



**CURSO DE ENGENHARIA CIVIL**

**JOÃO LUCAS BESSA**

**PROPOSIÇÃO DE MELHORIAS NO GERENCIAMENTO DE  
OBRAS ATRAVÉS DO LEAN E BIM EM UM ESTUDO DE CASO**

**FORTALEZA**

**2022**

**JOÃO LUCAS BESSA**

**PROPOSIÇÃO DE MELHORIAS NO GERENCIAMENTO DE  
OBRAS ATRAVÉS DO LEAN E BIM EM UM ESTUDO DE CASO**

Trabalho de Conclusão de  
Curso apresentado como requisito  
parcial à obtenção do título de  
Bacharel em engenharia civil da  
Faculdade Ari de Sá.

Orientador: Prof. Ms. Rodrigo  
Magalhães Siqueira Borges

**FORTALEZA**

**2022**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação  
Faculdade Ari de Sá  
Gerada automaticamente mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

---

B557p Bessa, João Lucas.

Proposição de melhorias no gerenciamento de obras através do Lean e BIM em um estudo de caso / João Lucas Bessa. – 2022.

47 f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso – Faculdade Ari de Sá, Curso de Engenharia Civil, Fortaleza, 2022.

Orientação: Prof. Me. Rodrigo Magalhães Siqueira Borges.

1. Gerenciamento de obras. 2. Lean Construction. 3. Bim . 4. Estudo de caso. I. Título.

CDD 620

---

**JOÃO LUCAS BESSA**

**PROPOSIÇÃO DE MELHORIAS NO GERENCIAMENTO DE  
OBRAS ATRAVÉS DO LEAN E BIM EM UM ESTUDO DE CASO**

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado como requisito parcial à  
obtenção do título de Bacharel em  
Engenharia civil da Faculdade Ari de  
Sá.

Orientador: Prof. Ms Rodrigo  
Magalhães Siqueira Borges

Aprovada em: 15/12/2022

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof. Ms. Rodrigo Magalhães Siqueira Borges

Faculdade Ari de Sá

---

Prof. Ms. Felipe Oscar Pinto Barroso

Universidade Federal do Ceará - UFC

---

Profa .Ms. Bianca Vieira

Universidade Federal do Ceará - UFC

Prefiram a minha instrução à prata, e o conhecimento ao ouro puro, pois a sabedoria é mais preciosa do que rubis; nada do que vocês possam desejar compara-se a ela.  
Provérbios 8:10-11

Dedico este trabalho à minha família e amigos, pelos momentos de ausência, paciência e sempre acreditarem e me dar forças para continuar.

## AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer primeiramente à Deus por tudo o que ele me proporcionou e proporciona até hoje incluindo o dom da vida, por ele sempre me mostrar que mesmo quando nada parecia certo, era o certo e mesmo tudo dando errado no final deu certo e que mesmo eu sendo falho nunca deixou de me vigiar. Agradeço a minha mãe Maria Alvina tanto que palavras não podem descrever toda a gratidão amor e respeito que sinto por ela, que sempre me apoiou e me deu a mão, as minhas irmãs Jéssica e Lutiane que me fortalecem e me fazem ver que às vezes o amor é muito maior que as casualidades da vida. Agradeço a minha namorada Suyanne Santos por ter me dado forças durante essa jornada me fazendo querer ser melhor a cada dia e aos seus pais Dinah e Jeovani por serem como pais para mim. Agradeço aos meus amigos, Pedro, Nertan e Sergio por participarem da minha vida durante as fases boas e ruins pelas quais passei e a todos os que não pude citar, pois não caberiam tantos nomes.

“Porque sou eu que conheço os planos que tenho para vocês’, diz o Senhor, ‘planos de fazê-los prosperar e não de causar dano, planos de dar a vocês esperança e um futuro”. (Jeremias 29:11)

