

UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO  
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DA TERRA  
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

**EVANNY GRACIELLY LIMA RAMOS**

**PLANEJAMENTO DE PRAZO NO SETOR DA CONSTRUÇÃO CIVIL: UM  
ESTUDO DAS TÉCNICAS UTILIZADAS EM OBRAS NA CIDADE  
DE SÃO LUIS - MA**

São Luís  
2019

**EVANNY GRACIELLY LIMA RAMOS**

**PLANEJAMENTO DE PRAZO NO SETOR DA CONSTRUÇÃO CIVIL: UM  
ESTUDO DAS TÉCNICAS UTILIZADAS EM OBRAS NA CIDADE  
DE SÃO LUIS - MA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à  
Universidade Federal do Maranhão, como  
requisito para obtenção do grau de Bacharel em  
Engenharia Civil.

Orientador: Prof. Msc. Fábio Dieguez Barreiro  
Mafra

São Luís

2019

Trabalho de Conclusão de curso (TCC) avaliado e aprovado em sua versão final pela banca examinadora constituída pelos docentes abaixo assinados:

BANCA EXAMINADORA

---

Prof. Me. Fábio Dieguez Barreiro Mafra  
Universidade Federal do Maranhão

---

Prof. Me. Mikhail Luczynski  
Universidade Federal do Maranhão

---

Prof. Esp. Rachid Santos Maluf  
Universidade Federal do Maranhão

Aprovada em        /        /

*“Não existem sonhos impossíveis para aqueles que realmente acreditam que o poder realizador reside no interior de cada ser humano. Sempre que alguém descobre esse poder, algo antes considerável impossível, se torna realidade.”*

*(Albert Einstein)*

*Dedico este trabalho à minha família,  
em especial às duas pessoas mais  
importantes da minha vida, meu pai e  
minha mãe.*

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente a Deus, que é o principal responsável por toda a força para superar as dificuldades e concluir este trabalho de conclusão de curso. Aos meus pais, Amaro e Nilce, por serem os maiores incentivadores do meu sucesso, oferecendo os melhores ensinamentos e estando sempre ao meu lado. Aos meus irmãos, Arthur e Anny, pelo incentivo e apoio de sempre. Aos meus avós, tios, primos, que desejam sempre coragem para enfrentar todas as barreiras da vida. Aos meus sobrinhos, Ananda e Pedro, que são presentes de Deus. Ao meu namorado, Roberto, pois me apoiou durante todo o andamento deste trabalho. A Universidade Federal do Maranhão, ao corpo docente do curso de Engenharia Civil, ao meu excelente orientador Msc. Fábio Dieguez Barreiro Mafra, que auxiliou de forma efetiva na produção deste trabalho. E a todos aqueles que de forma direta ou indireta contribuíram para a sua conclusão.

## RESUMO

Neste período de desenvolvimento do setor de obras da construção civil e efetiva contribuição deste para a economia do país, torna-se importante discutir sobre as suas melhorias. O presente estudo objetivou avaliar as principais técnicas de planejamento de prazos utilizadas na construção civil da cidade de São Luís – MA. Para alcançá-lo, foi necessário discorrer sobre as principais técnicas de planejamento de prazos utilizadas na construção civil, da mesma forma que, analisar o custos-benefícios associados a elas. Para tanto, foi utilizado como método para coleta de dados uma pesquisa bibliográfica, através do estudo levantado no referencial teórico sobre o planejamento de prazos nas obras de construção civil e uma pesquisa de campo por meio de aplicação de formulários em funcionários (engenheiros, técnicos e gerentes de planejamento) das empresas de construção civil de São Luís – MA sobre as principais técnicas utilizadas para planejamento de prazos. A partir da análise de dados foi possível perceber a importância de planejar e controlar os prazos das construções, avaliando os custos-benefícios das principais técnicas utilizadas adequadamente para auxiliar esta etapa, e quais as pretensões por parte dos empreendedores com a implantação de novas tecnologias. Enfim, por meio de todo o estudo realizado constatou-se que as aplicações de técnicas trazem benefícios para o planejamento de prazos, como utilização de Gráfico de Gantt, Linha de Balanço e Método do Caminho Crítico – CPM, mas que ainda necessita de melhoras diante da situação deste setor, ainda com muitos atrasos e incoerência de orçamentos, confirmando a necessidade de implantação de novas tecnologias, como a Modelagem BIM 4D.

**Palavras-Chave:** Planejamento de obras. Planejamento de Prazos. Técnicas de planejamento.

## **ABSTRACT**

In this period of development of the civil works sector and its effective contribution to the economy of the country, it is important to discuss about its improvements. This study aimed to evaluate the main time planning techniques used in the construction of the city of São Luís – MA. To achieve this, it was necessary to discuss the main time planning techniques used in construction, as well as analyze the cost-benefits associated with them. To this end, a bibliographic research was used as a method for data collection, through the study raised in the theoretical framework on the planning of deadlines in construction works and a field research through application of forms to employees (engineers, technicians and planning managers) of the construction companies of São Luís - MA about the main techniques used for time planning. From the data analysis, it was possible to realize the importance of planning and controlling the construction deadlines, evaluating the cost-benefit of the main techniques used properly to assist this step, and what the entrepreneurs want with the implementation of new technologies. Finally, through the whole study it was found that the applications of techniques bring benefits to the planning of deadlines, such as the use of Gantt Chart, Balance Line and Critical Path Method - CPM, but still needs improvement. The situation of this sector, still with many delays and inconsistent budgets, confirming the need to implement new technologies such as BIM 4D Modeling.

**Keywords:** Planning of works. Deadline Planning. Planning techniques.



## **LISTAS DE SIGLAS**

**BIM** - BULDING INFORMATION MODELING

**CPM** - CRITICAL PATH METHOD

**LOB** – LINE OF BALANCE

**MOD** – MÃO DE OBRA DIRETA

**MOI** – MÃO DE OBRA INDIRETA

**PDI** - PRIMEIRA DATA DE INÍCIO

**PDT** - PRIMEIRA DATA DE TÉRMINO

**PMBOK** - PROJECT MANAGEMENT BODY OF KNOWLEDGE

**PMI** – PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE

**SEBRAE** – SERVIÇO BRASILEIRO DE APOIO ÀS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS

**UDI** – ÚLTIMA DATA DE INÍCIO

**UDT** – ÚLTIMA DATA DE TÉRMINO

**WBS** - WORK BREAKDOWN STRUCTURE

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Etapas de Gerenciamento de Tempo	27
Figura 2: Conteúdo das Etapas de Planejamento	29
Figura 3: Aplicação do Método do Caminho	40
Figura 4: Avaliação do Método da Linha de Balanço	44
Figura 5: Linha de Balanço	46
Figura 6: Técnica de Linha de Balanço	47
Figura 7: Exemplo de Atraso das Atividades	48
Figura 8: Associação do Modelo 3D à Sequência Temporal das Atividades da Construção	53
Figura 9: Comparação do Planejamento Inicial (Esquerda) e Avanço Real (Direita)	54
Figura 10: Diagrama de Gantt	55
Figura 11: Representação no Ms Project, Previsto x Realizado	56
Figura 12: Exemplo de Gráfico de Gantt Tempo	57

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Tempo de Trabalho com Planejamento de Obras_____	62
Gráfico 2: Técnicas Utilizadas no Planejamento de Prazos_____	64
Gráfico 3: Técnicas Não Conhecidas_____	66
Gráfico 4: Custo-Benefício das Técnicas_____	68
Gráfico 5: Ganhos Proporcionado Pela Técnica Utilizada_____	71

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Atribuições aos fracassos mais comuns no planejamento e suas Causas	24
Quadro 2: Simbologia Utilizada no Gráfico de Gantt	59

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b>	13
<b>2 JUSTIFICATIVA</b>	15
<b>3. OBJETIVO</b>	16
3.1 OBJETIVO GERAL	16
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	16
<b>4 PLANEJAMENTO</b>	17
4.1 CONTEXTO HISTÓRICO	19
4.2 PLANEJAMENTO DE OBRAS	21
4.3 PLANEJAMENTO DE PRAZOS	26
4.4 PLANEJAMENTO E A HIERARQUIA DE DECISÕES	28
4.4.1 Planejamento Estratégico ou de Longo Prazo	29
4.4.2 Planejamento Tático ou de Médio Prazo	31
4.4.3 Planejamento Operacional ou de Curto Prazo	33
<b>5 TÉCNICAS UTILIZADAS PELO PLANEJAMENTO DE OBRAS</b>	35
5.1 MÉTODO DO CAMINHO CRÍTICO (CPM)	37
5.1.1 Conceito	38
5.1.2 Aplicabilidade	39
5.2 LINHA DE BALANÇO	42
5.2.1 Conceito	42
5.2.2 Aplicabilidade	45
5.3 MODELAGEM 4D - BIM	48
5.3.1 Conceito	49
5.3.2 Aplicabilidade	52
5.4 DIAGRAMA DE GANTT – GRÁFICO DE BARRAS	55
5.4.1 Conceito	55
5.4.2 Aplicabilidade	57
<b>6 METODOLOGIA</b>	60
<b>7 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b>	62
<b>8 CONCLUSÃO</b>	74
<b>REFERÊNCIAS</b>	76
<b>APÊNDICE A – FORMULÁRIO DA PESQUISA</b>	81

## 1 INTRODUÇÃO

Planejamento é uma ferramenta estratégica utilizada em diversas áreas, objetivando criar um plano, organizar e programar atividades afim de otimizar o alcance de um determinado objetivo. O ato de planejar surgiu na engenharia no momento em que os construtores perceberam que durante o processo de execução ocorrem diversos acontecimentos inesperados e que pela falta ou deficiência de planejamento a solução do problema é mais demorada, comprometendo prazos e aumentando custos (SILVA, 2011).

Este tema ganhou evidência devido à dificuldade que as empresas do setor de construção civil enfrentam no mercado competitivo, procurando formas de se destacarem, assim, o planejamento no início, durante e até o fim da execução tornou-se peça fundamental para o sucesso de qualquer empreendimento, visto que garante mais eficiência, segurança e controle de custos, prazos e resultados (SCARDOELLI, 1995).

O planejamento de obras pode ser dividido em três etapas, ou chamadas hierarquias de decisões, que acompanhará o desenvolvimento da construção antes do início até a completa implantação. As etapas são: planejamento estratégico ou de longo prazo, aquele que é feito antes do início da obra, em que se analisa o contexto em que o projeto está inserido, determina-se as metas e a visão da organização de forma genérica e menos específica. A outra é o planejamento tático ou de médio prazo, é feito após os planos estratégicos, neste momento indica-se os recursos (tempo, custo, materiais, equipamentos e mão de obra) necessários para realizar as atividades, afim de alcançar os objetivos do projeto. Por último, tem-se o planejamento operacional ou de curto prazo, caracterizado por sua especificidade, visto que analisa as restrições que podem aparecer durante o processo que não foram cogitadas anteriormente, alterando o planejamento quando necessário, de forma rápida, para construir prezando a segurança, qualidade e produtividade do empreendimento (ALBUQUERQUE, 2006).

Apesar da sua importância, há ainda muitas dificuldades para implementar o planejamento nas obras. Adequar-se às novas estratégias de gerenciamento, com planejamento e controle de obras é um desafio que as empresas enfrentam. Dentre os empecilhos, pode-se citar: a variação da produtividade de mão de obra, falta de interesse dos empreendedores em colocar uma equipe apenas para esse setor, estabelecimento de metas de produção fora da realidade, além da falta de conhecimento das técnicas de planejamento (FRASSON, 2014).

Existem muitas técnicas que surgiram ao decorrer dos anos, com o objetivo de auxiliar no planejamento e controle das obras. Este trabalho estará restrito a quatro técnicas de planejamento de prazo mais comumente utilizadas no setor da construção civil, sendo estas: Método do caminho Crítico (CPM), Linha de Balanço (ou Diagrama do Tempo-Caminho), Modelagem 4D BIM e Diagrama de Gantt (ou Gráfico de Barras).

Desta forma, buscou-se reunir informações com o propósito de responder ao seguinte problema de pesquisa: Quais as técnicas de planejamento mais utilizadas na construção civil na cidade de São Luís e de que maneira elas influenciam positivamente em um planejamento eficiente?

O objetivo geral do presente trabalho é avaliar quais as principais técnicas de planejamento de prazos utilizadas na construção civil da cidade de São Luís – MA. Para isso é necessário discorrer sobre as principais técnicas de planejamento de prazos utilizadas na construção civil e analisar o custo-benefício associado as principais técnicas de planejamento de prazos utilizados na de construção civil na cidade de São Luís – MA.

Neste contexto, a proposta de trabalho tem por finalidade apresentar a importância do planejamento nas obras de construção civil e que as utilizações de técnicas facilitam este processo. Desta maneira, garantem-se obras com entregas em prazos previamente estipulados; redução de custos e desperdícios de materiais, mão de obras e equipamentos; além de obras seguras, produtivas e com resultados qualificados (LÉLIS, 2011).

Para atingir os objetivos do presente trabalho, foram utilizadas pesquisas bibliográficas e aplicação de questionário para coleta de dados. A pesquisa

bibliográfica baseou-se em livros, artigos, monografias, entre outros, relacionados área de planejamento de obras. Já para a pesquisa de campo, foi elaborado um questionário e aplicado à engenheiros e responsáveis por planejamento de obras em empresas de construção civil, tendo relação direta a utilização de técnicas de planejamento neste setor.

## **2 JUSTIFICATIVA**

Planejar é uma estratégia utilizada para garantir processos mais produtivos e com boa qualidade. No cenário atual das obras de construção civil, é possível observar que muitos empreendimentos não estão sendo executados conforme o previsto, isso acarreta problemas, como resultados abaixo da qualidade esperada, um orçamento muito acima do previsto, além de entrega com atrasos; trazendo para as organizações desvantagens no mercado tão competitivo como este (SILVA, 2011).

Assim, o planejamento identifica-se como um ponto chave para o desenvolvimento de qualquer projeto, garantindo resultados eficientes e eficazes, quando utilizado de forma correta. As técnicas utilizadas por esse setor como o Método do Caminho Crítico – CPM, Linha de Balanço (ou Diagrama de tempo-Caminho), Modelagem 4D BIM e Diagrama de Gantt, facilitam a sua aplicação (LÉLIS, 2011).

Para tanto, as empresas de construção civil ainda possuem dificuldades para implantar o planejamento de obras em suas construções, isto porque, é necessário um investimento destinado apenas a este setor, o planejador deve ser capacitado para entender todos os processos, além de saber identificar a produtividade da sua mão de obra, e qual a melhor técnica para auxiliá-lo no planejamento dos diversos tipos de atividades que compõem as etapas de implantação da obra, procurando ter ciência das suas características, viabilidade de utilização, vantagens e desvantagens (FRASSON, 2014).



Desta forma, a pesquisa reuniu informações, objetivando discorrer sobre as principais técnicas de planejamento na construção civil na cidade de São Luís e quais as vantagens e desvantagens que estas podem trazer ao planejamento de obras.

Assim, entende-se que este trabalho é relevante às empresas e aos profissionais envolvidos no setor da construção civil, visto que agrega informações sobre a visão geral do planejamento em obras, a viabilidade de sua implantação e qual a melhor maneira de utilizar as técnicas de planejamento de prazos neste setor. Além disso, pretende disseminar a importância da preocupação com questões sociais, ambientais e econômicas, já que uma obra bem planejada garante mais segurança aos trabalhadores e ao meio ambiente, aumentando também qualidade e produtividade, agregando benefícios para as empresas de construção civil e para economia do país. Para o pesquisador, traz considerável conhecimento para o crescimento profissional.

### **3 OBJETIVO**

#### **3.1 OBJETIVO GERAL**

Avaliar as principais técnicas de planejamento de prazos utilizadas na construção civil da cidade de São Luís – MA.

#### **3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Discorrer sobre as principais técnicas de planejamento de prazos utilizadas na construção civil;
- Analisar o custo-benefício associado as principais técnicas de planejamento de prazos utilizadas na construção civil.

## 4 PLANEJAMENTO

Planejamento pode ser definido como uma estratégia utilizada em diversos ramos empresariais, com a finalidade de organizar atividades e estabelecer fluxos afim de alcançar objetivos. Neste contexto, fica claro para Lélis (2011) que planejar é uma etapa comumente encontrada na gestão de empresas, em que se analisa as situações, antecipa-se os resultados, e conseqüentemente, auxilia-se a tomada de decisões dos gestores. Esta ferramenta tem grande importância para garantir produtos e serviços com mais qualidade, além de evitar desperdícios de prazo e custo.

Pode-se dizer que planejar e manter o planejamento é a melhor forma de aumentar as chances de alcançar o sucesso em um negócio. Assim, é possível afirmar que as empresas devem se preocupar com esta etapa, fazendo um plano de negócios, desde o início do processo, em que serão identificadas as características, os pontos fracos e fortes do empreendimento, até a sua implantação, para existir um controle de todas as ocorrências e ter respostas rápidas aos problemas que poderão surgir. O mais preocupante, contudo, é constatar que geralmente não é feito nenhum tipo de plano com a intenção de analisar fatores relacionados à ideia inicial do projeto, o que evitaria a implantação daqueles que estivessem fadados ao fracasso (BANGS JÚNIOR, 2002).

Conforme explicado acima, é interessante ressaltar que muitas empresas não se mantêm no mercado e fecham, pois, o planejamento prévio e a gestão não são realizados corretamente. Um fator importante para a sobrevivência em um mercado tão competitivo é o tempo destinado ao plano inicial, uma maior dedicação a esta etapa permite o conhecimento mais específico do mercado. De acordo com uma pesquisa feita pelo Sebrae (2014), mais da metade dos empreendedores não fazem planejamento de materiais básicos antes do início do funcionamento da empresa, 50% não definem estratégia para evitar desperdícios, 24% não identificam tarefas e os responsáveis por realizá-las, e 21% não analisam o público-alvo do negócio. Empreendimentos em que os gestores, frequentemente aprimoram seus serviços e sua produção, além de investirem em capacitação e tecnologia, tendem a se manter mais tempo no mercado.

Conforme verificado por Luck (2000), existem limitações na execução de atividades quando há falta ou deficiência no planejamento. Trata-se inegavelmente de um fator essencial para práticas bem-sucedidas, em virtude de que é comum encontrar gestores e profissionais em geral, lidando sempre com situações inesperadas no cotidiano, tendo que responder à problemas de forma rápida, buscando escolher atitudes diligentes, afim de recuperar resultados almejados. Entretanto, torna-se limitado as respostas bem estruturadas às dificuldades inerentes, ao contrário disso, são realizadas resoluções superficiais, que podem acarretar no aparecimento de outros empecilhos. Assim, reveste-se de particular importância a elaboração e constância de um eficiente planejamento.

