o GP conheça os diversos métodos de gerenciamento de conflitos interpessoais, sabendo assim definir a melhor atitude para determinado cenário, trazendo de preferência um viés de negociação “ganha/ganha” onde se busca encontrar uma solução que traga satisfação a ambos os indivíduos ali envolvidos.

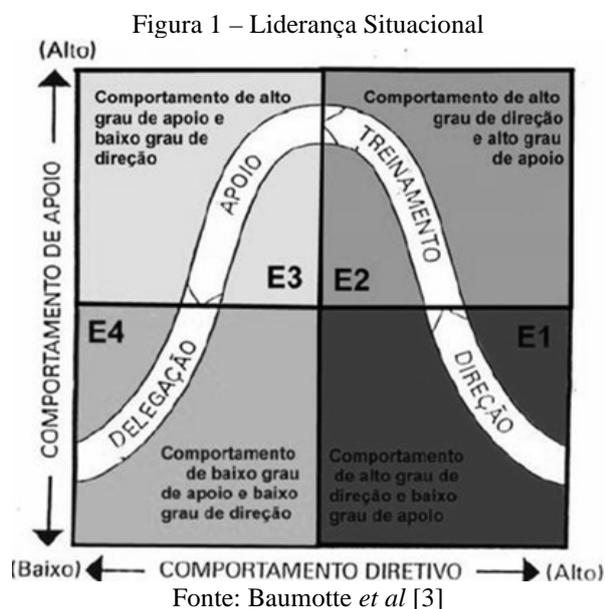
Para tornar-se um bom negociador Carvalho *et al* [5] explicam que é fundamental ter conhecimento do indivíduo envolvido, ou seja, saber o que ele pratica, seu modo de agir, quais são suas preocupações e suas prioridades. São destacadas algumas características básicas de um bom negociador, entre elas estão: ter conhecimento do assunto em questão; ter se planejado e estar preparado para a negociação; ter raciocínio rápido sob pressão e incerteza; saber escutar; saber se comunicar de forma expressiva; e ser íntegro.

O processo de negociação pode ser dividido em Planejamento, Execução e Controle. O planejamento ajuda o negociador a ter uma perspectiva mais abrangente do cenário, ou seja, ajuda na antecipação de possíveis desvios, elaborando assim diversas hipóteses com suas respectivas soluções e caminhos a serem tomados, mitigando desta forma, a ansiedade e a insegurança causada pelas incertezas. A fase da Execução pode ser segmentada em alguns estágios, sendo comum que o primeiro aborde questões mais voltadas ao relacionamento das partes envolvidas, ou seja, no conhecimento e estabelecimento de laço com indivíduo que está do outro lado da negociação, buscando assim identificar os pontos divergentes e convergentes a serem utilizados nos estágios de argumentação, apresentação da proposta e negociação de fato. Por fim, a fase de Controle é onde se garante que seja cumprido o que foi acordado alcançando assim a credibilidade como bom negociador.

5 Estilos de Liderança no Ambiente de Projetos

Se antigamente a liderança era exercida como uma autoridade distante, atualmente essa tarefa se transformou de uma atividade agregadora e incentivadora, cabendo ao líder buscar sempre o melhor da equipe, se ajustando a cada situação e tendo como missão o desenvolvimento de pessoas, essa visão é exposta por Baumotte *et al* [3] que vai além e exemplifica alguns estilos de liderança com seus respectivos padrões de comportamento.

Os padrões de comportamento podem ser representados em dois eixos distintos e separados como em um gráfico (x, y) dividido em quatro quadrantes, onde o eixo x seria o comportamento diretivo e o eixo y o comportamento de apoio, esses comportamentos não se excluem, eles tendem a variar conforme a situação entre líder e liderados. Os quatro quadrantes são influenciados pelo grau de aderência do líder em cada comportamento e podem ser mais bem entendidos na Figura 1.



O quadrante E1 é chamado de **Direção**, onde o líder tem um comportamento de liderança alto, porém um comportamento de apoio baixo, esse tipo de liderança é aquele onde o líder define e transmite as tarefas de forma minuciosa a seus subordinados,

supervisiona de perto a implementação destas e usa basicamente uma comunicação de mão única, onde ele manda e os liderados obedecem.

Já no quadrante E2, chamado de **Treinamento**, é onde o líder detém alto grau tanto de comportamento de apoio como de comportamento diretivo, ou seja, o líder direciona exatamente a tarefa, como e quando executá-la, porém ao mesmo tempo ele abre a comunicação aos seus liderados, ouvindo suas ideias e sugestões, mesmo que a tomada de decisão final seja exclusivamente dele.