## RESUMO

O gerenciamento de obras na construção civil é um desafio, com as mudanças que a indústria tem sofrido ao longo do tempo e o aumento substancial de competitividade, muitas empresas buscam pela inovação de seus serviços, para evitar que eles se tornem defasados, com isso novas técnicas de gestão e planejamento de obras vem surgindo. Gerir informações baseado apenas no modelo tradicional 2D tem grande potencial para ocasionar divergências, omissões, dúvidas e duplicidades durante a fase de execução. Além da falta integração e comunicação da estrutura atual podem causar atrasos e custos adicionais e erros de execução ao longo do ciclo de vida do projeto de construção. Outro fator que ocorre em obras é o desperdício ocasionado devido ao gerenciamento ineficiente. Portanto, o presente trabalho, utilizando a estratégia de pesquisa conhecida como estudo de caso, tem como objetivo esclarecer o porquê de o gerenciamento de obras ser um aspecto tão importante, trazendo conceitos fundamentados na bibliografia de autores renomados da área em questão, assim como novos métodos que auxiliam nesse desafio, como o Lean Construction e o BIM que pode potencializar seus resultados. Dentro deste estudo são apresentados dados de uma referida obra das instalações elétricas de um edifício localizado no bairro Aldeota em Fortaleza-CE denominada como Obra A, onde foram diagnosticados alguns problemas referentes a ineficiência da gestão no decorrer da obra, que por sua vez ocasionou em atrasos e elevação nos custos iniciais previstos e que instigou a pesquisa trazendo sugestões de aplicações como o AGILEAN, EAP de obra, ciclo PDCA, REVIT que podem auxiliar no processo de gestão reduzindo assim o tempo e os custos adicionais em obras.

**Palavras-chave:** Gerenciamento de obras. Lean Construction. Bim. Estudo de caso.

## **ABSTRACT**

The management of works in civil construction is a challenge, with the changes that the industry has undergone over time and the substantial increase in competitiveness, many companies seek to innovate their services, to prevent them from becoming outdated, with this new management techniques and construction planning has been emerging. Managing information based only on the traditional 2D model has great potential to cause divergences, omissions, doubts and duplications during the execution phase. In addition, the lack of integration and communication of the current structure can cause delays and additional costs and execution errors throughout the life cycle of the construction project. Another factor that occurs in works is the waste caused by inefficient management. Therefore, the present work, using the research strategy known as case study, aims to clarify why the management of works is such an important aspect, bringing concepts based on the bibliography of renowned authors in the area in question, as well as new ones methods that help in this challenge, such as Lean Construction and BIM that can enhance your results. Within this study, data are presented from a referred work of the electrical installations of a building located in the Aldeota neighborhood in Fortaleza-CE called Work A, where some problems related to the inefficiency of management during the work were diagnosed, which in turn caused in delays and increase in anticipated initial costs and which instigated the research by bringing suggestions for applications such as AGILEAN, EAP on site, PDCA cycle, REVIT that can help in the management process, thus reducing time and additional costs in works.

**Keywords:** Works management. Lean Construction. Good. Case study.

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> - Procedimento metodológico.....	16
<b>Figura 2</b> - Fases do gerenciamento de projeto.....	20
<b>Figura 3</b> - Grau de oportunidade da mudança em função do tempo. ....	22
<b>Figura 4</b> - Ciclo PDCA .....	29
<b>Figura 5</b> - Exemplo de EAP .....	33
<b>Figura 6</b> - Ciclo de vida de uma edificação.....	39
<b>Figura 7</b> - EAP DA OBRA.....	50
<b>Figura 8</b> - Definição da tipologia do empreendimento. ....	50
<b>Figura 9</b> - Esquema de rede predecessoras.....	51
<b>Figura 10</b> - Exemplo de linha de balanço da obra. ....	51
<b>Figura 11</b> - Exemplo de linha de balanço da obra (ampliado). ....	51
<b>Figura 12</b> - Detalhamento de projeto em 2d no AutoCAD. ....	52
<b>Figura 13</b> - Detalhamento de projeto em 2d no AutoCAD. ....	52
<b>Figura 14</b> - Detalhamento de projeto em 2d no AutoCAD. ....	53
<b>Figura 15</b> - Representação em Revit do cabeamento estruturado. ....	53
<b>Figura 16</b> - Representação em Revit elétrica baixa tensão .....	54
<b>Figura 17</b> - Ciclo PDCA .....	54

## LISTA DE GRÁFICOS

<b>Gráfico 1</b> - Comparativo do tempo gasto em projeto e execução de obra, e os desperdícios gerados. ....	18
<b>Gráfico 2</b> - Curva S previsto x executado. ....	26
<b>Gráfico 3</b> - Histograma de recursos. ....	27
<b>Gráfico 4</b> - Gráfico da curva S da obra. ....	46
<b>Gráfico 5</b> - Histograma de obra. ....	48