Conforme mencionado pelos autores, o planejamento é fator essencial para garantir metodologias mais eficientes e resultados mais satisfatórios, resguardando os empreendedores de problemas inesperados, orientando-os na análise da realidade, levantamento de informações que auxiliam a tomada de decisões objetivas, sequenciando resultados esperados. O planejamento deve ser feito não apenas no início, mas durante todos os processos realizados por empresas de diferentes ramos. "A melhor maneira de aumentar suas chances de sucesso é planejar e ter constância no seu planejamento" (BANGS JÚNIOR, 2002, p. 20).

Ora, em tese, o planejamento é fator primordial para iniciar qualquer empreendimento. Caso contrário, a falta de informações e planos provocará o aparecimento de diversos problemas. Conforme explicado acima, a falta desta etapa será prejudicial ao negócio, não se trata de impossibilidade de resoluções desses empecilhos, mas lamentavelmente, a reação a estes será feita de forma ineficiente, por exemplo, o fator tempo será curto para análise de todos os elementos que cercam a situação.

Para Silva (2005, p. 157):

"[...] O verdadeiro planejamento não é uma lista de desejos ou boas intenções. Ele deve enunciar objetivos factíveis e alcançáveis, caso contrário, perderá a credibilidade. Planejar exige ousadia de visualizar um futuro melhor, mas não é simplesmente "sonhar grande". Exige maturidade para se acomodar às restrições impostas pelo ambiente ou pelo grau desenvolvimento da organização. Além disso, o planejamento

implica a seleção de ações concretas e necessárias para se alcançar o objetivo desejado".

O autor deixa claro na citação acima que os planos de um negócio devem ser feitos de forma compatível com a realidade, levando em consideração fatores como tempo, custo, mão de obra, público-alvo, entre outros. Esse é o motivo pelo qual é importante frisar esse ponto, uma vez que, não devem existir metas para se atingir um objetivo, sendo que sua realização pode não ser possível, sendo apenas uma estratégia utópica.

Fica evidente, diante disso que o planejamento de forma geral é uma ferramenta utilizada para auxiliar os processos de um empreendimento, com o intuito de evitar desperdícios de tempo e custo, garantindo resultados mais qualificados e eficientes. Para isso, deve ser bem estruturado com informações levantadas em um estudo do próprio negócio, em que serão analisados disponibilidade de recursos, como materiais, equipamentos e mão de obra, e como esses serão aplicados de forma correta.

#### 4.1 CONTEXTO HISTÓRICO

A essência do gerenciamento de obras surgiu desde o princípio das sociedades humanas, com grandes e complexas construções como: as pirâmides do Egito, a Torre Eiffel e a Grande Muralha da China, e pequenas e simples construções também, como moradias e templos. Assim, este assunto não é novidade. Muitas populações de variadas épocas constroem e criam estratégias para planejar a produção da maneira mais vantajosa, garantindo qualidade e inovando sempre as tecnologias utilizadas nos planos e controle. Ao decorrer dos anos os processos ficaram mais complexos e a sistematização da gestão de diversos projetos, tornou-se fundamental (MARCONDES, 2017).

De acordo com Stonner (2001), até o século XVIII, na Inglaterra, a população produzia o que consumia, de forma artesanal. O processo produtivo era conhecido do início ao fim pelo produtor e seus aprendizes, desde a

identificação da necessidade da população por produtos, projeção de como seria feito, compra da matéria-prima, produção, detecção da qualidade, venda e verificação da aceitação do público alvo.

Após a Revolução Industrial, entre o século XVIII e XIX, este cenário mudou, os processos se tornaram mais detalhados e com nível de tarefas maiores, assim foi essencial compor equipes para executar as etapas que integravam o processo produtivo. Surgiu, então, a necessidade mais específica de se preocupar com o planejamento de todas as atividades que compõem os processos, com objetivo de organizar previamente e controlar o andamento da produção, até a entrega do resultado (STONNER, 2001).

De acordo com Torreão (2007), no século XX, com o crescimento das sociedades e o desenvolvimento da economia, foi necessário melhorar a produção no setor da construção, sem que aumentasse a quantidade de mão de obra ou seu tempo de trabalho. Assim, o engenheiro mecânico e escritor Frederick Taylor, analisou cientificamente que o processo poderia ter relevante melhora com o foco em suas partes elementares, preocupando – se com as tarefas que seriam realizadas. Nos anos 60, foi possível reconhecer os benefícios trazidos pela organização desta maneira, em que analisava – se a integração entre as atividades.

Ainda no século XX, surgiram técnicas de planejamento de prazos, afim de auxiliar e melhorar o planejamento de obras. Em 1910, surgiu uma técnica chamada Diagrama de Gantt, criada pelo engenheiro mecânico, Henry Gantt. Nesta técnica é possível visualizar com facilidade a sequência, o tempo necessário para realizar as tarefas de uma obra, além do avanço de acordo com o realizado (BERNARDO, 2013).

Nos anos 40, surgiu a técnica de Linha de Balanço, ou diagrama de tempo-caminho, criada pela empresa norte americana Goodyear Tire & Rubber Company. Esta técnica organiza as atividades que irão se repetir, criando unidades básicas de serviços, é possível dividir as equipes destinadas a cada atividade e visualizar materiais, equipamentos e outros recursos necessários (SOUZA, VOLTA E MAGALHÃES, 2014).

Em 1956, surgiu outra técnica de planejamento de prazos chamada Método do Caminho Crítico – CPM, criado na empresa multinacional DuPont, ele auxilia o controle da obra em que atividades críticas não poderão atrasar para não impactar nos prazos da obra (BERNARDO, 2013).

Mais recente, surgiu a Modelagem 4D BIM, a essência da ideia desta modelagem surgiu na década de 70 no artigo “*Building Description System*” (Sistema de descrição da construção), escrito pelo autor Charles Eastman. E ao decorrer dos anos foi sendo desenvolvido até chegar a Modelagem 4D – BIM conhecida hoje, a qual tem o objetivo de integrar os projetos presentes em uma obra, facilitando sua visualização e tornando mais fácil as decisões para os responsáveis pela obra (MENEZES, 2011).

Com a crise econômica nos anos 80, e consumidores mais exigentes por produtos de qualidade, fez com que diversos setores se preocupassem ainda mais com o desenvolvimento do processo produtivo, inclusive o setor de construção civil. Este, buscou formas de aplicação mais efetiva de gestão de processos, utilização de tecnologias avançadas, métodos e técnicas desenvolvidas, afim de ter um bom gerenciamento de obras, garantindo redução de desperdícios, resultados de qualidade e feitos de forma segura, enfim surgiu a ideia de um planejamento eficiente e eficaz para obras (ZANFELICE, 1996 *apud* LEITE, 2002).

## 4.2 PLANEJAMENTO DE OBRAS

Considerando os países que possuem seu desenvolvimento baseado nas economias industrializadas, como o Brasil, o setor de construção civil caracteriza-se por constituir grande importância neste crescimento. Na economia, é um setor que proporciona a geração de empregos e adquire elevada proporção de insumos para abastecer suas obras, como materiais, equipamentos e serviços (HONORIO, 2002).

Com a instabilidade econômica e a competição empresarial mais acentuada, em que o aumento de exigência por parte dos clientes e

reivindicações sobre a melhoria das condições de trabalho é constante, além da baixa disponibilidade de recursos financeiros, empreendimentos do setor da construção são obrigados a buscarem formas para se destacarem para se manterem no mercado. Com isso, os investimentos nos sistemas gerenciais estão cada vez mais comuns, incluindo o planejamento de obra (COELHO, 2003).

De acordo com Silva (2011), o papel que o gerenciamento assume no setor da construção civil é organizar as etapas do processo, direcionando, elaborando e executando projetos, pretendendo assim melhorar os procedimentos e otimizar os prazos e recursos. Para isso, é necessário que se elabore um planejamento estruturado do escopo do projeto, prazo para ser executado, orçamento, recursos materiais, entre outros.

O planejamento de obras pode ser definido como o processo de organização e controle de etapas que ocorrerão antes, na implantação de um projeto de engenharia e até sua entrega final, tendo grande relevância no setor da construção civil por ser instrumento fundamental para garantir produtos com maior qualidade ao cliente (SCARDOELLI, 1995).

Segundo Silva (2011), o planejamento de obras proporciona às empresas de engenharia vantagens, visto que garante alcance de objetivos, consequente confiança dos clientes, e noção prévia das tarefas que serão executadas, resultando em entrega de resultados com a máxima eficiência.

O planejamento é responsável por orientar a execução do projeto, assim:

Planejamento é um processo que, utilizando técnicas científicas, tem por objetivo aumentar a eficiência, a racionalidade e a segurança dos projetos através de previsões, programação, execução, coordenação e controle dos resultados, necessários a atingir o objetivo desejado (AVILA; JUNGLES, 2013, p. 51).

Conforme citado acima, o autor deixa claro que o planejamento é etapa essencial para estabelecer ações a serem executadas com antecedência, prever e alocar recursos, com objetivo de garantir segurança, redução de desperdícios,

diminuição de custos e tempo, além do aumento de produtividade, e consequente lucratividade. Neste contexto, fica claro que o resultado eficaz e eficiente de uma obra depende do planejamento prévio. O mais preocupante, contudo, é constatar que a construção civil brasileira ainda possui grande deficiência neste setor, pela falta de pessoas direcionadas apenas para esta atividade.

Assim Frasson (2014, p. 23) afirma que:

Permitir que a execução de uma edificação ocorra sem planejamento se torna arriscado. Deficiências no planejamento dificultam o controle dos processos, a previsão de custos e fornecimento de materiais e a demanda de recursos humanos, podendo acarretar em atrasos na entrega, desorganização, aumento de custos para a empresa e inconvenientes aos clientes. Contudo, observa-se que em muitas empresas não é realizado o planejamento e controle de obras, deixando-se a cargo de engenheiros e mestres de obra o estabelecimento empírico de metas e prazos.

Portanto, trata-se inegavelmente que quando se tem deficiência no processo de planejamento e controle de obras, podem-se ter consequências desfavoráveis. Com a falta de estudo do projeto, o mesmo pode atrasar sua execução, alavancar um déficit financeiro, perda de materiais e aumento no custo final. Assim, reveste-se de particular importância a preocupação com o setor de programação das ações. Sem planejamento e controle rigoroso do projeto, até a organização da área de armazenamento de materiais pode ter grande influência no resultado do projeto (GAGLIARDO, 2017).

É interessante ressaltar que existem inúmeras vantagens que um bom planejamento pode trazer ao projeto que será executado, dentre elas podem-se citar: alcançar os objetivos do negócio; satisfazer as expectativas das partes interessadas; resolver problemas em tempo hábil; e otimizar o uso dos recursos organizacionais. Entretanto, o preocupante é constatar que ainda há muitos empreendimentos que não fazem o planejamento e estão sujeitos a prazos perdidos, estouros de orçamento, má qualidade do produto, retrabalhos, e incapacidade de alcançar os objetivos para os quais o projeto foi empreendido (PMI,2017).



Algumas atribuições aos fracassos mais comuns no planejamento e também as suas causas podem ser observadas no quadro 1 (LIMMER, 1997):

**Quadro 1** – Atribuições aos fracassos mais comuns no planejamento e suas causas

<b>Atribuições aos fracassos mais comuns no Planejamento</b>	<b>Causas de tais fracassos</b>
Ausência de planos formais	Desconhecimento de técnicas de planejamento
Abandono prematuro do plano elaborado	
Falta de confiança no plano	
Plano elaborado apenas para atender cliente	
Visão de curto prazo do gerente	Mau uso dessas técnicas
Visão limitada do gerente	
Modismo	

Fonte: LIMMER (1997), adaptado pela autora.

Pode-se dizer que a implantação de planos para execução de qualquer tipo de obra é de real importância para se estabelecer e conhecer prazos, custos e riscos, a fim de garantir um projeto com mais qualidade e produtividade. Como bem nos assegura Goldman (2004, p.11) "[...] o planejamento se constitui hoje em um dos principais fatores para o sucesso de qualquer empreendimento [...]". As empresas que fundamentam suas atividades em programações têm vantagens

em relação a concorrência, isto é fato bastante positivo, visto que a indústria da construção civil, por exemplo, permanece em constante desenvolvimento, e os empreendimentos deste setor estão sempre em busca de melhorias para se destacarem no mercado.

Palhota (2016) mostra que o desafio de entregar obras em prazos inicialmente estabelecidos pelas empresas brasileiras, tornam a aplicação de gestão de obras aliada ao planejamento, com ferramentas e profissionais dedicados a este setor, uma das melhores soluções para diminuir os desperdícios com materiais, equipamentos e mão de obra. Ele relata:

Os atrasos em obra estão normalmente ligados ao não cumprimento de responsabilidades e prazos de conclusão inicialmente estipulados para as atividades. Frequentemente, as suas consequências geram uma diminuição da rentabilidade e acarretam prejuízos para várias entidades envolvidas. Desta forma, utilizando uma gestão de prazos adequada, as construtoras poderão fazer com que os empreendimentos sejam entregues no tempo estipulado com os custos previstos, além de garantirem a satisfação dos clientes e se destacarem como fortes concorrentes no mercado (PALHOTA, 2016. p.15)

Conforme explicado acima, o autor deixa claro que parece óbvio que há uma necessidade de planejar todas as etapas de uma obra, mas este setor da engenharia ainda está em processo de destacar-se como ponto positivo na competição das empresas de construção civil. Sob o ponto de vista econômico, social e ambiental, ter uma obra bem planejada e especificada reduz os riscos inerentes ao meio ambiente, à população, além de diminuir muitos desperdícios e custos, e garantir prazos finais, trata-se de analisar o que pode ocorrer em uma situação futura, prevendo soluções para possíveis problemas.

#### 4.3 PLANEJAMENTO DE PRAZOS

O ato de planejar uma obra requer atenção a todos os fatores envolvidos para uma adequada implantação do projeto, como gerenciar os custos, riscos, qualidade e prazos estabelecidos. Neste contexto, ressaltando o último citado, planejar e controlar os prazos de uma obra exige cuidados, visto que o tempo é

um recurso facilmente impactado por execuções inadequadas ocorridas em outras áreas do projeto. O objetivo de gerenciar os prazos envolvidos na obra pretende impedir a ocorrência de atrasos, por meio do acompanhamento do avanço da execução de todas as atividades dentro do cronograma prefixado (LIMA, 2016).

O cronograma de um projeto pode ser definido como a descrição das etapas e atividades que serão executadas, as suas interligações e o tempo necessário para concluir cada uma delas, ou seja, no cronograma é indicado quando está previsto para a atividade começar e terminar. É possível identificar também os marcos da obra, que é a finalização de eventos importantes, fases ou atividades que são concluídas, podendo determinar o ritmo de produção e evolução dos avanços físicos e financeiros da implantação (ORTH e PRIKLADNICH, 2009).

Silva (2014) relata sobre a gestão de tempo:

De todos os recursos disponíveis em um projeto, o único recurso impossível de ser recuperado é o tempo. A alocação dos demais recursos do projeto dependem da quantidade de tempo destinada para cada atividade, fazendo com que o limitador tempo predomine no sequenciamento interdependente de atividades [...] O cronograma é um medidor visual do tempo. Trata-se da forma mais clara de enxergar o atraso ou adiantamento do projeto. Um atraso só é causado quando há interferência na sua execução. Com o gerenciamento do projeto, é possível atuar rapidamente no problema corrigindo-o ou tomar uma ação preventiva para amenizar este desvio (SILVA, 2014, p. 2).

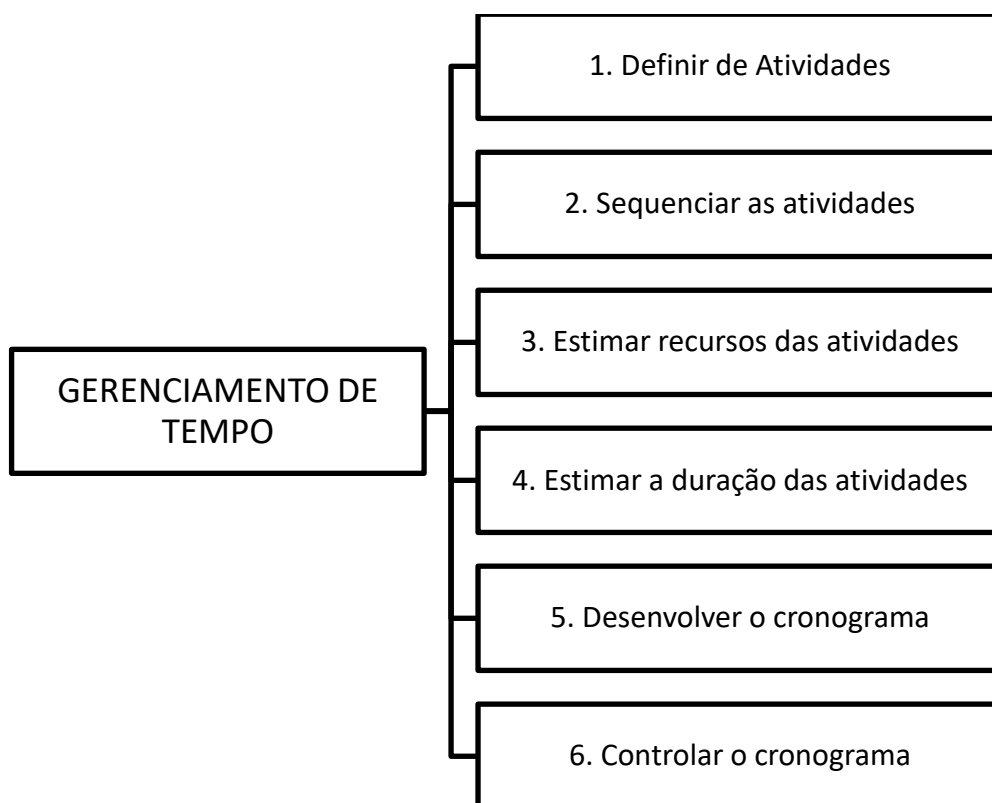
Assim, o tempo possui elevada importância quando se quer gerenciar a implantação de um projeto, pois se sua gestão for inadequada impactará o desenvolvimento global da obra. Um gerenciamento de prazos inadequado pode trazer atrasos para a obra, aumento do custo e baixa qualificação do produto ou serviço para os clientes (SILVA, 2014).