No quadrante E3 é apresentado o **Apoio**, onde existe alto grau de comportamento de apoio, porém baixo grau de comportamento diretivo, é mais bem utilizado quando o liderado detém o conhecimento da tarefa, porém não tem a autoconfiança necessária para entregá-la, assim o líder foca mais em uma comunicação de mão dupla, escutando, dando apoio e facilitando a interação, fazendo assim com que o liderado participe do processo de decisão.

E por fim, o quadrante E4 é chamado de **Delegação**, cujo líder tem baixa aderência tanto ao comportamento diretivo como ao comportamento de apoio, ou seja, é mais adequado quando o subordinado já sabe a tarefa a ser executada e tem autoconfiança para tal, porém vale ressaltar que delegação é diferente de abdicação, não eximindo assim o líder de suas responsabilidades.

5.1 A designação de um Gerente de Projetos

Baumotte *et al* [3] expõem que a designação de um Gerente do Projetos depende sempre de como a organização funciona, ela pode acontecer de modo formal, com uma reunião com o patrocinador e uma apresentação completa do que é esperado para o projeto, seu escopo e sua documentação até aquele momento. Ou em um tom mais informal, durante um almoço ou um café, o problema da designação informal é que os papéis, responsabilidades e autoridade no projeto podem não ficar bem definidas e alinhadas, cabendo ao GP coordenar com seu

superior imediato ou com o patrocinador para uma reunião de alinhamento e apresentação formal.

Apesar de não ser considerada como uma boa prática, existem casos onde o profissional é designado após o início do projeto, cabendo ao mesmo estudar e entender o ponto em que se encontra seu andamento, ajustar o planejamento se necessário, bem como analisar e adequar da melhor forma a equipe ali presente.

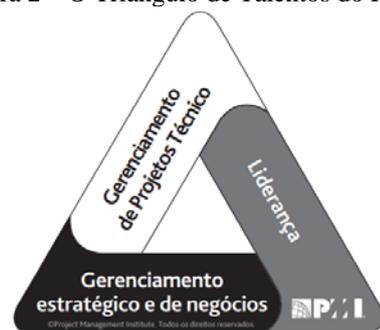
Um gerente pode responder a um ou mais projetos por vez dependendo do porte dos projetos. Os de grande porte ou de complexidade altas exigirão maior disponibilidade do GP e equipe exclusiva. Já os de pequeno porte trazem uma demanda maior devido à falta de rigorosidade nas documentações e a dispersão da equipe, o que trás um caráter mais desafiador ao GP.

5.2 Características fundamentais para um Gerente de Projetos

O PMI [1] ressalta a importância do papel do Gerente de Projetos na liderança de uma equipe quanto ao alcance dos objetivos do projeto. Cabe ao GP liderar os membros de seu time, ser responsável pelo planejamento, coordenação e conclusão dos resultados a serem entregues, além de desenvolver em si as habilidades técnicas específicas de gerenciamento e habilidades de liderança de forma a alcançar o melhor desempenho da equipe, solucionando problemas e tomando decisões de forma eficaz para o projeto.

É apresentado ainda pelo PMI [1] um estudo realizado sobre a aplicação da Estrutura de Desenvolvimento da Competência em Gerenciamento de Projetos às habilidades necessárias em um GP por meio do Triângulo de Talentos®. Os três lados do triângulo são definidos pelas habilidades de Gerenciamento de Projetos Técnico, Liderança e Gerenciamento Estratégico e de Negócios. É destacado ainda que para a máxima eficácia de um gerente de projeto, é necessária a busca pelo equilíbrio nos três conjuntos de habilidades.

Figura 2 – O Triângulo de Talentos do PMI®



Fonte: PMI [1]

O Gerenciamento de Projetos Técnico, como o nome já propõe, diz respeito aos aspectos técnicos da função de gerente de projetos, ou seja, o conhecimento, as habilidades e os comportamentos relativos ao gerenciamento propriamente dito, que envolve desenvolver e controlar os elementos do projeto, entre eles, cronograma, custo, recursos e risco. Porém, a pesquisa afirma que apesar da importância dessa habilidade, cada vez mais as organizações demandam dos gerentes habilidades extras de liderança e inteligência de negócios. Em resumo, ela é fundamental, mas não pode ser única.

Já o Gerenciamento Estratégico e de Negócios envolve o conhecimento e expertise no setor e na organização, promovendo o melhor desempenho e assim alcançando os melhores resultados do negócio. Essa habilidade está vinculada ao conhecimento prático de funções como finanças, marketing, operações, entre outros. Além de demandar que o GP tenha ciência de aspectos fundamentais da organização, tais como, estratégia, missão, metas e objetivos, produtos de serviços, tipos de operação, tecnologia utilizada, o mercado que o negócio está inserido e suas condições, seus concorrentes, entre outros.