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1</b> – Orçamento apresentado pela contratante. ....	43
<b>Tabela 2:</b> Cronograma físico financeiro (contratada) ....	44
<b>Tabela 3</b> - Comparativo Previsto X Executado ....	47

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

### LISTA DE ABREVIATURAS

<b>BIM</b>	Building Information Modeling
<b>EAP</b>	Estrutura Analítica do Projeto
<b>LC</b>	Lean Construction
<b>LP</b>	Lean Production
<b>LT</b>	Lean Thinking
<b>PDCA</b>	Plan Do Check Act
<b>TQM</b>	Total Quality Management

### LISTA DE SIGLAS

<b>CIFE</b>	Center for Integrated Facility Engineering
<b>PMBOK</b>	Project Management Body of Knowledge

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	13
<b>2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b> .....	17
2.1. GERENCIAMENTO DE OBRAS .....	17
2.1.1 Projetos .....	17
2.1.2 Planejamento .....	21
2.2 CURVA S .....	25
2.4 CICLO PDCA .....	28
2.5 CARACTERIZAÇÃO DO CANTEIRO DE OBRAS .....	30
2.6 PLANEJAMENTO DOS RECURSOS.....	31
2.7 ESTRUTURA ANALÍTICA DO PROJETO (EAP) .....	32
2.8 PENSAMENTO LEAN .....	34
2.8.1 O Conceito Lean Production (Produção Enxuta).....	34
2.8.2 Lean Construction .....	35
2.9 BIM COMO COMPLEMENTO NA METODOLOGIA LEAN .....	38
<b>3 METODOLOGIA</b> .....	40
<b>4 RESULTADO E DISCUSSÕES</b> .....	43
4.1 DADOS DA OBRA .....	43
4.2 DISCUSSÕES.....	49
<b>5 CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	57
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	58

## 1. INTRODUÇÃO

O gerenciamento de obras na construção civil é um desafio, com as mudanças que a indústria vem sofrendo ao longo do tempo e o aumento substancial de competitividade, muitas empresas buscam pela inovação de seus serviços, para evitar que eles se tornem defasados.

Entretanto, tal processo nem sempre é tão bem elaborado e nem sempre as empresas investem em novos métodos ou tecnologias. O que gera ineficiências, fazendo com que se tenha uma qualidade menor da obra, custos mais elevados, prazos além do planejado, dentre outros problemas corriqueiros de uma obra.

A indústria da construção tem sido um dos ramos produtivos que mais vem sofrendo alterações substanciais nos últimos anos. Com a intensificação da competitividade, a globalização dos mercados, a demanda por bens mais modernos, a velocidade com que surgem novas tecnologias, o aumento do grau de exigência dos clientes [...] e a reduzida disponibilidade de recursos financeiros para a realização de empreendimentos, as empresas se deram conta de que investir em gestão e controle de processos é inevitável [...] (MATTOS, 2010, p.21).

Isso arremete que nos dias de hoje as empresas devem buscar o que há de melhor para se gerenciar suas obras fazendo com que se tenha uma busca por novos métodos de planejamento e tecnologias. Portanto, nos últimos anos o mercado da construção vem se expandindo e vem ficando cada vez mais exigente, fazendo com que as empresas busquem por outros meios para facilitar os processos de execução.

Outro problema bastante comum é a falha logística das empresas que fazem determinado planejamento, porém ineficaz. Isso ocorre devido diversos fatores logísticos que influenciam diretamente no andamento da obra, como a defasagem de preço constante de alguns insumos no mercado, fazendo com que haja distorções no orçamento, prazos e entregas estipulados pelos fornecedores.

Tais distorções podem acarretar atrasos na obra, problemas de fluxo de caixa, quantitativos de materiais calculadas de forma errônea ou desperdícios que excedem a margem estipulada, dentre outras falhas que podem acontecer caso não seja previsto.

Estes problemas afetam diretamente a empresa e a obra, pois tais tipos de erros afetam o custo e o prazo da obra além de levar a certas ocasiões de prejuízo para a empresa.

Deve-se salientar que há ocasiões que mesmo com um planejamento bem elaborado podem ocorrer erros de execução por parte da mão de obra não especializada, que em alguns casos vem da informalidade nas contratações, ou até mesmo pela falta de treinamento por parte da empresa.