O gerenciamento de tempo será dividido em seis etapas. Primeiramente, é necessário identificar as atividades que serão realizadas do início ao fim da execução do projeto; em segundo analisar as dependências entre elas para colocá-las em sequência, identificando as predecessoras e sucessoras; em terceiro determinar o tipo e a quantidade de recursos precisos para a realização das atividades, como mão de obra, materiais e equipamentos; a quarta etapa é prever o tempo para a conclusão das atividades individuais presentes na obra,

com base em experiências e recursos disponíveis; em quinto será a elaboração do cronograma, considerando as restrições, durações, recursos e sequência das atividades; por último, a sexta etapa será monitorar se as fases estão ocorrendo dentro do prazo esperado (PMI, 2017).

De acordo com o PMI (2017), para realizar o gerenciamento de tempo de um projeto de forma correta, deve-se seguir as etapas algumas etapas (figura 1).

**Figura 1 - Etapas de Gerenciamento de Tempo**



Fonte: PMI (2017), adaptado pela autora.

De acordo com Vargas (2005), é importante ressaltar algumas considerações sobre o planejamento de prazos:

I. O cronograma de qualquer projeto deve ser feito de forma a estimar os prazos o mais próximo possível da realidade, apesar de ainda ocorrer pequenos erros, pois durante a elaboração do cronograma não é possível prever tudo que ocorrerá durante a obra;

II. O cronograma do projeto está interligado diretamente com seu orçamento, visto que envolve questões, como por exemplo, o tempo de pagamentos para funcionários e alugueis de máquinas e equipamentos;

III. Na gestão de tempo, é necessário considerar e analisar o melhor e o mais crítico cenário que a obra pode estar;

IV. O grau de detalhes de um cronograma, depende da dimensão do projeto que será implantado.

#### 4.4 PLANEJAMENTO E A HIERARQUIA DE DECISÕES

Muitas incertezas assolam um projeto de construção civil, por isso existem três etapas do planejamento de obras que têm por objetivo atender as organizações em cada análise do projeto até que sua implantação seja concluída, buscando informações para criar planos adequados à obra em questão, afim de reduzir riscos. Essas etapas são conhecidas por: planejamento estratégico ou de longo prazo, planejamento tático ou de médio prazo; e planejamento operacional ou de longo prazo, as quais estão diretamente relacionadas ao nível que o projeto se encontra (BERNARDES, 2001).

Bernardes (2001) afirma que no início do planejamento do projeto, essas etapas possuem conteúdo mais amplo e à medida que as informações e as incertezas são analisadas, os planos vão se tornando mais específicos e com grau de detalhes maior, como mostra a figura a seguir:

**Figura 2:** Conteúdo das etapas de planejamento



Fonte: Dantas, 2019 (adaptado pela autora).

#### 4.4.1 Planejamento Estratégico ou de Longo Prazo

O planejamento estratégico, conhecido também por planejamento de longo prazo, pode ser entendido como um plano, no qual se descreve os objetivos, metas e visão de uma organização a longo prazo, de forma ampla e menos detalhada. Para Albuquerque (2006), esta etapa serve para buscar alternativas de ações afim de alcançar os objetivos do projeto e deve estar presente tanto no início quanto ao longo dele, pois pode ser necessário um estudo de mudanças de perspectivas gerenciais ao longo da obra, incluindo os objetivos e a melhor forma de realizá-los, sendo necessário assim, um reajuste do planejamento à realidade. Isto pode ocorrer diante de atrasos ou adiantamentos durante a execução, alteração de orçamentos, intervenções ambientais, políticas, ou sociais, entre outros fatores.

A importância deve-se ao fato deste planejamento considerar todas as programações estratégicas, além da execução completa da obra. Entretanto, ele pode sofrer muitas alterações ao decorrer do desenvolvimento do projeto, isto porque é feito com certa antecedência e não provém de todas as informações necessárias. O ideal é descrever ao máximo as atividades e dados já conhecidos, mesmo que não tenha noção de todos os recursos necessários, prazo ideal ou opções construtivas. É importante ser ressaltado, que devem existir espaços de tempo entre as tarefas do projeto, justamente observando-se as alterações futuras necessárias, analisando os riscos e visando não impactar de forma excessiva o cronograma da obra (AIRES; VALENTE, 2017).

É interessante, aliás relatar, conforme explicado acima, que é feito um cronograma macro do projeto, em que se tem uma visão abrangente sobre todas as atividades que acontecerão, assim os interesses destes planos serão voltados aos presidentes, sócios e diretores das organizações. Desta forma também a programação tende a responder aos questionamentos sobre o motivo e em qual momento as atividades para realizar os objetivos do projeto ocorrerão (BERNARDES, 2001).

Segundo RENÉ e HARMELINK (2001) e FORMOSO *et al.* (2001) *apud* Silva (2012, p. 18) sobre o planejamento de longo prazo:

Na primeira etapa do planejamento é necessário: definir as metas e objetivos do projeto, os ritmos em que deverão ser executados os principais processos de produção, em conjunto com os dados do orçamento, fazer a descrição e instrução de trabalho (WBS), selecionar a ferramenta de programação que seja apropriada para o tipo de projeto; criar a rede/sequência do cronograma; criar o cronograma mestre/detalhado (principal produto a ser gerado); selecionar o tempo/custo/ferramentas de monitoramento de desempenho; definir o sistema de feedback/relatório e criar um plano de gestão de risco.

O mesmo autor descreve as principais atividades envolvidas neste processo, como:

- I. Coleta de dados, com o objetivo de gerar um plano mestre;
- II. Orçamentação da construção;
- III. Elaboração dos planos, utilizando técnicas como: linhas de balanço, redes de precedência de atividades, diagrama de gantt;
- IV. Comunicação do plano mestre aos interessados da obra;
- V. Planos para recursos classe 1, que são aqueles que tem um longo ciclo de aquisição e baixa repetitividade, por exemplo, elevadores e esquadrias de madeira;
- VI. Comunicação aos setores relacionados aos recursos da obra, áreas de recursos humanos e de suprimentos, por exemplo, para contratarem mão de obra e comprarem os materiais e equipamentos necessários.

Fica evidente assim, que o planejamento de longo prazo, ou estratégico, tem grande relevância ao setor da construção civil, por auxiliar de forma abrangente e eficaz as atividades que serão realizadas, tanto no início do projeto, quanto durante a implantação da obra. Visando assim, garantir que os objetivos e metas dos construtores sejam alcançados.

#### 4.4.2 Planejamento Tático ou de Médio Prazo

Planejamento tático, ou planejamento de médio prazo, é feito após o planejamento estratégico inicial, tendo o objetivo de definir os recursos necessários às atividades, de forma mais específica em relação ao de longo prazo, e identificar as restrições da obra. Neste momento, o plano mestre, no qual é relatado quais os produtos (ou serviços) e em qual período serão feitos, se interligará aos planos operacionais, em que é dito quais os objetivos e os procedimentos a serem seguidos pela operação (BERNARDES, 2001).

De acordo com Reis (2011), o planejamento tático refere-se ao processo de segmentação das atividades programadas no nível mais extenso em partes menores e mais específicas de trabalho. Nele é estabelecido metas e condições para as atividades, afim de atingir as ações determinadas no planejamento estratégico, diminuindo custos operacionais, mantendo a qualidade dos processos, garantindo a produtividade, redução de desperdícios, impactos ambientais e sociais.

Conforme explicado acima, esta etapa é de grande importância para compor a programação da obra, visto que tem a função de analisar a estratégia, encontrando a melhor forma de atingir os objetivos, através da identificação de empecilhos e relacionando os recursos, como equipamentos, mão de obra e materiais necessários a todas as atividades a serem executadas, além da organização destes recursos e estruturação do trabalho. Encontra-se nesta fase também informações de grande relevância ao projeto e marcos importantes, como: datas de início, término e entrega das unidades (MELO,2012).

De acordo com BALLARD (1997 *apud* Melo, 2012), este plano tem utilidade também para estabelecer um fluxo de trabalho com a adequada distribuição de recursos disponibilizados; verificar os pacotes de trabalho e agregar atividades interdependentes, afim de realizar um qualificado planejamento. O mesmo autor relata sobre esta etapa:



Este plano tem o objetivo de ajustar os planos estabelecidos no planejamento de longo prazo. Estes ajustes levam em consideração a compatibilização dos recursos disponíveis, a capacidade de produção das equipes e o cumprimento das linhas de base de custos e prazos. As atividades definidas no plano deverão ser esmiuçadas e seccionadas em partes e executadas de acordo com o planejamento. Neste nível as empresas adotam seus procedimentos que variam de acordo com sua cultura, podendo subdividir o planejamento de médio prazo em dois outros níveis hierárquicos, um com ciclo de replanejamento mensal e outro trimestral, embora em obras de curta duração este ciclo possa ser semanal (MELO, 2012, p. 355).

Conforme verificado, esta fase do planejamento de obras caracteriza-se por absorver os objetivos e metas gerais da construtora, definida no planejamento estratégico, transformando essas informações em um estudo de viabilidade de implantação, de acordo com recursos disponibilizados e objeções que podem aparecer na execução das atividades. Planejando assim, a melhor maneira de implantar a obra, sendo base para a próxima etapa, o planejamento operacional (MELO, 2012).

#### **4.4.3 Planejamento Operacional ou de Curto Prazo**

O planejamento operacional, ou também conhecido como de curto prazo, é a etapa mais específica, em que a quantidade de informações é maior. Pode ser definido como a fase de revisar as atividades pré-estabelecidas, analisando possíveis restrições, não identificadas anteriormente, para seguir um procedimento de execução das tarefas, afim de determinar a maneira mais adequada para implantação. As decisões a curto prazo devem ser compartilhadas pelos principais participantes da construção da obra, engenheiros, mestres de obras e técnicos, para que todos entrem em acordo sobre elas, visto que elas devem ser tomadas em período breve, buscando não comprometer o cronograma (AIRES; VALENTE, 2017).

Os planos operacionais têm relevante importância por detalhar os objetivos, metas e estratégias estabelecidas no nível estratégico e tático,

destinados as operações de uma área funcional específica, assumindo a responsabilidade de tomar decisões a curto prazo (ALBUQUERQUE, 2006). Como bem nos assegura, Bernardes (2001), esta etapa tem a principal função ordenar as equipes na execução dos serviços dos pacotes de trabalho, sendo o plano feito com frequência semanal, ou até diário.

Conforme explanado acima, é interessante, aliás, destacar que a possibilidade dos envolvidos na implantação do projeto terem conhecimento prévio sobre os impedimentos de execução das atividades, é sinal de que há, enfim, uma habilidade, por parte da empresa construtora, em lidar com ambientes indeterminados, apoiando na resolução de possíveis empecilhos antes do início das atividades, como no planejamento operacional (BERNARDES, 2001).

Neste momento, também é verificado a quantidade de pessoas necessárias para a realização das atividades, em comparação a levantada na linha de balanço pré-definida e o efetivo real de obra a fim de comprovar se o número de pessoas nas atividades programada está de acordo com a necessidade das tarefas planejadas. Recomenda-se planejar algumas tarefas substitutas (reservas) para que eventuais imprevistos, como chuvas, não deixem a equipe ociosa (AIRES; VALENTE, 2017, p.53).

FORMOSO *et al.* (2001 *apud* SILVA, 2012) relata como sendo as mais relevantes atividades desta etapa:

- I. Arrecadar dados do plano tático ou de médio prazo;
- II. Elaboração do plano operacional;
- III. Comunicação do plano operacional para todos integrantes da obra, sempre com as atualizações, de prazos e informações de serviços;
- IV. Planejamento e aquisição de recursos classe 3, destinada a repor estoque.

Fica evidente assim, que o planejamento de curto prazo, ou operacional, tem grande relevância ao setor da construção civil, por auxiliar de forma

específica e eficaz as atividades que estão prestes a serem iniciadas. Até este momento, identifica-se impedimentos que podem prejudicar o andamento da obra. Por isso, é reanalisada todas atividades e suas metodologias construtivas, visando fazê-las de forma coerente, sem impacto significativo no cronograma e no orçamento, além de manter qualidade, produtividade e segurança.

## 5 TÉCNICAS UTILIZADAS PELO PLANEJAMENTO DE OBRAS

Diante do desenvolvimento da construção civil e o aumento da competitividade das empresas construtoras, além da preocupação com construções mais seguras, com pouco desperdício de materiais, mão de obra e equipamentos, reduzindo prazos e custos; surgiu a necessidade de enfatizar o planejamento e controle deste nas obras de construção civil.

Hernandes (2002) afirma que para isso o investimento de tempo e dinheiro em sistemas de gestão de obras, tornou-se cada vez mais comum, as construtoras buscam atingir objetivos com resultados mais qualificados e produtivos. Desencadeando assim, o avanço no desenvolvimento e utilização de técnicas de planejamento, com o objetivo de auxiliar a elaboração de um planejamento correto e eficaz.

Como bem nos assegura Stonner (2001), pode-se conceituar técnicas de planejamento de obras como um auxílio ao planejamento, de forma a organizar as atividades que serão feitas, como serão realizadas e de que maneira estão interligadas. Neste contexto, sua utilização reveste-se de peculiar importância para melhores resultados na construção, atuando desde o início do processo de execução e acompanhando até a finalização.

É irrelevante acreditar que uma obra conseguirá seguir seu planejamento inicial até sua entrega, visto que imprevistos poderão acontecer, o orçamento e a produtividade são feitos com uma base que poderá ser alterada e a quantidade de processos pode aumentar ou diminuir. Por isso, se torna tão importante o acompanhamento por meio da utilização de ferramentas de planejamento. Na tabela 1, é possível observar algumas técnicas de planejamento aplicadas a gestão de planejamento, com a descrição de sua definição e de como podem ser aplicadas nas construções civis.

**Tabela 1** – Técnicas de planejamento aplicadas a gestão de planejamento.

<b>TÉCNICAS DE PLANEJAMENTO</b>	<b>O QUE É?</b>	<b>APLICAÇÃO</b>
Método do Caminho Crítico	Define a sequência entre as atividades, e o caminho de atividades interligadas que não possuem folgas, ou seja, se uma atrasar, conseqüentemente a data da entrega do projeto estará comprometida.	Indicado para obras que necessita de um grau de detalhamento maior da sequência de atividades do que o Diagrama de Gantt.
Linha de balanço	Tem como função determinar o ritmo de produção das etapas do projeto, analisando a produção de atividades ao longo do tempo.	Indicados para atividades repetitivas.
Modelagem 4D BIM ( <i>Bulding Information Modeling</i> )	Softwares utilizados para armazenar dados referentes à todo o ciclo do projeto de edificações, utilizando-os para a programação e planejamento das atividades determinadas.	Utilizado como ferramenta para a Gestão dos projetos de edificações, incluindo planejamento e controle das obras.
Diagrama de Gantt	Conhecido também como Gráfico de Barras. A sua utilização permite a visualização de todas as atividades de um projeto ao longo do tempo.	Permite a visualização das atividades atrasadas, garantindo o controle e o replanejamento em caso de atrasos do projeto.

Fonte: COSTA, 2018 (adaptado pela autora).

Conforme explicado acima é interessante, aliás, afirmar que a utilização de técnicas de planejamento pode trazer diversas vantagens ao controle das obras quando utilizadas de forma correta. Existem ferramentas para planejamento estratégico, tático e operacional. Enfatizando o último, Costa (2018) afirma: "Não há técnicas e ferramentas melhores ou piores e sim as que mais se adéquam a uma determinada situação". Desta maneira, Costa (2018) descreve na tabela abaixo, o conceito e a aplicação mais adequada da utilização de determinadas técnicas de planejamento operacional.

Ferreira e Rotondaro (2001) relata:

Infelizmente, o planejamento operacional definido é encaminhado para a obra, muitas vezes, com falhas devidas às indefinições do projeto e do orçamento de custos. Outras vezes as falhas ocorrem por causa de fatores externos não analisados, no momento de sua elaboração. Enfim, tudo depende da qualidade da informação. [...] O uso de ferramentas de planejamento operacional e controle físico das obras, aumenta a competitividade dos produtos na indústria da construção civil, a partir do momento que realiza o prazo, com custos sem desperdícios e com a qualidade executiva esperada

Neste sentido, utilizar ferramentas de planejamento no nível operacional das obras tem real importância para oferecer respostas mais rápidas aos problemas que podem aparecer, além de fornecer uma visão abrangente das atividades da obra, possibilitando o replanejamento, afim de reduzir prazos, custos, desperdícios de matérias, equipamentos e mão de obra.

### 5.1. MÉTODO DO CAMINHO CRÍTICO (CPM)

Originalmente, o método do caminho crítico (CPM - *Critical Path Method*) foi desenvolvido em 1956 pela empresa multinacional DuPont, para planejamento e controle de obras. O objetivo era programar as paradas de manutenção em menor tempo possível. Este método utiliza cálculo determinístico para estabelecer o tempo estimado para cada atividade, ou seja, indica prazos com certeza absoluta (CRIVELARO e PINHEIRO, 2014).

### 5.1.1 Conceito

Dentre as ferramentas de planejamento de obras, existe o Método do Caminho crítico (CPM). Este método pode ser definido como uma técnica de análise de redes de atividades do cronograma, em que é determinado o tempo mínimo da obra e identificado as etapas que não podem atrasar, pois comprometerá o prazo de entrega final (HELDMAN,2006).

De acordo com Possi (2006), neste método é definido a partir da análise sequencial das atividades das redes, as datas de início e término mais cedo e início e término mais tarde de cada uma das etapas, sem considerar limitações de recursos, visando assim determinar as folgas existentes entre as etapas, ou seja, o tempo que é possível atrasar em todo o processo, levando em consideração o caminho de ida e volta da rede. Existem folgas livres e totais.

As folgas livres é o tempo que uma atividade pode atrasar que não afetará no início da atividade sucessora. Já as folgas totais, é a quantidade de tempo que a atividade pode atrasar sem impactar a data de entrega final do projeto. É importante ser ressaltado que essas folgas não significam autorização, mas sim possibilidade de atraso, e só podem ser utilizadas caso haja algum problema durante a construção, significando que poderá atrasar sem impactar os marcos intermediários ou finais do projeto (POSSI, 2006).