E, por fim, a Liderança, que envolve o conhecimento, as habilidades e comportamentos necessários na orientação, motivação e direção de uma equipe. Dentro deste conjunto de habilidades estão englobadas capacidades essenciais, tais como negociação: resiliência, comunicação, resolução de problemas, pensamento crítico, habilidades interpessoais e diversas outras.

O denominador comum em todos os projetos e organizações são as pessoas, portanto, não basta que o GP saiba lidar com gráficos, números, tabelas e dados, ele obrigatoriamente, precisa saber liderar pessoas, estudando seus comportamentos e descobrindo suas motivações, afinal liderança é crucial para o sucesso de projetos nas organizações.

5.3 Características de Equipes de Projetos

Segundo o PMI [1] a Equipe de Gerenciamento do Projeto é composta pelos membros da equipe do projeto que estão diretamente envolvidos nas atividades de gerenciamento do mesmo. Já a Equipe do Projeto é um grupo de indivíduos que apóia o gerente do projeto na execução do trabalho para alcançar seus objetivos. E Equipes Virtuais são grupos de pessoas com um objetivo comum que cumprem suas funções com pouco ou nenhum tempo gasto com reuniões presenciais.

Baumotte *et al* [3] reforça que as equipes de modo geral precisam de bases fortes construídas a partir da discussão de valores, missão, visão, expectativas e normas que basearão o projeto a ser desenvolvido. Durante esse processo de conhecimento e alinhamento é que uma equipe forte vai se formando. Para tanto é necessário que se tenha atenção às metas de desempenho, a estrutura organizacional, aos papéis e responsabilidades, aos conhecimentos e habilidades e ao desenvolvimento contínuo de seus membros.

5.4 Treinamento, Desenvolvimento, Gerenciamento de pessoas e equipes de Projetos

O PMI [1] define projeto como um esforço temporário empreendido para criar um produto, serviço ou resultado único. Isso significa que existe sempre uma data de início e uma data de fim em um projeto. Esse caráter temporário faz com que tanto a equipe quanto a liderança sejam transitórias, desafiando ainda mais o GP no papel de líder.

Baumotte *et al* [3] apresentam as fases de desenvolvimento de uma equipe de projetos, tendo como primeira fase a **Formação**, onde existe uma maior ansiedade por parte dos indivíduos devido ao desconhecimento do que virá no novo projeto. Existe também por parte dos membros certo orgulho por terem sido escolhidos para composição da nova equipe, os indivíduos estão se conhecendo e se avaliando, a produtividade no geral é baixa devido ao desconhecimento e adaptação.

Algumas ferramentas que podem ser usadas para superação desta primeira fase são atividades em grupo para desenvolvimento de um determinado documento do projeto que ajudam a aumentar a coesão entre os indivíduos. Além do treinamento experiencial ao ar livre, onde os participantes vivenciam determinadas situações semelhantes ao dia a dia por meio de experiências e atividades individuais ou em grupo.

A segunda fase é chamada de **Confusão/Conflito** e é aonde os membros vão se apresentando cada vez mais desconfortáveis e impacientes com a falta de progresso, porém ainda não sabem exatamente como prosseguir. Esse momento se mostra propício para o surgimento de conflitos, desunião, tensão e hostilidade visto que é normal que uns culpem aos outros pela falta de um bom andamento. É quando se formam subgrupos e a equipe de modo geral luta para compreender sua missão, meta e papéis dentro do grupo. Cabe ao líder nessa etapa estimular a comunicação e algumas atividades mais informais visando o desenvolvimento da confiança e estabelecimento de boas relações de trabalho – quando em equipes virtuais o uso dessas ferramentas é de extrema importância, visto a desvantagem da falta de contato pessoal.

Na terceira fase, intitulada de **Normatização**, as relações e o andamento dos trabalhos começam a apresentar significativa melhora. O grupo consegue desenvolver algumas regras básicas e normas para o trabalho em equipe, a convivência vai melhorando, fazendo assim com que todos entendam que compõem o mesmo time. No

geral, nessa fase a produtividade continua baixa, porém com as diretrizes mais claras e a boa comunicação e relacionamento entre os membros a tendência é o aumento da produtividade.

A quarta fase é nomeada de **Desempenho**, nela a equipe já está mais confiante e tem de forma clara seus objetivos, começando assim a utilizar de fato os processos e procedimentos definidos e entendidos nas fases anteriores. Os indivíduos apresentam de forma mais livre suas opiniões, fazendo com que o conflito seja moldado de forma a buscar soluções criativas para os problemas apresentados. Nessa fase o trabalho finalmente começa a apresentar resultados mais consistentes.