É muito frequente nas obras o princípio de que quaisquer erros de prumo ou de alinhamento de painéis de alvenaria podem ser corrigidos “na massa”. Isso não só conduz a um maior consumo de material, como cria uma sobrecarga indesejável na estrutura da edificação (LIMMER, 1996, p. 3).

Diante do problema exposto, destaca-se a seguinte questão de pesquisa: Como minimizar problemas recorrentes de um gerenciamento de obras mal elaborado?

Devido este entendimento e com o avanço da tecnologia, novas práticas, ferramentas computacionais e equipamentos foram sendo desenvolvidos ao longo dos anos a fim de auxiliar na missão de se obter o melhor resultado na obra reduzindo conseqüentemente os desperdícios.

Hoje existem métodos e programas que facilitam no gerenciamento de uma obra. Graças esses softwares e metodologias surgiram conceitos como o (Building Information Modeling) BIM, que é um processo de gerenciamento de dados da obra que compõem o ciclo de vida de um empreendimento, e o Lean Construction (construção enxuta), que consiste em otimizar processos a fim de se melhorar a qualidade da obra.

A metodologia BIM é um sistema que envolve diversos softwares, onde eles são capazes, de representar mais que uma simples planta da edificação e sim um conjunto de dados que são responsáveis por auxiliar no desenvolvimento do projeto.

Building Information Modeling (BIM) é um conjunto de políticas, processos e tecnologias que interagem gerando uma metodologia para gerenciar os dados essenciais do projeto e do projeto do edifício em formato digital ao longo do ciclo de vida do edifício (PENTTILÄ, 2006, apud SUCCAR, 2009A).

Uma outra alternativa para reduzir os problemas encontrados pode ser visto através do Lean Construction (construção enxuta) que segundo Koskela (1992), pode-se classificar atividades de produção como as que agregam valor e atividades que não agregam valor. Isso consiste em analisar os processos referentes que agregam valor como as que tem impacto direto na obra e as que não agregam valor e que necessitam de recursos que não estão diretamente ligados ao preço final da obra. Com esse entendimento o pesquisador finlandês Lauri Koskela em 1992, criou os 11 princípios do Lean, que são:

1. Reduzir as atividades que não agregam valor.
2. Aumentar o valor do produto através da consideração das necessidades do cliente.
3. Reduza a variabilidade.
4. Reduzir o tempo do ciclo de produção.
5. Simplificar através da redução do número de passos ou partes.
6. Aumentar a flexibilidade na execução do produto.
7. Aumentar a transparência do processo.
8. Concentre o controle no processo completo.
9. Incorpore a melhoria contínua ao processo.
10. Equilibre a melhoria do fluxo com a melhoria da conversão.
11. Referência (Benchmarking). (KOSKELA, 1992, p. 16)

O conceito Lean, trata de otimizar etapas a fim de conseguir reduzir o desperdício e prazo sem afetar a qualidade do produto. A metodologia Lean se aplica desde a fase de planejamento e segue durante a fase de execução, onde ela vem sendo aplicada cada vez mais pelas empresas que buscam resolver problemas relacionados ao atraso, desperdício e logística da obra.

Portanto, este estudo busca por meio de revisão bibliográfica e experiências práticas, enaltecer a necessidade do gerenciamento por meio de novas tecnologias, a fim de se obter os melhores resultados possíveis, trazendo formas de se reduzir perdas como, por exemplo: produtividade, financeira, operacional e desperdícios de materiais e assim conseqüentemente a redução dos custos desnecessários da obra, evidenciando assim a relevância social do presente estudo.

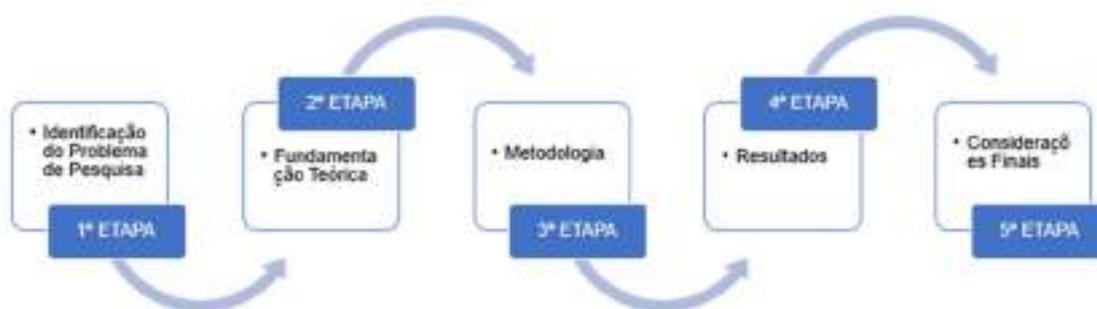
Diante do supracitado, esta pesquisa possui objetivos geral e específicos. Em referência ao objetivo geral, propõem-se alternativas que visem a redução de desperdícios na execução da obra por meio de melhorias dos processos de gestão. Já em relação aos objetivos específicos, têm-se:

- I. Evidenciar problemas ocasionados pela falta ou ineficiência de um bom planejamento de obras;

- II. Ressaltar os benefícios do uso das metodologias Lean Construction e BIM no gerenciamento de obras;
- III. Exemplificar a aplicabilidade dessas metodologias nos processos de gerenciamento.

Através desta análise tem-se a **Figura 01** que identifica os passos a serem seguidos no escopo deste trabalho.

**Figura 1** - Procedimento metodológico.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Como percebe-se na **Figura 01** são apresentadas as etapas do presente trabalho onde será primeiramente comentado sobre a identificação dos problemas ocorridos em obra, na segunda etapa será realizada a pesquisa bibliográfica, que servira de embasamento para a fundamentação teórica, na terceira etapa se dará início no estudo metodológico do trabalho e na quarta etapa serão apresentados alguns resultados obtidos e possíveis soluções e por fim temos as considerações finais.

## 2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Acerca do referente tema tem-se neste trabalho sua base fundamentada em trabalhos científicos e livros tendo como destaques, autores de renome, dentre eles trabalhos como de Dórea Mattos (2010) e Carl Limmer (1996) que serão utilizados com maior incidência nas considerações acerca de planejamento/gerenciamento de obras, assim como Bilal Succar para o desenvolvimento em BIM e Lauri Koskela sobre Lean Construction.

### 2.1. GERENCIAMENTO DE OBRAS

Ao administrar uma obra o gestor deve dotar de conhecimentos multidisciplinares, pois, dentro do âmbito da construção civil ele deve gerir custos, prazos, insumos e pessoas além dos projetos para que o andamento da obra ocorra da melhor maneira possível.

Dentro do macro do gerenciamento de obras deve-se ter o entendimento de que existem segmentos que em conjunto fazem com que se tenha um melhor controle do que se fazer, os quais são destacados a seguir.

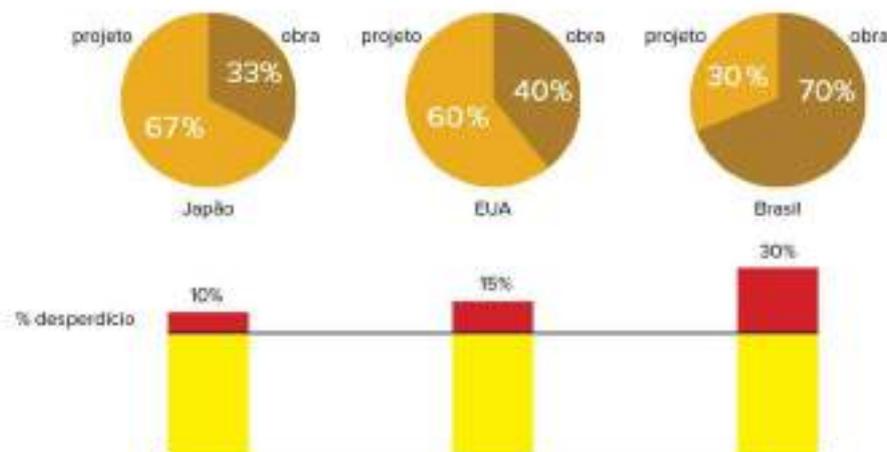
#### 2.1.1 Projetos

De acordo com Limmer (1996, p. 9), “projeto é um conjunto de atividades necessárias, ordenadas logicamente e inter-relacionadas, que conduzem a um objetivo predeterminado, atendendo-se a condições definidas de prazo, custo, qualidade e risco”. Ou seja, através do gerenciamento de projetos, as atividades são conduzidas utilizando um conjunto de conhecimentos, ferramentas, habilidades, metodologias e técnicas, a fim de se atender as necessidades do projeto.