Diante disso, é possível dizer que o método do caminho crítico tem relevante importância para o planejamento de obras, pois com ele pode-se ter uma visão macro de todas as etapas do projeto, identificando a sequência de atividades e aquelas que merecem mais preocupação, ou seja, que não possuem folgas e se encontram no caminho crítico. Este pode ser definido como:

O caminho crítico de todo projeto é o percurso completo e mais longo e toda atividade com folga igual a zero é considerada uma tarefa do caminho crítico (que pode acabar sob algumas circunstâncias). Quando as atividades com tempo de folga utilizam todo esse tempo, podem se tornar tarefas do caminho crítico. Um marco no meio do projeto que possui uma restrição do tipo "terminar, no máximo, até" também pode

alterar o caminho crítico se deixar de ser cumprido (HELDMAN, 2006, p. 258).

Assim, o autor deixa claro que atividades que inicialmente não são identificadas como críticas, podem durante o processo se caracterizarem desta forma, seja porque atrasou tanto que usou toda a folga possível, ou por uma restrição que identifica o prazo final para terminar determinada atividade.

Possi (2006), ainda faz algumas considerações em relação a esse método. Como pontos negativos relata as alterações que podem acontecer no caminho de acordo com o status e desenvolvimento do projeto e que o método não leva em consideração a disponibilidade de recursos. E como pontos positivos, ressalta a ideia de que o método possibilita a elaboração de indicadores de desenvolvimento de prazo e custo de elevada eficácia, além de manter a equipe de projeto focada na atividade, proporcionando ações destinadas a elas.

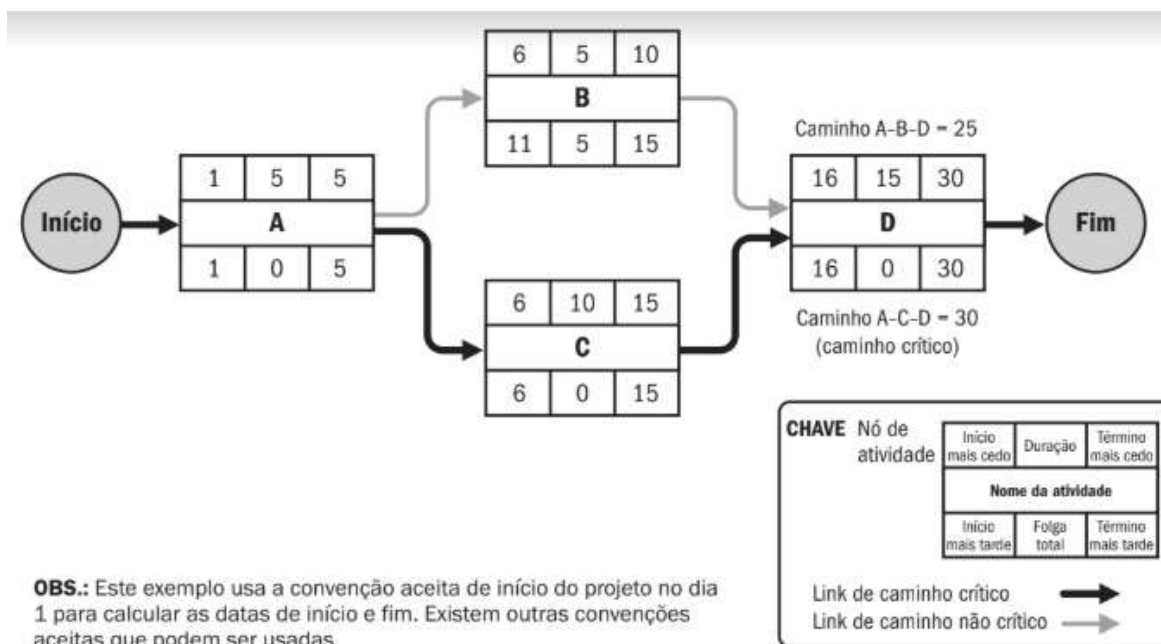
### **5.1.2 Aplicabilidade**

Afim de descrever como o Método do Caminho crítico pode ser aplicado, o Guia PMPOK (2017), no qual utiliza a convenção aceita no início do projeto no dia 1 a fim de calcular as datas referentes ao início e fim, todavia, não descarta o uso de outras convenções (figura 3).

Na figura 3, é possível observar que as atividades do projeto são denominadas pelas letras: A, B, C e D. O caminho crítico será a sequência de etapas mais longa do processo, neste caso a sequência A – C – D, é desta forma que a partir dele é definido o prazo mínimo que o projeto será concluído, no caso em no mínimo 25 dias (PMI, 2017).



**Figura 3** – Aplicação do Método do Caminho



Fonte: PMI (2017)

É também descrito a primeira data de início (PDI), ou início mais cedo; a primeira data de término (PDT), ou término mais cedo; a última data de início (UDI), ou início mais tarde; e a última data de término (UDT), ou término mais tarde para cada atividade. Assim, possibilita-se calcular as folgas totais do processo, esta flexibilidade é o tempo que uma atividade pode atrasar, ou seja, o prazo existente entre a PDI até UDI, sem impactar a data final do projeto e não violar nenhuma restrição deste. Todas as atividades pertencentes ao caminho crítico, chamadas atividades críticas, geralmente, têm folga total igual a zero (PMI, 2017 e MELO, 2012).

No exemplo, não é permitido que a atividade D comece, antes que as atividades B e C, estejam completamente concluídas. Assim, a atividade B, pode iniciar tanto no sexto dia de obra, quanto no décimo primeiro, pois tem uma duração de cinco dias e folga livre (aquela que não impacta o início da atividade seguinte) de cinco dias também (PMI, 2017).

De acordo com PMI (2017), o cálculo na rede de sequência de etapas é feito da seguinte maneira: cálculo do caminho de ida e cálculo do caminho de volta. No exemplo, o caminho de ida:

- I. A primeira data de início processo é somada aos dias necessários para executar a atividade A, no caso 5 dias, assim começará no dia um e terminará no dia seis;
- II. A atividade B começará quando a atividade A finalizar, a PDI será no sexto dia de projeto somando com a duração de 5 dias, e PDT será no décimo dia do projeto;
- III. A atividade C, iniciará simultaneamente com a atividade B, com PDI no sexto dia de projeto, entretanto, terá duração maior de 10 dias, tendo assim a PDT no décimo quinto dia do projeto;
- IV. A atividade D iniciará quando a atividade B e C estiverem concluídas. Mesmo que a atividade B termine no décimo dia, a atividade D terá sua PDI somente no décimo sexto dia, quando a atividade C terminar. A PDT será no trigésimo dia do projeto, visto que a duração desta atividade é 15 dias.

No cálculo do caminho de volta:

- I. Na última atividade (D), iguala-se ao trigésimo dia do projeto como a sua UDT e diminui a duração de 15 dias, tem-se como UDI, o décimo sexto dia, e compreende-se que a folga total desta etapa é igual a zero, pois a PDI é igual a UDI;
- II. Na atividade C, a UDT será o dia anterior da UDI da atividade D, da mesma forma, diminui a sua duração de 10 dias, e encontra-se como UDI o sexto dia do projeto, ou seja, novamente sua folga total é zero, pois a PDI desta atividade é igual a sua UDI;
- III. Na atividade B, a UDT será o dia anterior da UDI da atividade D. Diminui, então, a sua duração de 5 dias, determinando-se assim como a UDI o décimo primeiro dia do projeto. Como observado, a UDI é diferente da PDI, isso quer dizer, que a atividade B possui uma folga livre de 5 dias. Podendo iniciar, tanto no sexto dia de projeto quanto no décimo primeiro dia.

- IV. Já a atividade A terá sua UDT determinada como o dia anterior a menor UDI entre a atividade B e C, no caso, o quinto dia do projeto. Diminuindo, sua duração de cinco dias, tem-se folga total igual a 0. Chegando assim, ao início do processo.

É interessante ser ressaltado que o método do caminho crítico é a base do MS Project, software muito utilizado em planejamento de obras, o qual auxilia na elaboração do cronograma da obra e no replanejamento quando necessário. Também, pode ter um ou mais caminhos críticos no processo, os quais podem mudar ao decorrer dos procedimentos (MELO, 2012).

## 5.2 LINHA DE BALANÇO

A ferramenta de planejamento de obras conhecida como Linha de Balanço (do inglês Line of Balance – LOB), foi desenvolvida nos anos 40, pela Goodyear Tire & Rubber Company, empresa norte americana, fabricante de pneus para automóveis, aviões, caminhões, entre outros. Surgiu da necessidade de organizar os processos em série e em grande escala. No Brasil, é relatado o uso desta técnica de forma mais comum a partir dos anos 70 e 80, com intuito de contribuir para a construção de conjuntos habitacionais, entretanto não é muito utilizada, pela falta de conhecimento de uso e também escassez de softwares brasileiros, sendo executadas em planilhas do Excel for Windows (SOUZA; VOLTA; MAGALHÃES, 2014).

### 5.2.1 Conceito

A Linha de Balanço é uma ferramenta de planejamento de obras, conhecida também como Diagrama de tempo-caminho, é indicada para atividades repetitivas. Isto porque, tem o objetivo de analisar as etapas que reincidirão ao decorrer da implantação do projeto, como por exemplo: pavimentação, quilômetros de estradas, conjuntos habitacionais, construção de alvenarias,

edifícios com múltiplos pavimentos, as quais são tarefas muito comuns no setor da construção civil (PRADO, 2002).

De acordo com Aires e Valente (2017), a utilização desta ferramenta possibilita auxiliar o planejamento das atividades que se repetem no processo, pretendendo equalizar ou deixar de forma proporcional, o tempo das etapas repetidas, criando assim, um fluxo contínuo e um ritmo à produção. O intuito é ordenar as equipes e equipamentos destinados à essas tarefas, sem que estes fiquem ociosos durante a execução ou até mesmo concentrados, impossibilitando uma distribuição equilibrada de recursos.

Assim, conforme explicado acima, a linha de balanço relaciona o cronograma de atividades da execução planejadas com o histograma de efetivo (mão de obra) e equipamentos, tendo como objetivo ter noção da produtividade da obra, determinando assim um fluxo e descrevendo a localização de cada equipe especializada no período de tempo para todas as atividades a serem realizadas (MADERS, 1987).

Sobre esta técnica de planejamento de prazos, Maders (1987) relata:

A linha de balanço segue o princípio da determinação de uma razão de produção ou ritmo de trabalho para as atividades que deverá ser mantida ao longo do projeto. Esta razão é expressa em termos do número de unidades executadas na unidade de tempo (ex.: 2 casas/semana) ou tempo gasto para execução em cada casa (ex.: 3 dias/casa). Este ritmo de trabalho é imposto em função do prazo contratual de conclusão do projeto e das durações de atividades e duração total da unidade (MADERS, 1987, p. 25).

Ainda de acordo com Maders (1987), o tempo previsto para cada atividade é determinado conforme cálculo iterativo para o equilíbrio de recursos essenciais e acessíveis e do fluxo de trabalho dados para cada etapa. Desta forma o planejador da obra consegue balancear da forma mais vantajosa, os recursos disponíveis.

Na figura 4, é possível observar alguns pontos positivos e negativos desta técnica considerando determinados critérios:

**Figura 4 - Avaliação do Método da Linha de Balanço**

<b>Crítérios</b>	<b>Pontos Positivos</b>	<b>Pontos Negativos</b>
Aplicabilidade	Etapas de produção.	Etapas de desenvolvimento de projeto.
Abrangência	Situações repetitivas.	Situações não- determinísticas ou não repetitivas.
Implementação	Simple, requer apenas o preparo do ciclo de produção.	
Atualização	Requer somente o controle da produção acumulada.	Requer a atualização dos gráficos.
Flexibilidade	Alocação de recursos.	Requer ciclos de produção fixos, alterações nos métodos de execução implicam na re-elaboração do conjunto de desenhos.
Custo	Dados processados de forma simples, baixo custo operacional.	Frequente atualização dos gráficos.
Parâmetros Ressaltados	Orientação para o tempo de execução das frentes de produção.	
Sensibilidade		Não tem condições de simular alternativas.
Relatórios Específicos	Ressalta frentes de produção com desempenho problemático.	

Fonte: SILVA; GUELPA (1993) *apud* PRADO (2002)

Diante do exposto, a técnica de linha de balanço pode apresentar diversas vantagens à execução do projeto, visto que, de forma gráfica, torna fácil a visualização de uso de equipamentos e materiais, organizando a aquisição e utilização destes, além de especializar a mão-de-obra disponível para as atividades, incentivando e alcançando o nível de produtividade do trabalho requerida. É interessante ressaltar, que esta técnica é indicada para qualquer momento da obra, visando o controle dos processos, pois identifica quando os recursos estão sendo utilizados de forma excessiva ou escassa, e também quando os serviços saíram da programação inicial, analisando a continuação com menores impactos (MAZIERO, 1990).

Para Maziero (1990), as principais desvantagens do uso deste método são: a dificuldade de integrar os projetos à execução das atividades; especializar a mão-de-obra em sequências restritas às tarefas que ele realiza; e o domínio de todo o processo será conhecimento da gerência e não do operário.

### 5.2.2 Aplicabilidade

A aplicação da Linha de Balanço ou Diagrama de Tempo-Caminho é feita de acordo com dados da quantidade de serviços e produtividade da mão de obra, afim de definir o efetivo para cada atividade, equipamentos e materiais necessários. Na construção civil pode ser feita a partir de histogramas individuais com suposições da produtividade da mão-de-obra e equipamentos, disponibilizados pela empresa ou executantes da obra. Outra possibilidade, é verificar com pessoas experientes em processos parecidos ou projetos da própria empresa executante, a estimativa com histograma de mão de obra direta (MOD), mão de obra indireta (MOI), equipamentos e índices de produtividade (AIRES; VALENTE, 2017).

É interessante ressaltar que esta técnica deve ser aplicada durante a implantação, ao decorrer das atividades, afim de manter o controle da produtividade e identificar caso não esteja conforme o planejado, para se tomar a melhor providência sem atrasar o prazo de entrega da obra (PRADO, 2002).

De acordo com Prado (2002), a aplicação da Linha de Balanço deve seguir as seguintes etapas:

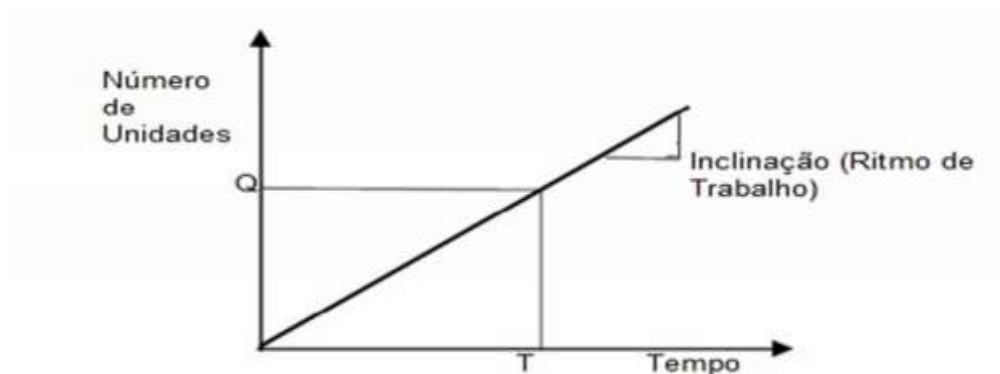
- I. Identificar quais as atividades serão desenvolvidas durante a implantação do projeto, determinando suas interdependências;
- II. Em seguida, elabora-se a sequência da construção em forma de rede lógica, exaltando um possível agrupamento de atividades com características semelhantes;
- III. Supõe-se a equipe e o tempo preciso para a conclusão de cada atividade. E também, a duração total para a implantação de todo projeto, por meio do caminho crítico.
- IV. Considerando os dados das equipes, duração para execução da obra e atividades pertencentes ao caminho crítico do projeto, é possível identificar o ritmo a ser seguido, e fazer a melhor

distribuição dos trabalhadores para todas as etapas da construção, evitando as intervenções entre elas e entregando a obra no prazo estipulado.

- V. Assim, transpõe-se por meio de retas o desenvolvimento das atividades ao decorrer do tempo. Informando a disposição das equipes no canteiro da obra.

A técnica de Linha de Balanço fundamenta-se na elaboração de um gráfico com linhas que representam as atividades de execução, como a figura a seguir. Estas linhas são dispostas de maneira inclinada, sendo esta inclinação a representação do ritmo de trabalho da execução das atividades. No eixo das abcissas (horizontal) é colocado o tempo de execução e no eixo das ordenadas (vertical) o número de unidades básicas, conforme a figura 5 (LIMMER, 2013 *apud* SOUZA; VOLTA; MAGALHÃES, 2014).

**Figura 5:** Linha de Balanço



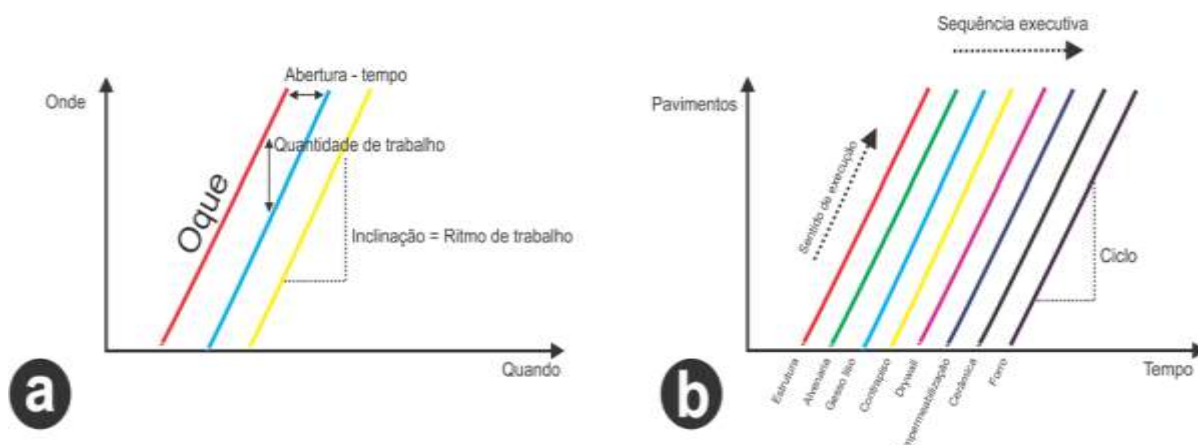
Fonte: MENDES JÚNIOR (1999) *apud* SOUZA; VOLTA; MAGALHÃES (2014).