Por fim, a quinta fase é chamada de Desintegração, onde os objetivos para a formação daquela equipe inicial são atingidos, ou seja, ela não se faz mais necessária, liberando assim seus membros para serem utilizados como recurso em outros projetos da organização.

Baumotte *et al* [3] ressaltam ainda que as cinco fases apresentadas de forma mais didática são facilmente identificáveis nas equipes reais de projetos, mas deixam claro que elas podem se mesclar cabendo sempre ao líder escolher a melhor estratégia para o bom desenvolvimento do seu time.

6 Considerações Finais

Com tudo que foi abordado e descrito neste trabalho, conclui-se que o tema liderança está cada dia mais em foco nas organizações, visto que as mesmas vêm percebendo que o que move seus negócios são pessoas.

Foi visto também que, por se tratar de indivíduos, o líder, assim como seus liderados, traz suas próprias experiências de vida, o que agrega uma subjetividade ao assunto, trazendo incontáveis variáveis a serem consideradas. Porém, o tema é cada vez mais aprofundado como uma habilidade a ser desenvolvida e aprimorada, cabendo ao líder

estudar e se adaptar às necessidades do seu time, adequando assim seu perfil de liderança frente ao grau de maturidade de sua equipe, de forma a motivar e influenciar as pessoas, buscando assim o desenvolvimento tanto do time como um todo, como dos membros de forma individual.

É fundamental também que se entenda que cabe ao indivíduo, sendo líder ou liderado, a busca pelo aprimoramento e desenvolvimento pessoal, pois os estímulos externos só alcançam até certo ponto, o que traz o desenvolvimento pessoal é a motivação.

O ambiente de projetos traz ainda um desafio maior visto seu caráter temporário, onde equipes se formam, se desenvolvem e por fim se desintegram em um período relativamente curto, nesse meio tempo o GP precisa, além de atender a toda demanda técnica referente ao projeto e ao negócio, encaixar os aspectos relacionais e definir a melhor forma de liderar aqueles ali presentes.

7 Referências

- [1] PMI. Project Management Institute. *Um Guia do conhecimento em gerenciamento de projetos (Guia PMBOK)*. 6ª edição ed. São Paulo: Saraiva, 2017.
- [2] TONET, H., Reis; A. M., BECKER Jr.; L. C.; COSTA, M. E. *Desenvolvimento de equipes*. Rio de Janeiro: Editora FGV, 2009
- [3] BAUMOTTE, A. C.; FONSECA, D. P.; SILVA, L. H.; RAJ, P. P. *Gerenciamento de Pessoas em Projetos*. Rio de Janeiro: Editora FGV, 2013
- [4] CHAVES, L. E. SILVEIRA NETO, F. H., PECH G.; CARNEIRO, M. F. *Gerenciamento da Comunicação em projetos* (3ª edição ed.). Rio de Janeiro: Editora FGV, 2014.
- [5] CARVALHAL, E. D.; ANDRADE, G. M.; ARAÚJO, J. V.; KNUST, M. *Negociação e Administração de conflitos* 5ª edição. RJ: Editora FGV, 2017.

- [6] VALLE, J. Â. CAMARGO, Á. A.;
MOTA, E. B.; ZYGIELSZYPER, P. M.
*Gerenciamento de Stakeholders em
projetos*. Rio de Janeiro: Editora FGV,
2014.



Expediente

Supervisão Editorial:

Eduardo Linhares Qualharini

Conselho Editorial:

André Baptista Barcaui, D. Sc. UFRJ, Brasil
Assed Naked Haddad, D. Sc. UFRJ, Brasil.
João Carlos Gonçalves Lanzinha, D. Sc. UBI, Portugal
José Rodrigues de Farias Filho, D.Sc. UFF, Brasil
Raphael Albergarias Lopes, IPMA, D.Sc. Brasil
Vasco Manuel A. Peixoto de Freitas, D. Sc. FEUP, Portugal

Comitê Editorial:

Ahmed W. A. Hammad, D. Sc. UNSW, Austrália
Americo Pinto, D. Sc. Brasil
Claudia Garrido Martins, D. Sc. UNCC, EUA
Darci Prado, PhD., Brasil
Diego André Vasco Calle, D. Sc. Usach, Chile
Dieter Thomas Boer, D. Sc. URV, Espanha
Ricardo Viana Vargas, PhD., UFF, Brasil
Sheila Mara Baptista Serra, D. Sc. UFSCar, Brasil
Vivian W. Y. Tam, PhD. WSU, Austrália

Jornalista Responsável, edição e diagramação:

Denise da Silva Mello Lacerda _ SRTE/RJ 33887

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 207
Cidade Universitária – Rio de Janeiro – CEP: 21941-909
(21) 3938-7965
boletimdogerenciamento@poli.ufrj.br