No **Gráfico 1** estão relacionados dados que correspondem ao benefício do gerenciamento de projetos, nestes gráficos são ilustrados dados que apontam o tempo utilizado com planejamento e com a execução, ele também faz um apontamento como o desperdício de recursos nas obras. Tal comparativo usa

como base três países, sendo eles: Japão, Estados Unidos e Brasil. Com base nestes dados pode-se evidenciar que ao gastar mais tempo planejando a obra tem-se um menor gasto de tempo na execução, que tem como objetivo reduzir custos, os desperdícios e auxiliar na agilidade dos processos.

**Gráfico 1** - Comparativo do tempo gasto em projeto e execução de obra, e os desperdícios gerados.



**Fonte: SOUZA GUERRA, 2016.**

[...] o gerenciamento de um projeto é, portanto, a coordenação eficaz e eficiente de recursos de diferentes tipos, como recursos humanos, materiais, financeiros, políticos, equipamentos, e de esforços necessários para obter-se o produto final desejado – a obra construída –, atendendo-se a parâmetros preestabelecidos de prazo, custo, qualidade e risco. (LIMMER, 1996, p.12)

Um projeto segundo o Project Management Body of Knowledge (PMBOK, 5ª ed, pg.5), nada mais é de que “[...] um esforço temporário empreendido para criar um produto, serviço ou resultado exclusivo.” Onde “Cada projeto cria um produto, serviço ou resultado único.” Podem existir casos em que se tenham similaridades, entretanto eles irão se diferir uns dos outros com relação ao prazo, custo, qualidade, dentre outros aspectos construtivos.

Segundo Limmer (1996) o ato de gerenciar projetos envolve uma gama de ações em que o gerente de projetos deve se assegurar de que tudo esteja ocorrendo conforme o planejado, fazendo com que haja um maior controle

durante a execução do projeto, reduzindo o impacto direto no prazo e no custo da obra, permitindo assim que exista um tempo hábil para tomada de decisões importantes. Com essa definição, devemos seguir alguns elementos que devem ser verificados e definidos para realizar o gerenciamento de projetos, sendo estes: escopo, tempo, custo e qualidade.

**a) Escopo:**

Definir o escopo nada mais é que estipular o tamanho do projeto, em outras palavras, significa saber quais são os objetivos que esperamos conseguir após sua conclusão. Tal escopo deve ser muito bem elaborado antes de iniciar o projeto, onde podem haver mudanças de escopo durante a execução do projeto em si;

**b) Tempo:**

Quando se define o escopo, é importante nos planejar, pois, o projeto deve ter um início e um fim, e com a delimitação do escopo e das tarefas a serem executadas, pode-se criar um planejamento do projeto e assim definir um cronograma com um caminho crítico e as dependências entre as atividades que serão realizadas;

**c) Custo:**

Quando se fala em gerenciar projetos tem-se também que estipular gastos para isso é necessário prever os custos, despesas, contingências, receita e lucro que a depender se o gerenciamento/planejamento foi bem elaborado ficam em um limiar entre lucro e prejuízo;