A unidade básica é definida como um conjunto de tarefas que serão repetidas durante o andamento do projeto. Por exemplo, na etapa de construção de um pavimento de um edifício, englobarão atividades como: construção de alvenaria, reboco, instalação de portas e esquadrias, pintura, etc. É considerado

que cada unidade básica possui o mesmo tempo de duração, proporcionando sincronismo ao processo (SOUZA; VOLTA; MAGALHÃES, 2014).

De acordo com Polito (2017), para simplificar a visualização do diagrama, geralmente coloca-se as atividades mais críticas, considerando as outras como atividades secundárias. Na figura 6, está a representação da Linha de Balanço ou diagrama de tempo-caminho, a parte (a) representa atividades que serão executadas de acordo com as unidades básicas e no prazo pré-estabelecido. Na parte (b), é um exemplo de atividades executadas para a construção de pavimentos em edifícios.

**Figura 6:** Técnica de linha de balanço

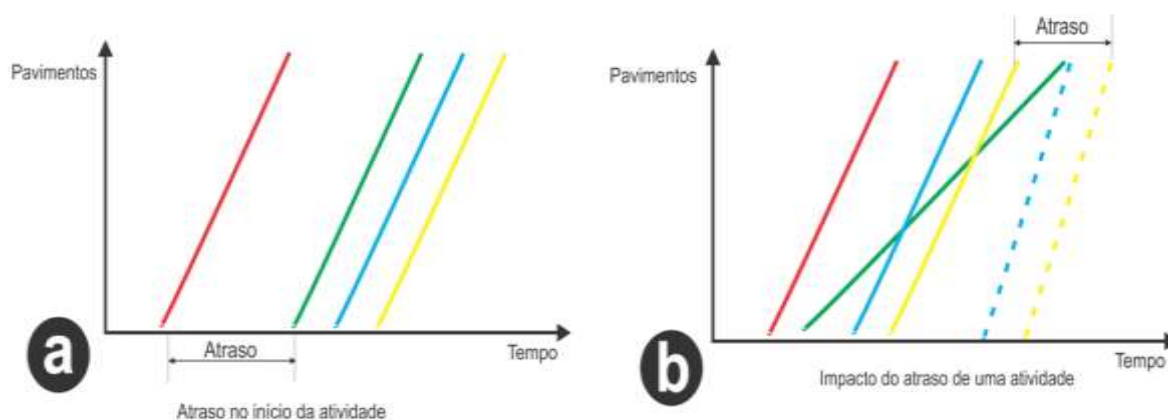


Fonte: POLITO (2017).

É possível por meio da utilização deste diagrama, identificar rapidamente os impactos causados pelo o adiantamento ou atrasos nos prazos previstos, pois esta técnica permite o acompanhamento do previsto x realizado. Na figura 7, na parte (a) é observado o atraso de uma atividade e na parte (b) uma estratégia de recuperação e os impactos causados por ela.



**Figura 7:** Exemplo de atraso das atividades



Fonte: POLITO (2017).

### 5.3 MODELAGEM 4D - BIM

De acordo com Menezes (2011), *Building Information Modeling*, ou Modelagem da Informação da Construção – BIM, é uma nova tecnologia que promete muitas vantagens para as áreas de engenharia, arquitetura e construção. Consiste em conectar virtualmente todas as disciplinas presentes em uma construção. Ainda que seja classificado como uma nova técnica, os conceitos, abordagens e metodologias que atualmente são incorporados na tecnologia BIM, ou seja, a essência do BIM surgiu na década de 70 no artigo “*Building Description System*” (Sistema de descrição da construção), escrito por Charles Eastman para o jornal AIA. Eastman é reconhecido mundialmente como especialista em BIM. Neste trabalho é possível identificar algumas características de BIM, como:

I. As alterações ocorridas durante o projeto, serão atualizadas automaticamente;

II. Através da alimentação de um banco de dados integrado, é possível fazer estimativas acerca do custo ou quantidade de materiais necessários para o projeto;

III. Facilitar para os executantes de grandes obras, vantagens como encomendar materiais para a construção.

A medida que os anos se passaram o modelo conhecido como “*Building Description System*” (Sistema de descrição da construção), foi difundido nos Estados Unidos, nos anos 80, como *Building Product Models* (Modelos de Produto da Construção), na Europa foi comumente chamado de *Product Information Models* (Modelos de Informação de Produto). Com este desenvolvimento da nomenclatura e melhor maneira de chamar este modelo de construção, hoje é conhecido como *Bulding Information Modeling* (BIM) (EASTMAN *et al.*, 2014).

De acordo com Eastman *et al.* (2014), a primeira vez que o termo BIM foi utilizado com todas as características conhecidas hoje, foi em 1986 em um artigo de Robert Aish. Neste trabalho foi descrito como seria esta nova tecnologia com modelagem tridimensional, a automaticidade do processo de desenhos, os parâmetros a serem considerados, o banco de dados integrados e a inclusão de análise do tempo das etapas da construção (chamada 4D).

### **5.3.1 Conceito**

A construção civil precisa desenvolver seu processo produtivo devido aos diversos problemas como atrasos nos prazos, aumento do custo da obra, acidentes de segurança e ambiental, ou seja, deve aumentar a qualidade e produtividade dos seus resultados. Assim, a tecnologia BIM (Modelagem da Informação da Construção) caracteriza-se por ser uma nova maneira de projetar e construir, possibilita dados integrados e monitorados em toda a construção da obra (BAIA; MIRANDA; LUKE, 2014).

O objetivo da tecnologia BIM é integrar o ciclo de vida de um projeto afim de gerar resultados com mais qualidade, menor custo e duração. Tem como intuito diminuir os problemas causados pela separação das fases do projeto, demora na identificação de intervenções entre os projetos arquitetônicos e complementares, desperdícios com materiais, mão de obra ociosa, aumento no orçamento da obra, baixa produtividade e qualidade dos processos e resultados (SOUSA; MEIRIÑO, 2013).

Objetivando ter uma melhor visualização do planejamento de obras, criou-se o Planejamento com Modelagem 4D – BIM, que é a inclusão do parâmetro tempo ao espaço tridimensional, que auxilia o acompanhamento da obra de forma mais real. Sobre esta ferramenta Baia, Miranda e Luke (2014, p. 2) relata:

É uma poderosa ferramenta de projeto que apresenta como objetivo estabelecer um estudo sobre as melhores formas de desenvolver a construção da edificação, gerando um valioso número de informações e estudando possíveis interferências do processo construtivo com o seu entorno e dos próprios elementos construtivos. Com isso, é possível verificar, antecipar possíveis problemas e cortar os custos durante a execução da obra. Além do planejamento, a garantia de qualidade dos projetos em sua fase de execução e os procedimentos de conformidade, tornam-se essenciais e incontornáveis ao longo das etapas do processo construtivo (BAIA; MIRANDA; LUKE, 2014, p. 2).

Desta forma de acordo com Brito e Ferreira (2015), o uso da tecnologia modelagem 4D – BIM resulta em um planejamento específico, com cronograma de obra mais assertivo e próximo da realidade, tendo um controle maior sobre os prazos, além de conseguir ter histogramas de produtividade dos trabalhadores de acordo com cada atividade. Por meio desta técnica é possível criar estratégias para a implantação, evitando interferências de projetos; facilitar a comunicação entre todos os envolvidos da obra, visto que a técnica permite todos visualizem o cronograma; além da possibilidade de criar várias simulações de cenários que a obra pode assumir diante de determinadas decisões, o que auxilia a tomada da melhor decisão para todos os setores da obra.

Barison (2015) relata sobre a importância da utilização da técnica de planejamento Modelagem BIM 4D, visto que as atenções são voltadas a produção

do anteprojeto da obra, em que são identificadas e solucionadas as diversas interferências que poderão ocorrer durante a implantação, e o que seria uma decisão de curto prazo, torna-se uma decisão mais otimizada pelo tempo disponibilizado. Desta maneira, o tempo de elaboração do projeto executivo e construção é significativamente reduzido.

Existem dificuldades para a implantação da tecnologia BIM, dentre elas Capiotti (2015), descreve:

- I. Alto custo com licenças para a utilização dos softwares e os computadores deverão ter capacidades maiores;
- II. Escassez de profissionais capacitados para utilizar a tecnologia, necessitando de investimentos das empresas com cursos de capacitação;
- III. Existe a dificuldade da compatibilização da tecnologia BIM com outros softwares já utilizados pela empresa;
- IV. Como a utilização da técnica ainda é escassa, a interação de projetos com empresas parceiras pode trazer dificuldades.

Como vantagens da utilização da tecnologia Modelgem 4D BIM, Capiotti (2015) enfatiza:

- I. A maior facilidade de gerenciamento da obra;
- II. Aumento da qualidade e produtividade da obra;
- III. Redução de erros nos projetos, pois é possível identificar com antecedência;
- IV. Redução de prazos e custos durante todo o ciclo de vida da construção;
- V. Banco de dados integrados, que facilita a visualização e acesso a elevada quantidade de informações da obra;

- VI. Elementos são paramétricos, assim as alterações são automáticas em todos os setores da obra. Com facilidade gera desenhos, relatórios, atualização de cronogramas e verificações do projeto.

### 5.3.2 Aplicabilidade

Um fator que contribui para uma construção com bons resultados, é a capacidade e facilidade que os construtores tem de visualizar todos os dados e informações referentes ao planejamento e monitoramento da obra, isto os modelos BIM 4D contemplam muito bem. A agilidade deste modelo em comunicar é excelente e faz com que as decisões sejam tomadas a tempo e de forma eficiente, visando evitar danos ao projeto, como aumento de custos e prazos (BRITO e FERREIRA, 2015).

A aplicação da modelagem 4D BIM, pode ser feita por meio da utilização dos softwares BIM como: Revit Architecture (da empresa Autodesk); Synchro 4D (da empresa Synchro Ltd), Project 4D ConstructSIM (da empresa CommonPoint), entre outros (EASTMAN et al., 2014). Na figura 8 é possível observar a aplicação deste modelo, na parte superior tem-se o modelo 3D, o qual recebeu dados com informações específicas com a sequência das atividades para execução, afim de criar uma planilha com o planejamento e controle, descrita na parte inferior da figura (CAPIOTTI, 2015).

Para Capiotti (2015), primeiramente é elaborado o modelo 3D de acordo com os objetivos do projeto. A seguir, visando interligar o modelo tridimensional com o cronograma 4D, é necessário determinar todas as atividades e fases previstas para a sua implantação. É importante ser ressaltado que devem-se ser descritos desde as mais básicas das atividades até as mais complexas.

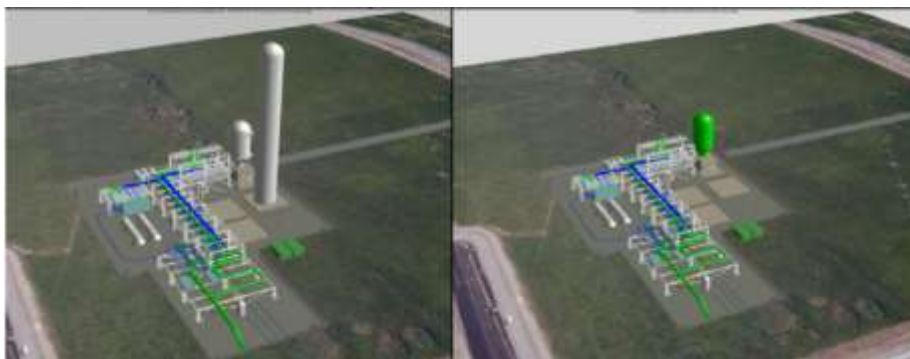
**Figura 8:** Associação do modelo 3D à sequência temporal das atividades da construção.



Fonte: ANTUNES (2013) *apud* CAPIOTTI (2015).

De acordo com Suzuki e Santos (2015), a Modelagem 4D – BIM, agrega o fator tempo ao modelo tridimensional, em que é feito por meio de cronograma através das técnicas de redes, as quais mostram o sequenciamento das atividades e o tempo para a realização destas. É feita a comparação do cronograma planejado inicialmente (linha de Base) e o avanço real da obra (linha real). Na figura 9 é possível observar um exemplo desta comparação na modelagem 4D – BIM.

**Figura 9:** Comparação do planejamento inicial (esquerda) e avanço real (direita).



Fonte: SUZUKI e SANTOS (2015).

Capiotti (2015, p. 40) relata sobre a modelagem BIM 4D:

Cabe salientar outra vantagem da utilização do BIM 4D para planejamento e gestão da produção a qual diz respeito a antecipação das interferências e problemas os quais seriam visualizados somente no momento da execução das atividades. Isso se dá, pois à medida que a execução do projeto vai sendo simulada em 3D, interferências advindas da falta de compatibilização entre diferentes projetos, ou mesmo de falhas como diferenças entre dimensões de projeto e execução ou falta de planejamento da execução de estruturas temporárias como tapumes vão aparecendo antes mesmo do início da obra propriamente dita.

Este modelo ainda permite aos planejadores a simulação de informações como: vias de acesso ao canteiro de obras, áreas especificadas para as máquinas, equipamentos e armazenamento de materiais; facilitando a identificação antecipada dos problemas que poderão surgir. Possui real importância a definição do nível de detalhamento requerido pelo planejamento, para que se possa fazer a modelagem de todos os elementos necessários para a visualização no BIM 4D (EASTMAN et al, 2014 *apud* BOSZCZOWSKI, 2015).

## 5.4 DIAGRAMA DE GANTT – GRÁFICO DE BARRAS

O Diagrama de Gantt, ou conhecido também como Gráfico de Barras é a técnica mais antiga do planejamento de prazos de obras. Foi criada em 1910 pelo engenheiro mecânico, Henry Laurence Gantt. Este diagrama já foi utilizado mundialmente em grandes projetos de infraestrutura. O seu objetivo é representar por meio barras horizontais as durações das atividades de um projeto, fazendo o controle da obra por meio da comparação dos prazos planejado inicialmente e o realizado de acordo com as fases do projeto (DAYCHOUW, 2007).

### 5.4.1 Conceito

O Diagrama de Gantt pode ser definido como a representação gráfica das etapas do projeto através de barras horizontais. É composto por dois eixos, horizontal e vertical, ou por uma matriz, em que cada coluna equivale a uma unidade de tempo (por exemplo: dias, semanas, meses ou anos), e as linhas representam a disposição das atividades do projeto (VARGAS, 2005). Na figura 10 é possível observar um exemplo de diagrama de gantt.

**Figura 10:** Diagrama de Gantt

Atividade	Semana 01					Semana 02					Semana 03				
	S	T	Q	Q	S	S	T	Q	Q	S	S	T	Q	Q	S
A	█														
B			█												
C						█									
D						█									
E													█		

Fonte: VARGAS (2005).



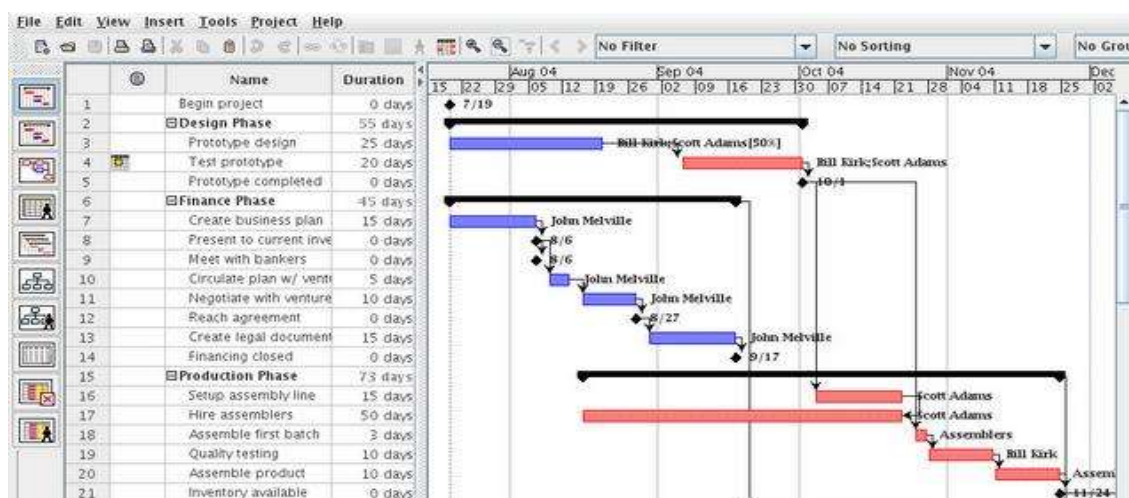
O PMI (2017, p. 217) relata sobre o Gráfico de Barras:

Também conhecidos como gráficos de Gantt, esses gráficos representam as informações do cronograma em que as atividades são listadas no eixo vertical, as datas são mostradas no eixo horizontal, e as durações das atividades aparecem como barras horizontais posicionadas de acordo com as datas de início e término. Gráficos de barras são relativamente fáceis de ler e são usados comumente (PMI, 2017, p. 217).

Daychouw (2007) informa que o Gráfico de Gantt é conhecido também como o Cronograma Físico da obra. Nele é encontrada informações como a duração de todas as etapas do projeto e evidentemente, quando o projeto inicia e quando termina um todo; o sequenciamento das atividades e a relação de precedências destas, ou seja, é observado quais as atividades dependem da finalização das outras para iniciarem, e quais poderão ser feitas simultaneamente.

Originalmente, o diagrama de Gantt apresentava apenas as atividades e a duração destas ao decorrer do projeto, entretanto devido a sua ampla utilização foi sendo desenvolvido e incrementado com as novas tecnologias. Atualmente, ele é apresentado em conjunto a técnica de redes e método do caminho crítico em software como MS Project, Primavera e excel, em que é descrito o cronograma real e conjunto com o planejado inicialmente como o representado na figura 11 (CHIODELLI; GIANDON, 2016).

**Figura 11:** Representação no Ms Project, previsto x realizado.



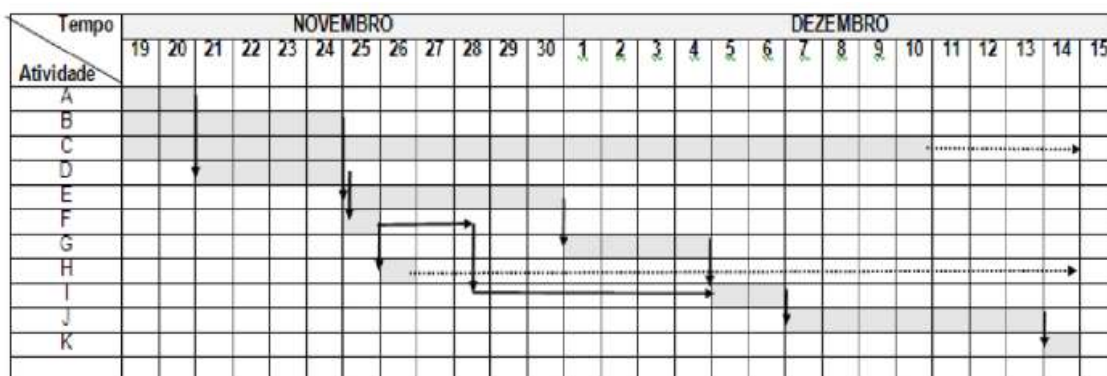
Fonte: CHIODELLI e GIANDON (2016).

Muito utilizado nas obras de construção civil devido as suas vantagens como: fácil compreensão, pela simplicidade de expor os dados; favorece a rápida visualização dos atrasos da obra; e possui uma escala de tempo bem definida, contribuindo para um bom gerenciamento de tempo. Entretanto, esta técnica possui também desvantagens, podem-se citar: a ineficiência para grandes projetos com elevada quantidade de atividades; não descreve bem as consequências ao projeto com as alterações ocorridas durante a obra; as dependências das atividades são mostradas de forma básica e não detalhada, o que seria mais vantajoso ao acompanhamento da obra (VARGAS, 2005).

#### 5.4.2 Aplicabilidade

De acordo César (2013), o Diagrama de Gantt é um recurso de gerenciamento de projeto, no qual é necessário que se faça uma assertiva estimativa da duração necessária para a realização de cada atividade, afim de ter uma adequada interpretação e acompanhamento do projeto. Assumindo que as atividades e os prazos são conhecidos o autor define seis etapas para a elaboração do gráfico de gantt como o mostrado na figura 12 a seguir:

**Figura 12:** Exemplo de Gráfico de Gantt





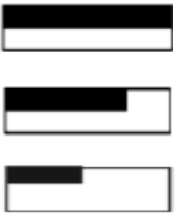


Fonte: CÉSAR (2013)

Para César (2013), as etapas que devem seguir para a elaboração do diagrama de gantt, são:

- I. Definir as atividades e o seu tempo de execução de acordo com o projeto;
- II. Elaborar o formato do gráfico: é comumente utilizado como tabela, em que a primeira coluna será as atividades e nas outras colunas as unidades de tempo;
- III. Enumerar todas as atividades e suas durações: as atividades são dispostas na primeira coluna e unidade de tempo, no exemplo da figura 12, será por dia e meses;
- IV. Completar o Gráfico com a duração das atividades: para identificar o tempo necessário para a execução destas, são pintados os quadrados que representam os dias dos meses;
- V. Sequenciar o fluxo das atividades por meio de setas: as setas indicam as interdependências entre as atividades, precedentes e sucessoras;
- VI. Analisar o gráfico de gantt: a análise é feita quando se completa o gráfico com todas as tarefas para certificar se todos os dados estão corretos, e de acordo com o andamento da obra fazer as devidas alterações do tempo real para a realização da tarefa e as consequências nas outras obras, caso exista.

É importante ressaltar que a utilização do Gráfico deve possibilitar um planejamento e controle de obras eficaz. Existe uma simbologia padrão utilizada para o Diagrama de Gantt, que pode ser alterada de acordo com as necessidades do planejador ou da empresa (ARAÚJO, 2009). A simbologia padrão é descrita quadro 2:

**Quadro 2 - Simbologia utilizada no Gráfico de Gantt**

SÍMBOLO	DESCRIÇÃO
	O retângulo branco com a letra "P", simboliza o tempo de início e término de uma atividade programada em um período de tempo.
	O retângulo completamente preenchido corresponde a produção real. Quando o retângulo cheio é igual ao vazio (que é o planejado), isso indica que a produção realizada está de acordo com o programado.
	Essa é a demonstração do programado versus realizado. Na primeira imagem, o realizado foi de acordo com o planejando (100% realizado). A segunda imagem significa 75% realizado de acordo com o planejando e a última imagem significa metade, 50% realizado.
	Retângulos com traços cruzados, significa que neste período a atividade não foi realizada, por motivos que os recursos não estavam disponíveis. Por exemplo, quando os equipamentos estão em manutenção ou quando a mão de obra está em treinamento.
	Este símbolo demonstra a data de atualização do gráfico.

Fonte: ARAÚJO (2009) adaptada pela autora.

Araújo (2009) considera a aplicação do Diagrama de Gantt em uma obra uma tarefa simples:

A elaboração de um gráfico de Gantt é muito simples. Em uma planilha colocam-se, nas linhas verticais, os fatores de produção (máquinas, operários, setores de produção, etc.) e, nas linhas horizontais, o tempo disponível para a realização dos trabalhos (podendo ser dividido em horas, turnos, dias, semanas ou mês) (ARAÚJO, 2009, p. 248).

Apesar da criação de diversas tecnologias mais modernas, como a técnica da Modelagem da Informação da Construção (BIM), a utilização do Diagrama de Gantt ainda atende as necessidades de muitos projetos de empresas da área de construção civil e possui significativa importância para o planejamento e controle de obras. É muito utilizado por sua facilidade de aplicação, visualização e interpretação simplificada de dados (LEÃO; SANTOS, 2018).

## 6 METODOLOGIA

De acordo com Rampazzo (2005), pesquisa pode ser definida como a busca pela solução de problemas através da metodologia científica, descobrindo novos dados acerca do assunto. A pesquisa pode ser caracterizada pelos seguintes fatores: o levantamento de um problema, a solução deste problema e de que maneira esta solução foi encontrada, incluindo os procedimentos e instrumentos utilizados.

As pesquisas possuem dois tipos de abordagens, quantitativas e qualitativas. A abordagem quantitativa é aquela em que os resultados são obtidos por meio da quantificação dos dados. Geralmente, aplica-se questionários com perguntas objetivas e apresenta-se os resultados através de gráficos. Já a abordagem qualitativa é conceituada como aquela que necessita de estudo interpretativa por parte do pesquisador para alcançar resultados. Normalmente, os questionários aplicados são questões subjetivas e os resultados são apresentados por meio de tabelas ou resumos (CIRIBELLI, 2003).

Conforme citado acima, esta pesquisa caracteriza-se por ser uma abordagem quantitativa para a análise de dados, visto que o questionário possui predominantemente perguntas objetivas. Desta maneira a interpretação dos resultados foi feita de forma dedutiva por meio de métodos estatísticos. Entretanto, assume caráter qualitativo também, pois existem algumas perguntas subjetivas no questionário que exigirão a análise indutiva, ou seja, interpretativa da autora.

A pesquisa aplicada "objetiva gerar conhecimentos para aplicação prática dirigidos à solução de problemas específicos. Envolve verdades e interesses locais" (PRODANOV; FREITAS, 2013, p. 51). Devido os resultados desta pesquisa abranger a importância da utilização de técnicas de planejamento de prazos de obras e os interesses por parte de empreendedores de construção civil, o conhecimento gerado caracterizará a pesquisa como de natureza aplicada.

As pesquisas podem ser classificadas quanto aos tipos: explicativa, descritiva e exploratória. A explicativa é aquela em que o pesquisador explica o porquê de algo e suas causas, por meio da análise de um fenômeno. A descritiva, o pesquisador registra e descreve as características dos fenômenos observados. A exploratória é aquela em que o pesquisador faz um levantamento de informações acerca do assunto por meio de outras bibliografias (PRODANOV; FREITAS, 2013).

O desenvolvimento da pesquisa foi feito da melhor maneira afim de atingir os objetivos propostos. Classifica-se como uma pesquisa exploratória, visto que a base dos conhecimentos foi em fontes bibliográficas, como livros, artigos, monografias, teses, entre outros; e também descritiva, pois foi feita uma pesquisa por meio de formulários afim de observar, registrar e analisar os resultados obtidos.

A pesquisa foi realizada primeiramente através de estudos bibliográficos acerca do tema sobre a importância do planejamento de obras para o setor de construção civil e a utilização de técnicas, visando facilitar os processos. Posteriormente, elaborou-se um questionário padronizado, relacionado a este assunto, através do qual foi feita a coleta de dados, assim foi aplicado e restringido à gerentes, engenheiros e técnicos responsáveis pelo planejamento dos prazos de obras de empresas de médio e grande porte do setor da construção civil na cidade de São Luís – MA.

Desta maneira, os dados foram coletados em um período de trinta dias, através da aplicação dos formulários de forma presencial e virtual. A amostra corresponde a vinte e sete respostas com funcionários pertencentes a dezessete empresas de obras de construção civil em São Luis – MA. Por fim, foi feita uma análise estatística dos resultados obtidos por meio de demonstrações em gráficos e tabelas.

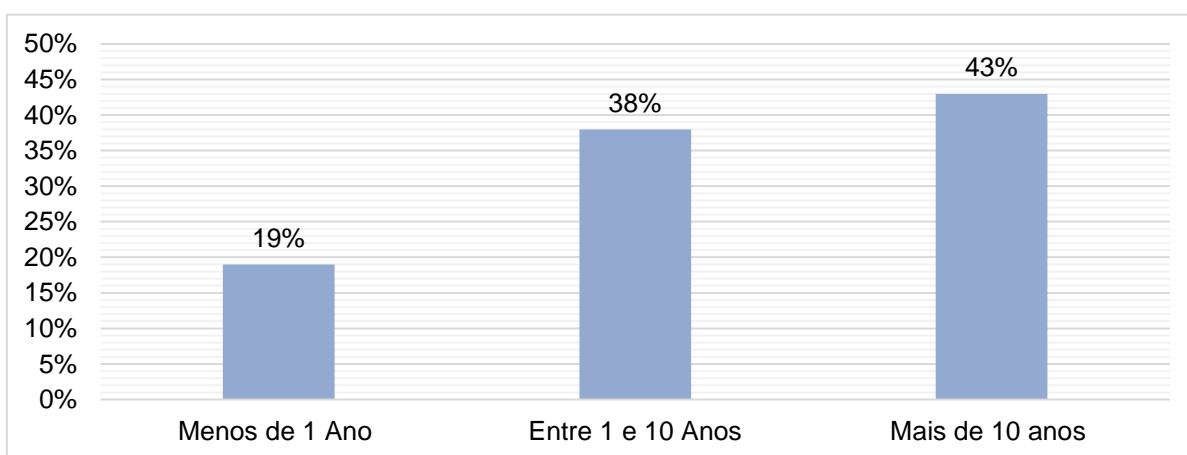
## 7 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Durante a execução da pesquisa foram entrevistados 27 participantes, sendo eliminado apenas 1 participante, por meio do critério de exclusão, visto que nunca havia trabalhado com planejamento de obras e não estava capacitado a responder o formulário de forma eficiente. Apesar disso, este participante reconhece a importância de planejar obras.

Dentre os participantes considerados, 19% trabalha com planejamento de obras há menos de 1 ano, 38% entre 1 a 10 anos e 43% há mais de 10 anos (gráfico 1). Todos os entrevistados na pesquisa afirmaram reconhecer a relevância de se ter um planejamento de obras.

Ressalta-se que planejar é uma tarefa essencial para garantir resultados previamente estabelecidos, de forma eficiente e qualificada nas obras de construção civil. As respostas afirmam que todas as categorias, desde pessoas que nunca trabalharam com planejamento de obras até pessoas que já atuam neste setor há mais de 10 anos, ou seja, por muito mais tempo, reconhece que o ato de planejar possui relevante importância para as construções de obras civis.

**Gráfico 1 – Tempo de Trabalho com Planejamento de Obras**



Fonte: A própria Autora (2019).

Ao questionar se na empresa no qual os entrevistados trabalhavam existia um setor ou funcionário responsável apenas para fazer o planejamento de obras, a maioria dos participantes, 92%, responderam que sim, enquanto 8% declararam que não, afirmando que na empresa onde trabalham não existe funcionário ou setor responsável apenas com a função de planejar as obras.

Desta forma, é confirmado que a maioria das empresas estão dedicando mais investimentos a gestão de obras, com contratações de funcionários responsáveis por esse setor, aquisição de softwares e materiais necessários para o bom funcionamento desta área, além do tempo destinado a planejar antes e durante a implantação da construção.

Este cenário atual, deve-se ao fato das ocorrências de obras com resultados de qualidade inferior ao proposto, clientes mais exigentes por entregas de serviços e produtos com menor custo e maior funcionalidade e durabilidade, e também a concorrência entre a elevada quantidade de empresas de construção civil no mercado. Por isso, encontra-se na gestão de obras, com planejamentos durante todo o processo, um ponto chave para a melhoria contínua na construção.

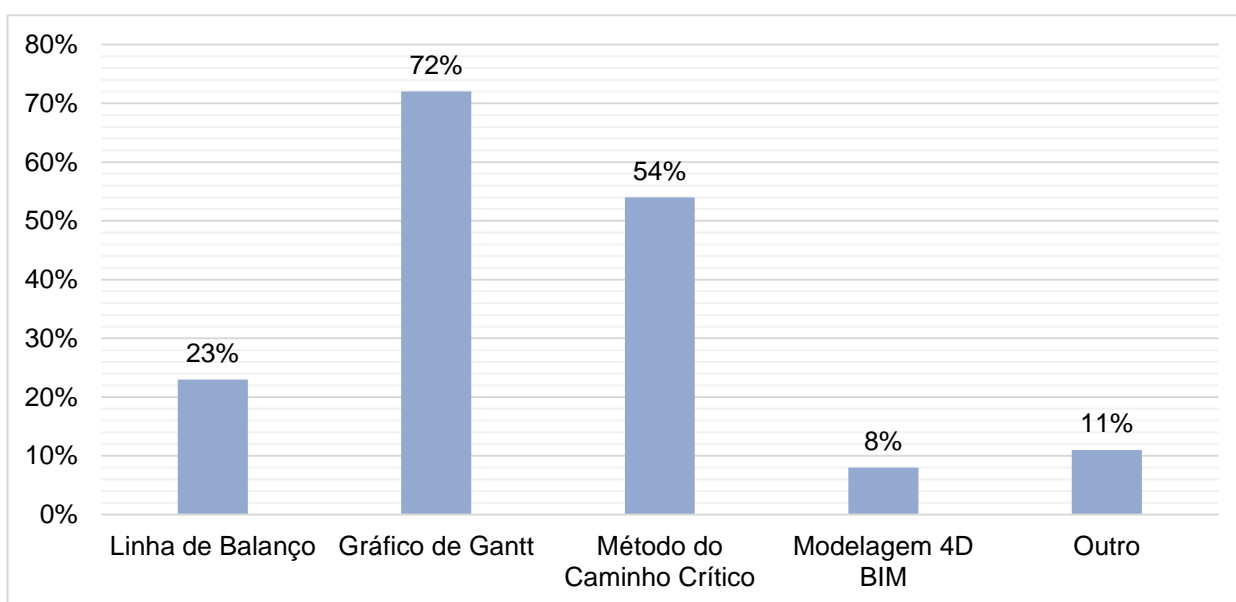
Entretanto, algumas ainda não possuem setor ou responsável pelo planejamento das obras, o que dificulta bastante o controle de prazos e custos, ocasionando atrasos nas etapas da construção, aumento no orçamento, mão de obra ociosa, desperdício de materiais quando ocorrem retrabalhos, entre outros malefícios. O motivo para não atribuir a um funcionário ou equipe a única responsabilidade de planejar, ocorre devido à falta de investimentos por parte da empresa responsável, e o depósito de confiança apenas na experiência dos executantes. Geralmente é designando esta função ao engenheiro responsável da obra, o qual possui outros papéis, o que pode acarretar em aparecimento de problemas, devido a ineficiência deste processo.

No estudo revela-se o fato de que 100% dos entrevistados afirmaram utilizar técnicas de planejamentos de prazos. Outro ponto importante a ser mencionado, é que foram apresentadas 4 principais técnicas, a saber, Linha de Balanço; Gráfico de Gantt; Método do Caminho Crítico – CPM; e Modelagem 4D



BIM. Nesse sentido, 23% dos participantes afirmaram utilizar a técnica Linha de Balanço; 72% utilizam a técnica Gráfico de Gantt; 54% usam o Método do Caminho Crítico – CPM; 8% fazem uso da técnica Modelagem 4D BIM; e 11% afirmaram se valerem de outras técnicas no planejamento de prazos (gráfico 2).

**Gráfico 2 – Técnicas Utilizadas no Planejamento de Prazos**



Fonte: A própria Autora (2019).

Todos os entrevistados utilizam técnicas de planejamento de prazos, isto porque oferecem facilidades ao processo de programar as atividades que ocorrerão na obra, além de proporcionar um controle rigoroso, tendo resultados mais satisfatórios. Estas técnicas são utilizadas como um suporte para a criação de cronogramas, em que são descritas todas as fases que a obra irá passar e o tempo necessário para sua execução; pode ser levado em consideração também, a produtividade dos funcionários de acordo com os recursos disponibilizados, como quantidades de materiais, equipamentos, máquinas e mão de obra.

O Gráfico de Gantt foi eleito o mais utilizado nas empresas de obras de construção civil na cidade de São Luís - MA, isso deve-se ao fato de ter uma fácil interpretação das informações, os prazos das atividades são bem definidas, e as

visualizações de atrasos podem ser vistas com clareza. Além disso, o uso do Diagrama de Gantt através de softwares como o MS Project e Primavera, torna possível ver em apresentação de informações o cronograma completo da obra, juntamente com a sequência das atividades; o caminho crítico, ou seja, a sequência de tarefas que não podem atrasar, por não haver folgas entre elas; e a relação entre o prazo planejado e o realizado, tornando as alterações de planejamento um processo cômodo com estratégias bem estruturadas, quando necessário, diante das ocorrências ao decorrer da obra, como atrasos que possam ser contornados para evitar a tardia entrega da construção e grandes alterações no orçamento inicial.

Em segundo lugar ficou o Método do Caminho Crítico (CPM), utilizado geralmente nos softwares junto com o Gráfico de Gantt, o qual possibilita que em uma rede de sequência de atividades, seja demonstrado aquelas não possuem folgas entre si, ou seja, a sucessora depende da finalização da predecessora para iniciar, e se houver atraso, impactará na entrega da obra no prazo estabelecido. É uma técnica de relevante importância, pois o planejador estará sempre atento a estas atividades principais, estabelecendo estratégias para manter o cronograma.

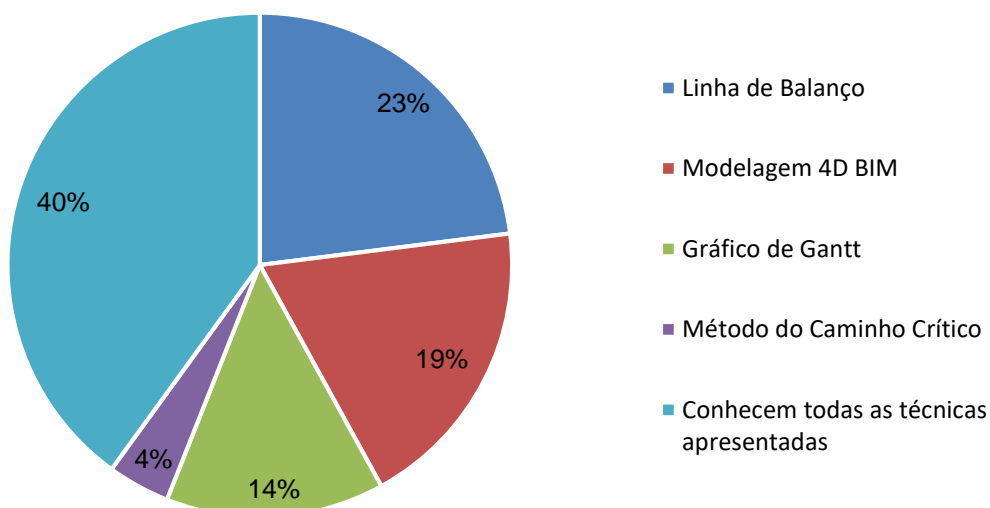
Em seguida, em terceiro lugar tem-se a Linha de balanço, a qual é mais utilizada em construções de edificações verticais ou condomínios com moradias com planta padrão, isso porque auxilia na construção de obras que possuem atividades repetitivas, levando em consideração os recursos disponibilizados e a produtividade da mão de obra. Entretanto, é menos utilizada na cidade de São Luís – MA pelo desconhecimento do uso e pouca disponibilidade de software para utilizá-la, além da dificuldade de alterar informações necessárias no planejamento durante o andamento da obra.

Por último, tem-se a Modelagem 4D BIM, técnica menos utilizada na cidade de São Luís – MA, por ser uma tecnologia relativamente nova, com um custo elevado para implantação de software nas empresas, além do investimento necessário para a capacitação de profissionais que a utilizará. Porém, é uma técnica bem específica, em que integra muitas informações de todos os projetos da obra. As estratégias e as alterações que podem ocorrer no planejamento são

simuladas de forma a tornar possível a análise dos impactos em todos os setores da obra.

Todos os participantes afirmaram que a utilização dessas técnicas traz benefícios ao atendimento de prazos das atividades das construções da sua empresa. Ao questionar qual técnica o entrevistado não conhecia, 40% afirmaram conhecer todas as técnicas apresentadas, dentre os 60% restantes, 23% afirmaram não conhecer a técnica Linha de Balanço; 19% Modelagem 4D BIM; 14% o Gráfico de Gantt; 4% o Método do Caminho Crítico (gráfico 3).

**Gráfico 3 – Técnicas Não Conhecidas**



Fonte: A própria Autora (2019).

Foi confirmado assim, que as técnicas utilizadas na pesquisa auxiliam de forma efetiva no planejamento e controle de prazos da obra, ou seja, no gerenciamento do tempo, o que já era esperado pelo levantamento bibliográfico de suas funcionalidades. Pretendendo, evitar os atrasos que geralmente ocorrem na área da construção civil.

O gráfico 3 revela que dentre as respostas daqueles que não conhecem alguma das técnicas de planejamento de prazos de obras, a mais desconhecida é a linha de balanço, chamada também de diagrama de tempo – caminho, isto

ocorre pela falta de software utilizados no Brasil destinados a esta técnica e também por um pouco mais de dificuldade de manuseio, para alterações no planejamento. Em segundo, a mais desconhecida é a Modelagem 4D BIM, visto que é uma técnica com maior custo para ser implantada e conhecida com esta nomenclatura há 15 anos, apenas. E poucas empresas em São Luís, implantaram ou pretendem implantar a técnica.

Apesar de ser o mais utilizado entre as empresas de obras de construção civil, o Gráfico de Gantt ainda foi indicado como desconhecido, isto pode ter ocorrido pelo fato de serem respostas originadas de entrevistados com menos de 1 ano trabalhando neste setor. Por último, o método do caminho crítico foi apontado por um entrevistado como desconhecido, sendo o motivo o mesmo anterior, a pouca experiência do entrevistado.

Dentre as técnicas citadas, 70% dos entrevistados avaliaram o Gráfico de Gantt como a técnica com o melhor custo-benefício, entretanto, para 19% dos participantes é o Método do Caminho Crítico e 11% dos entrevistados consideram a Modelagem 4D BIM com melhor custo-benefício (gráfico 4). Importa destacar que dentre os entrevistados que selecionaram o Método do Caminho Crítico, 80% não conheciam o Gráfico de Gantt.

Ao avaliar o Gráfico de Gantt, grande parte dos entrevistados apresentaram como justificativa o fato de que essa técnica elenca grande praticidade e é muito tradicional; de fácil acompanhamento; é de baixo custo; grande facilidade em acompanhar o andamento do projeto; maior facilidade de se encontrar profissionais capacitados para desenvolver a técnica; apresentam uma visão geral do projeto, dentre outras características que estão intimamente interligadas com as que foram apresentadas.

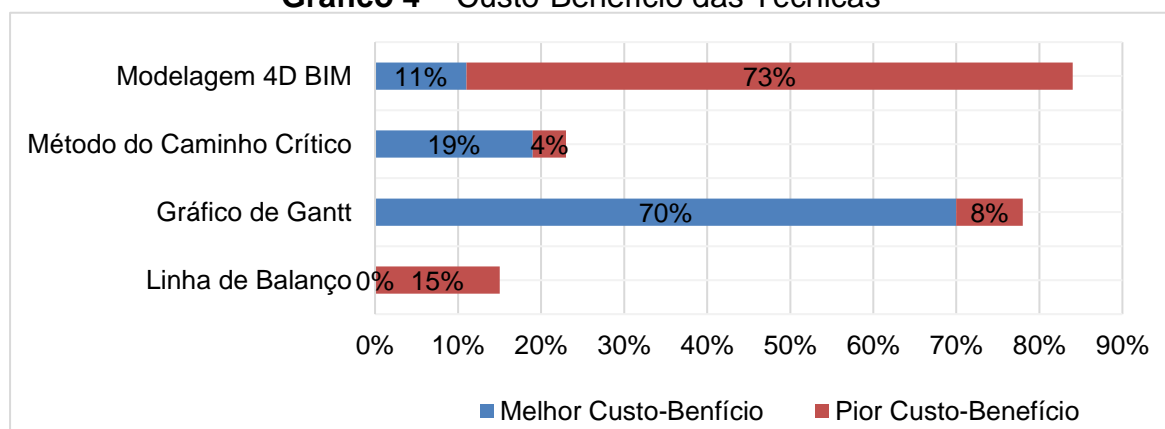
Ao apontar o Método do Caminho Crítico – CPM, os entrevistados declararam que através dele é possível evitar atrasos na obra, devido sua excelente capacidade de enfatizar as atividades que deverão ser feitas no tempo correto, pois podem ser desencadeantes de problemas, como por exemplo quando as atividades deverão ser concluídas em clima sem chuvas e acabam por atrasar, ou quando se trata de paradas de grandes máquinas para manutenções e

falta ainda algum material necessário, o que pode gerar um grande prejuízo as empresas de construção civil.

Ainda, houveram entrevistados que indicaram o uso da Modelagem 4D BIM, como de melhor custo – benefício, isto porque, consideram esta tecnologia mais específica e detalhada, pois permite a integração de toda obra, mostrando os impactos de todas as tomadas de decisões por meio de simulações. Apesar, de necessitar de um investimento maior por parte das empresas, é considerada de relevante importância para auxiliar obras de grande porte, em que os projetos são realizados independentes e por equipes diferentes, e quando executados podem ocorrer o aparecimento de interferências, gerando retrabalhos, atrasos e aumento de custos.

Desta maneira, pode-se destacar que apontar a melhor técnica, considerando seu custo-benefício nas obras de construção civil, pode ser relativo as particularidades e características da construção. Entre as mais evidenciadas, o Gráfico de Gantt torna a visualização mais abrangente e pode ser indicada para obras menores e mais comuns, associada as técnicas de redes de precedências e caminho crítico, atende diversas empresas em São Luís – MA. Enquanto que a Modelagem 4D BIM, permite a elaboração dos melhores planos, devido sua capacidade de integrar e simular as tomadas de decisões, tendo melhor custo-benefício para obras maiores e menos comuns entre os engenheiros.

**Gráfico 4 – Custo-Benefício das Técnicas**



Fonte: A própria Autora (2019).

Dentre as técnicas citadas, 73% dos entrevistados avaliaram a Modelagem 4D BIM com pior custo-benefício, 15% entendem que a Linha de Balanço apresenta pior custo-benefício, 8% consideram o Gráfico de Gantt e 4% o Método do Caminho Crítico (gráfico 4).

Na avaliação da Modelagem 4D BIM as principais justificativas apresentadas em desfavor do custo-benefício dessa técnica residem na necessidade de se obter uma estrutura robusta de *software* e equipamentos de alta performance; investimento em capacitação, visto a pouca mão-de-obra especializada no mercado; o alto custo da manutenção do *software* utilizado no desenvolvimento do programa; alta complexidade para implementação da técnica, dentre outras justificativas apresentadas.

Parte dos entrevistados apontam a Linha de Balanço como de pior custo-benefício, sua justificativa deve-se ao fato de ser mais dificultoso a mudança de informações ao decorrer da obra. Ao considerar o Gráfico de Gantt, foi relatado o desconhecimento da técnica. E apontaram o Método do Caminho, pois a tendência do planejador é focar em poucas atividades, somente nas que estão no caminho crítico, e podem se surpreender com problemas com aquelas que não estão, pela falta de atenção.

É importante destacar que tiveram que alguns entrevistados, conhecedores de todas as técnicas apresentadas, que relataram que não é correto apontar uma delas como de pior custo-benefício, e destacam que cada uma é destinada a determinados tipos de obras, cada uma com suas particularidades e vantagens.

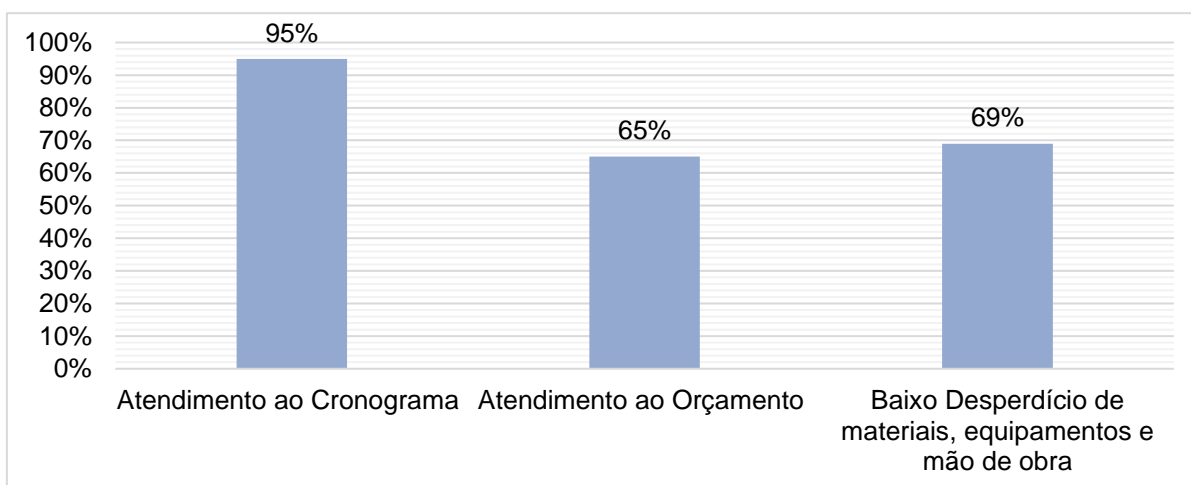
A pesquisa detectou que 73% dos entrevistados afirmaram não utilizarem outras técnicas planejamento de obras diferentes das que foram listadas. Outrossim, 27% declararam que utilizam outras técnicas, dentre elas se destacaram a técnica de Índices de Produtividade e Corrente Crítica, sob a alegação de que tais técnicas apresentam melhor custo-benefício para a empresa.

Desta maneira, é comprovado que a maioria das empresas do setor de obras de construção civil na cidade de São Luís – MA, utilizam as técnicas citadas no trabalho. Entretanto, foi apresentada como técnica de melhor custo benefícios aquela que leva em consideração os índices de produtividades citadas em livros de controles de obras, em que é determinado um coeficiente de cada tarefa a ser realizada e relacionado a quantidade estimada de mão de obra, além da consideração da área disponível para a execução da atividade, prezando pela segurança dos trabalhadores e oferecendo um ambiente mais cômodo para o trabalho.

Outra técnica, é a corrente crítica, criada por Eliyahu Goldratt, um físico, por volta do ano de 1984 com a publicação de seu livro *“The Goal”* (A Meta). Esta técnica é uma nova abordagem de gerenciamento de prazos de obras, a qual baseia-se na teoria das restrições, desenvolvida pelo autor. Nela é descrita que uma construção pode ser restringida por dependências tanto de recursos quanto de técnicas. Corrente crítica é definida como a sequência mais extensa de dependências que existe no projeto. O termo “corrente” em vez de “caminho”, refere-se ao fato de que o caminho crítico tende a se ater apenas as restrições técnicas. Desta maneira, Goldratt propõe acelerar a conclusão dos projetos (GRAY e LARSON,2016).

O estudo também avaliou qual o ganho que técnica de planejamento de prazos proporcionou à obra/empresa do entrevistado. Nesse sentido, 95% dos participantes afirmaram que encontra benefícios com relação ao atendimento do cronograma; 65% disseram que também possuem ganhos relacionados ao atendimento do orçamento; e 69% relataram vantagens a respeito do baixo desperdício de materiais, mão de obra e equipamentos (gráfico 5).

Importa destacar que 34% dos entrevistados escolheram apenas o atendimento ao cronograma como ganho proporcionado no planejamento de prazos.

**Gráfico 5 – Ganhos Proporcionado Pela Técnica Utilizada**

Fonte: A própria Autora (2019).

Nesse sentido, é importante destacar que a visão de muitos entrevistados é que as técnicas de planejamento de prazos influenciam positivamente apenas no atendimento ao cronograma, ou seja, o cumprimento de prazos estabelecidos. E na realidade, as técnicas são consideradas para auxiliar no gerenciamento de tempo da obra, mas contribuem de forma efetiva em todos os setores da construção.

Quando uma obra atende ao prazo estabelecido inicialmente no seu planejamento, o orçamento da obra tende a ser mais assertivo, pois os atrasos podem gerar problemas como mão de obra ociosa, desperdícios de materiais estocados por muito tempo, alto custo para manter máquinas complexas no canteiro de obras, além de diminuir a qualidade e produtividade dos processos.

Outros fatores associados ao planejamento eficiente de prazos, refere-se a garantir atendimento às necessidades dos clientes, fazendo com que as empresas adquiram notoriedade da sociedade de forma positiva, com obras bem planejadas, entregues no tempo certo com poucos desperdícios de materiais, equipamentos e mão de obra, e com custo condizente com o proposto. Além de resultados qualificados e produtivos, tem-se o atendimento a segurança dos trabalhadores além da preservação do meio ambiente.



Por fim, fora questionado aos participantes se havia alguma técnica a empresa pretende ou gostaria de utilizar. A Tabela 2 expressa detalhadamente as respostas.

**Tabela 2 – Principais Técnicas Que a Empresa Pretende/Gostaria de Utilizar**

Técnica	Justificativa
Modelagem 4D BIM	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pois permite analisar e estudar toda a sequência da obra;</li> <li>• Identifica erros que podem ser rapidamente corrigidos;</li> <li>• Melhor controle do gerenciamento da obra;</li> <li>• Boa interação de projetos da obra;</li> <li>• Traz dados mais precisos e condizentes com a realidade.</li> <li>• Nível de controle que a ferramenta possibilita;</li> </ul>
Modelagem BIM 5D	Não apresentou justificativa
Power BI	Não apresentou justificativa

Fonte: A própria Autora (2019).

Dentre as técnicas citadas no trabalho, a maior intenção das empresas em implantar uma delas em seus projetos refere-se a tecnologia BIM 4D, pois por meio dela pretende-se melhorar os processos inclusos nas obras de construção civil. Nesta técnica leva-se em consideração além da integração dos projetos de todos os setores, o atendimento de prazos estabelecidos, sendo de grande importância para o aumento da qualidade e produtividade dos procedimentos e entrega de resultados.

Outra técnica pretendida, é a implantação da Modelagem BIM 5D, o participante não apresentou justificativa, mas sua importância deve-se ao fato de que esta técnica consiste além da análise de monitoramento de prazos como no BIM 4D, considera-se também o custo estimado para a obra. Chaves, Silveira Neto, Pech, et al. (2014) considera o sistema 5d, como o modelo 3D da construção, juntamente com dados da obra relacionados ao cronograma do projeto e sua orçamentação.

O Power BI (Business Intelligence, ou Inteligência Empresarial), foi citado, pois é um novo sistema que auxilia na gestão de uma empresa também, integra dados e permite o acesso a eles, proporciona a manipulação dessas informações, permitindo assim a capacidade para os gestores de analisarem as informações da forma correta, afim de se tomar as melhores decisões para a obra. Destaca-se como benefícios a sua utilização menor prazo e custo, melhores planos e estratégias e processos mais eficientes (2019).

## 8 CONCLUSÃO

O desenvolvimento do presente estudo possibilitou compreender sobre o planejamento de prazos em obras de construção civil, de que forma esta área pode contribuir por meio de técnicas de planejamento de prazos para melhorar a qualidade e a produtividade dos serviços entregues à sociedade. Permitiu avaliar as principais ferramentas aplicadas nos diversos tipos de projetos desenvolvidos na cidade de São Luís - MA, além de analisar o custo-benefício da utilização delas.

De um modo geral, as empresas do ramo da construção civil demonstram interesse pelo planejamento de prazos de suas obras por meio de ferramentas que auxiliam neste processo, devido aos benefícios que a adequada aplicação destas podem trazer, através das suas funcionalidades para elaboração de planos e controle das obras. Assim, é possível reduzir os prazos e custos, aumentar a qualidade e a produtividade, além de garantir a satisfação dos clientes. São utilizadas as técnicas conforme a caracterização e particularidades dos processos do desenvolvimento da obra.

Entretanto, apesar de haver uma busca constante pela implantação de novas tecnologias, os empreendimentos localizados na cidade de São Luís, ainda passam por dificuldades para as suas utilizações, isto porque são necessários investimentos financeiros, com cursos de capacitação para os funcionários e que demandam tempo de aprendizagem, além da aquisição das licenças de novos softwares, como a inserção da técnica Modelagem 4D BIM. E desta forma, resistem até o presente momento com a utilização de técnicas mais antigas, como Gráfico de Gantt, Método do Caminho Crítico – CPM e Linha de balanço (ou diagrama de tempo-caminho), as quais foram atualizadas ao decorrer do tempo e atendem de forma satisfatória muitos projetos.

Evidenciando os custos-benefícios das técnicas aplicadas, obteve-se como resultados que a técnica de melhor custo-benefício é o Gráfico de Gantt, por sua facilidade de utilização; e de pior custo-benefício a Modelagem 4D BIM, pelo alto custo de sua implantação e necessidade de tempo para adaptação.

É importante ressaltar que, não existe uma técnica melhor que outra de forma absoluta ou analisada isoladamente, mas sim uma análise de custo-benefício a partir do porte e da complexidade da obra, assim como da filosofia e capacidade gerencial da empresa que irá desenvolver e executar o projeto. Assim, é possível analisar e escolher as técnicas de melhor custo associado a benefícios para os empreendimentos.

Desta maneira, o presente estudo alcançou seus objetivos, ao avaliar, por meio das aplicações de formulários nas principais empresas de obras de construção na cidade de São Luís – MA, as técnicas de planejamento de prazos fundamentais utilizadas e seus custos-benefícios.

Dada a importância do tema, torna-se necessário que os empreendimentos invistam nas novas tecnologias que possuem potencialidade de melhorar seus processos, visando aumento da qualidade e produtividade, visto que ainda há grandes desperdícios relacionados aos recursos em geral, prazos, orçamentos, materiais, mão de obras, equipamentos e máquinas.

## REFERÊNCIAS

- AIRES, V. M.; VALENTE, A. C. C. **Gestão de Projetos e Lean Construction: uma abordagem prática e integrada.** Curitiba: Appris, 2017.
- ALBUQUERQUE, A. C. C. **Terceiro Setor: História e Gestão de Organizações.** São Paulo: Summus Editorial, 2006.
- AVILA, A. V.; JUNGLES, A. E. **Gestão do Controle e Planejamento de Empreendimentos.** Florianópolis: Autores, 2013.
- ARAÚJO, M. A. **Administração de Produção e Operações: Uma abordagem prática.** Rio de Janeiro: Brasport, 2009.
- BAIA, D. V. S.; MIRANDA, A. C.O.; LUKE, W. G. **Uso de ferramentas BIM para o melhor planejamento de obras da construção civil.** In: IV Congresso Brasileiro de Engenharia de Produção, 12, 2014, Ponta Grossa. Anais, Ponta Grossa, 2014.
- BANGS JÚNIOR, D.H.; **Planejamento de Negócios: Criando um plano para seu negócio ser bem-sucedido.** São Paulo: Nobel, 2002.
- BARISON, M. B. **Introdução de Modelagem da Informação da Construção (BIM) no currículo: Uma contribuição para a formação do projetista.** 2015. Tese (Doutorado em Engenharia de Construção Civil) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo. 2015.
- BERNARDO, N. **Evolução da Gestão da Qualidade de Serviço de Energia Elétrica no Brasil.** Trabalho de conclusão de curso – Bacharelado em Engenharia Elétrica. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2013.
- BERNARDES, M. M. S. **Desenvolvimento de um Modelo de Planejamento e Controle da Produção para Micro e Pequenas Empresas da Construção.** Tese (Doutorado em Engenharia) - Curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2001.
- BOSZCZOWSKI, F. **Aplicação do BIM 4D no Planejamento de obras de Estruturas Metálicas** – Estudo de caso. Trabalho de conclusão de curso – Bacharelado em Engenharia Civil. Universidade Positivo, Curitiba, 2015.
- BRITO, D. M.; FERREIRA, E. A. M. **Avaliação de estratégias para representação e análise do planejamento e controle de obras utilizando modelos BIM 4D.** Ambiente Construído. Porto Alegre, v. 15, n. 4, p. 203-223, out./dez. 2015.
- CAPOTTI, L. J. **Vantagem do uso de modelagem BIM 4D e 5D no planejamento e controle da produção aplicado ao setor da Construção Civil.** Trabalho de conclusão de curso – Bacharelado em Engenharia Civil. Universidade

Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2015.

CÉSAR, F. I. G. **Ferramentas Gerenciais de Qualidade**. São Paulo: Biblioteca 24 horas, 2013.

CHAVES, E. L.; SILVEIRA NETO, F.H.; PECH, G.; CARNEIRO, M.F.S. **Gerenciamento da comunicação em projetos**. 3. Ed. Rio de Janeiro: Editora FGV, 2014.

CHIODELLI, J. H.; GIANDON, A.C. **Análise comparativa entre duas ferramentas de planejamento e controle em uma obra em fase de fundações**: Estudo de caso. Revista UNINGÁ. Ingá, v. 29, N. 1, p. 14-23, jan. / mar., 2016.

CIRIBELLI, M.C. **Como elaborar uma dissertação de mestrado através da pesquisa científica**. Rio de Janeiro: 7Letras, 2003.

COELHO, H. O. **Diretrizes e requisitos para o planejamento e controle da produção em nível de médio prazo na construção civil**. 2003. 135f. Dissertação de mestrado – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2003.

COSTA, J. T. P. **Estudo de técnicas de planejamento e gestão utilizadas por construtoras em obras convencionais e por administração a preço de custo**. Trabalho de conclusão de curso – Bacharelado em Engenharia Civil. Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2018.

CRIVELARO, M.; PINHEIRO, A. C. F. B. **Planejamento e Custos de obras**. São Paulo: Érica, 2014.

DANTAS, Edmundo Brandão. **Planejamento estratégico orientado para o Mercado**. 2019. Disponível em: <https://www.slideserve.com/jaden/planejamento-estrat>. Acesso em: 14 de outubro de 2019.

DAYCHOUM, M. **40 Ferramentas e Técnicas de Gerenciamento**. Brasil: Brasport, 2007.

EASTMAN, C. *et al.* **Manual de BIM**: Um guia de modelagem da informação da construção para arquitetos, engenheiros, gerentes, construtores e incorporadores. Porto Alegre: Bookman Editora LTDA, 2014.

FERREIRA, F. M. P. F. R.; ROTONDARO, R. **Benefícios da aplicação da ferramenta CPM no planejamento operacional e no controle físico da produção na indústria da construção civil**: sub-setor de edificações. 2001. Universidade de São Paulo, São Paulo, 2001.

FRAGA, A. Microsoft Power BI: Gráficos, **Banco de dados e Configuração de relatórios**. Rio de Janeiro: Alta Books, 2019.

FRASSON, A. C. V. **Avaliação de Gestão da Execução de um empreendimento habitacional. Trabalho de conclusão de curso.** Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2014.

GAGLIARDO, D. P. **Engenharia civil: Concepção, Teoria e Prática.** Joinville: Clube de Autores, 2017.

GOLDMAN, P. **Introdução ao planejamento e controle de custos na construção civil brasileira.** 4 ed. São Paulo: PINI, 2004.

GRAY, C. F.; LARSON, E. W. **Gerenciamento de projetos: O processo gerencia.** 6 ed. Brasil: AMGH, 2016.

HELDMAN, K. **Gerência de Projetos: guia para exame oficial do PMI.** 3. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2006.

HERNANDES, F. S. **Análise da importância do planejamento de obras para contratantes e empresas construtoras.** 2002. 161f. Dissertação de mestrado – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002.

HONÓRIO, D. E. **A qualidade de vida do operário da construção civil e sua importância na qualidade e produtividade em obras.** 2002. 128f. Dissertação de Mestrado – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002.

LEÃO, G. A.; SANTOS, A. J. O. **Métodos de planejamento de obras: Comparação entre o tradicional e o software de código aberto.** Trabalho de conclusão de curso – Bacharelado em Engenharia Civil. Centro Universitário CESMAC, Maceió, 2018.

LEITE, M. O. **A utilização das curvas de aprendizagem no planejamento da construção civil.** 2002. 93f. Dissertação de mestrado – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002.

LÉLIS, J. C. **Planejamento com arte e técnica.** Rio de Janeiro: Brasport, 2011.

LIMA, E. A. M. **Estudo da Contribuição das Metodologias do Lean Construction e do Gerenciamento de Projetos do PMI para o Planejamento e Controle da Produção de Obras.** Trabalho de conclusão de Curso. Bacharelado de Engenharia Civil. Universidade do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2016.

LUCK, H. **A aplicação do planejamento estratégico na escola.** Gestão em Rede. no 19, p. 8-13, abril, 2000.

LIMMER, C.V. **Planejamento, orçamento e controle de projetos e obras.** Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos Editora, 1997.

MADERS, B. **Técnica de Programação e controle da construção repetitiva – Linha de Balanço: Estudo de Caso de um conjunto habitacional.** 1987. 205f. Dissertação de Mestrado – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto

Alegre, 1987.

MARCONDES, A. **Uma breve história do gerenciamento de projetos.** 2017. Disponível em: <http://pmimt.org.br/site/index.php/artigo/vis/4>. Acesso em: 20 de outubro de 2019.

MAZIERO, L. T. P. **Aplicação do conceito do método da linha de balanço no planejamento de obras repetitivas:** Um levantamento das decisões fundamentais para sua aplicação. 1990. 160f. Dissertação de mestrado – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1990.

MELO, M. **Guia de estudo para o exame PMP: Project Management Professional Exam.** 4. ed. Rio de Janeiro: Brasport, 2012.

MENEZES, G. B. B. **Breve histórico de implantação da plataforma BIM.** Cadernos de Arquitetura e Urbanismo. v. 18. n. 22, 1º sem. p. 152 – 171. 2011.

ORTH, A. I.; PRIKLADNICKI, R. **Planejamento e Gerência de Projetos.** Porto Alegre: EDIPUCRS, 2009.

PALHOTA, T.F. **Gestão de prazos em obras de edificações considerando os paradigmas atuais da construção civil.** Monografia para graduação de Engenharia civil. Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2016.

PMI. **Um Guia do conhecimento em Gerenciamento de Projetos: Guia PMBOK.** 6. ed. – EUA: Project Management Institute, 2017

POLITO, G. **Linhas de balanço na construção civil.** 2017. Disponível em: <https://blogdaliga.com.br/linhas-de-balanco-construcao-civil/>  
<https://blogdaliga.com.br/wp-content/uploads/2017/05/ARTIGO-1-LINHAS-DE-BALANCO.pdf>. Acesso em: 26 de outubro de 2019.

POSSI, M. Gerenciamento de Projetos Guia do Profissional: Fundamentos Técnicos. Vol. 3. Rio de Janeiro: Brasport, 2006.

PRADO, R.L. **Aplicação e acompanhamento da programação de obras em edifícios de múltiplos pavimentos utilizando a técnica da linha de balanço.** 2002. 140f. Dissertação de Pós-Graduação – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002.

PRODANOV, C. C.; FREITAS, E. C. **Metodologia do trabalho científico: Métodos e Técnicas da Pesquisa e do Trabalho acadêmico.** 2. ed. – Novo Hamburgo: Feevale, 2013.

RAMPAZZO, L. **Metodologia Científica: Para alunos dos cursos de graduação e pós-graduação.** 3. ed. São Paulo: Edições Loyola, 2005.

REIS, L.B. **Geração de energia elétrica.** 2.ed. Barueri: Manole, 2015.



SCARDOELLI, L. S. **Iniciativas de melhorias voltadas à qualidade e à produtividade desenvolvidas por empresas de construção de edificações.** 1995. 160f. Dissertação de Pós-graduação – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 1995.

SEBRAE. **Causa mortis:** o sucesso e o fracasso das empresas nos primeiros 5 anos de vida. 2014. Disponível em: [http://www.sebrae.com.br/Sebrae/Portal%20Sebrae/UFs/SP/Anexos/causa\\_mortis\\_2014.pdf](http://www.sebrae.com.br/Sebrae/Portal%20Sebrae/UFs/SP/Anexos/causa_mortis_2014.pdf). Acesso em: 26 de outubro de 2019.

SILVA, M. P. **Influência do planejamento e controle de obras nos horizontes de médio e curto prazo em entrega de edifícios residenciais em Goiânia.** 2012. 244f. Dissertação de mestrado – Universidade de Brasília. Brasília, 2012.

SILVA, M. S. T. C. **Planejamento e controle de obras.** Monografia para graduação de Engenharia Civil. Universidade Federal da Bahia. Salvador, 2011.

SILVA, M. V. B. **Gestão do tempo na construção civil e sua relação com as demais áreas da gestão de projetos.** Revista on-line IPOG – Especialize. Cuiabá. v. 9, n. 010. Julho. 2014.

SILVA, S. F. **Marketing de serviços:** Fundamentos, análises e práticas no setor de Saúde. Maceió: EDUFAL, 2005.

SOUZA, L.V.F.; VOLTA, C.B.; MAGALHÃES, I. A. **Aplicação do método da linha de balanço no planejamento e controle de obras com atividades repetitivas.** XIII SEPA - Seminário Estudantil de Produção Acadêmica. Salvador, v. 13, 2014.

SOUSA, O. K.; MEIRIÑO, M. J. **Aspectos da implantação de ferramentas BIM em empresas de projetos relacionados à construção civil.** In: IX Congresso Nacional de Excelência em Gestão. Rio de Janeiro, 2013.

STONNER, R. **Ferramentas de planejamento:** Utilizando o MS Project para gerenciar empreendimentos. Rio de Janeiro: E-papers, 2001.

SUZUKI, R. T; SANTOS, E.T. **Planejamento 4D no Brasil:** Levantamento orientado a percepção de resultados pelos diversos “Stakeholders” da construção. In: VII Encontro de Tecnologia de informação e comunicação na construção, nov. 2015, Recife. Anais, Recife, 2015.

TORREÃO, Paula. **História do gerenciamento de projetos.** 2007. Disponível em: <https://pontogp.wordpress.com/2007/04/23/historia-do-gerenciamento-de-projetos/>. Acesso em: 14 de outubro de 2019.

VARGAS, R.V. **Gerenciamento de Projetos:** estabelecendo diferenciais competitivos. 6. ed. Rio de Janeiro: Brasport, 2005.

## APÊNDICE

### APÊNDICE A – FORMULÁRIO DA PESQUI

VERIFICAÇÃO DA UTILIZAÇÃO DE TÉCNICAS DE PLANEJAMENTO NO SETOR DA CONSTRUÇÃO CIVIL NA CIDADE DE SÃO LUIS - MA	
QUESTIONÁRIO	
<b>NOME DO ENTREVISTADO</b>	
<b>NOME DA EMPRESA</b>	
<b>CARGO/FUNÇÃO DO ENTREVISTADO</b>	
1. Você trabalha/trabalhou com planejamento de obras?	
( ) SIM      ( ) NÃO	
2. Há quanto tempo você trabalha/trabalhou com planejamento de obras?	
( ) MENOS DE 1 ANO ( ) ENTRE 1 E 10 ANOS ( ) MAIS DE 10 ANOS ( ) NUNCA TRABALHEI	
3. Você reconhece a importância do planejamento de obras?	
( ) SIM      ( ) NÃO	
4. Sua empresa possui um setor ou funcionário responsável apenas para fazer o planejamento de obras?	
( ) SIM      ( ) NÃO	
5. Você utiliza técnicas de planejamento de prazos?	
( ) SIM      ( ) NÃO	
6. Quais técnicas você utiliza em seu planejamento de prazos?	
( ) LINHA DE BALANÇO ( ) GRÁFICO DE GANTT ( ) MÉTODO DO CAMINHO CRÍTICO ( ) MODELAGEM 4D BIM ( ) Não utilizo técnicas de planejamento      ( ) OUTRA:	
7. Você acredita que a utilização dessas técnicas traz benefícios ao atendimento de prazos das atividades das construções da sua empresa?	
( ) SIM      ( ) NÃO	
8. Dentre as técnicas citadas no item 6, qual/quais você não conhece ?	
( ) LINHA DE BALANÇO ( ) GRÁFICO DE GANTT ( ) MÉTODO DO CAMINHO CRÍTICO ( ) MODELAGEM 4D BIM	

9. Dentre as técnicas citadas no item 6, qual você avalia como de melhor custo - benefício? Justifique.

- ( ) LINHA DE BALANÇO  
 ( ) GRÁFICO DE GANTT  
 ( ) MÉTODO DO CAMINHO CRÍTICO  
 ( ) MODELAGEM 4D BIM  
 ( ) NÃO UTILIZO NENHUMA DELAS

10. Dentre as técnicas citadas no item 6, qual você avalia como de pior custo - benefício?

- ( ) LINHA DE BALANÇO  
 ( ) GRÁFICO DE GANTT  
 ( ) MÉTODO DO CAMINHO CRÍTICO  
 ( ) MODELAGEM 4D BIM  
 ( ) NÃO UTILIZO NENHUMA DELAS

11. Você utiliza outra técnica de planejamento, não citada anteriormente?

- ( ) SIM ( ) NÃO Qual? \_\_\_\_\_

12. Se sua resposta foi sim no item anterior, essa técnica possui um bom custo - benefício para sua empresa? Justifique sua resposta.

- ( ) SIM ( ) NÃO

13. Qual o ganho que a utilização da técnica de planejamento de prazos proporcionou à sua obra/empresa?

- ( ) ATENDIMENTO AO CRONOGRAMA  
 ( ) ATENDIMENTO AO ORÇAMENTO  
 ( ) BAIXO DESPERDÍCIO DE MATERIAIS, MÃO DE OBRA E EQUIPAMENTOS  
 ( ) OUTRO(S): \_\_\_\_\_

14. Há alguma técnica que a empresa pretende ou gostaria de utilizar?

- ( ) SIM ( ) NÃO

15. Qual(is) e por quê?