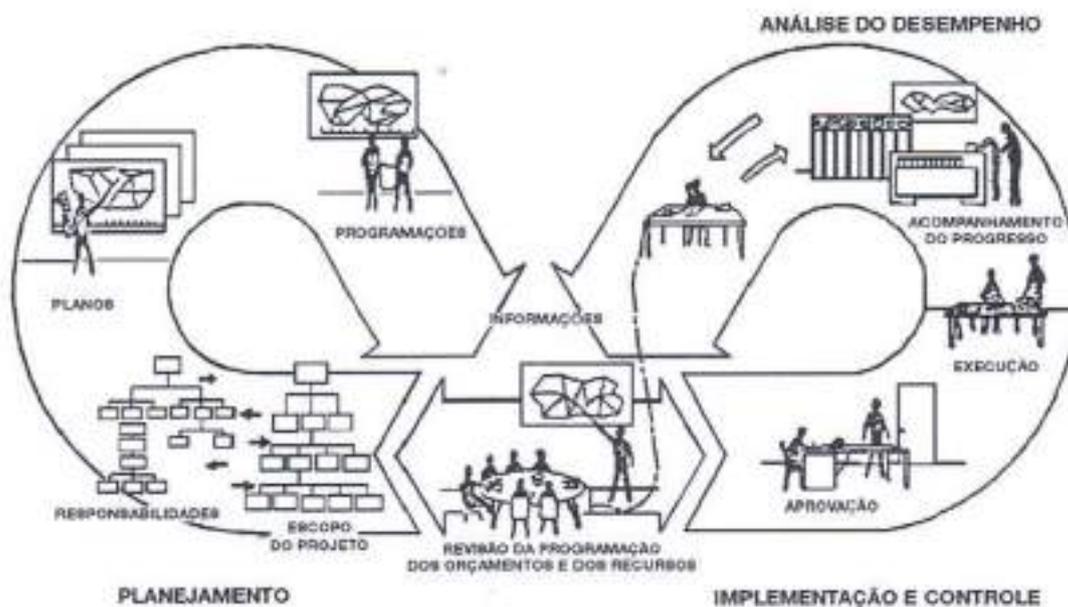
**d) Qualidade:**

É a medida de quanto um projeto atende aos requisitos especificados dentro do seu escopo. Ou seja, a qualidade está relacionada ao segmento dos critérios que foram estabelecidos como sendo aplicáveis ao projeto.

Tais elementos devem ser levados em consideração quando se fala de gerenciamento de projetos, pois, estão diretamente relacionados, e qualquer mudança em um deles poderá levar a desvios (mudanças) nos outros.

Limmer (1996) ilustrou as fases de gestão de um projeto, conforme reproduzido na **Figura 2**, na qual o lado esquerdo mostra a fase de planejamento e o direito a implementação e controle da obra, ou seja, um fluxo de atividades que o planejamento deve apresentar.

**Figura 2** - Fases do gerenciamento de projeto



Fonte: Limmer (1996, p.13)

A esquerda temos a delimitação do escopo do projeto e de sua estrutura operacional onde as responsabilidades devem ser atribuídas, em seguida são elaborados planos de ação para que se tenha a implementação do projeto e assim após sua definição possa se elaborar a programação. No ramo direito, temos a aprovação de planos e da programação, seguida da execução, onde faz-se o acompanhamento do progresso, que por sua vez será submetido a uma análise de desempenho.

Ainda de acordo com o autor, o controle do projeto é constituído pelo monitoramento do progresso e a análise de desempenho correspondente. Com as informações, o desempenho é comparado ao plano e as programações, e se houver desvios significativos, uma revisão do plano, cronograma, orçamento e recursos alocados para a implementação do projeto pode ser motivado para inspirar novos planejamentos.

### 2.1.2 Planejamento

Segundo Mattos (2010, p. 17), O planejamento de uma obra é um dos mais importantes aspectos da gestão, onde seu escopo deve ser amplo, ele também envolve orçamento, compras, gestão de pessoas, comunicações e muito mais. Ao planejar, o gestor fornece ao trabalho uma ferramenta importante para priorizar suas ações, monitorar o andamento do serviço, comparar as fases do trabalho com uma linha de base de referência e agir em tempo hábil caso sejam detectados desvios.

O planejamento cumpre um papel fundamental na gestão dos empreendimentos, podendo variar de gestão de acordo com a filosofia e necessidade de cada organização, sendo ele sempre um ingrediente essencial para a função gerencial, ou seja, é um conjunto de processos, missões, diretrizes e ações que serão elaborados, implantados, desenvolvidos, implementados e gerenciados em prol de um objetivo distinto preestabelecido. O planejamento tem por finalidade antecipar as situações previsíveis; predeterminar os acontecimentos preservando as lógicas dos eventos. SILVA (2011, p. 15).

Dentre os benefícios do planejamento, Mattos (2010) o gestor ao planejar uma obra deve dotar de um grau elevado de conhecimento do empreendimento, que por sua vez permite que tenha uma eficiência melhor na condução dos trabalhos.

Ainda segundo Mattos (2010) isso agrega benefícios ao planejamento e seus principais são:

- **Conhecimento pleno da obra**

A fase de concepção do planejamento exige que os profissionais estudem o projeto, analisem o método construtivo, determinem a produtividade considerada no orçamento, estipulem um prazo viável para cada frente ou tipo de serviço como: áreas internas e externas, concreto, terraplenagem, etc.

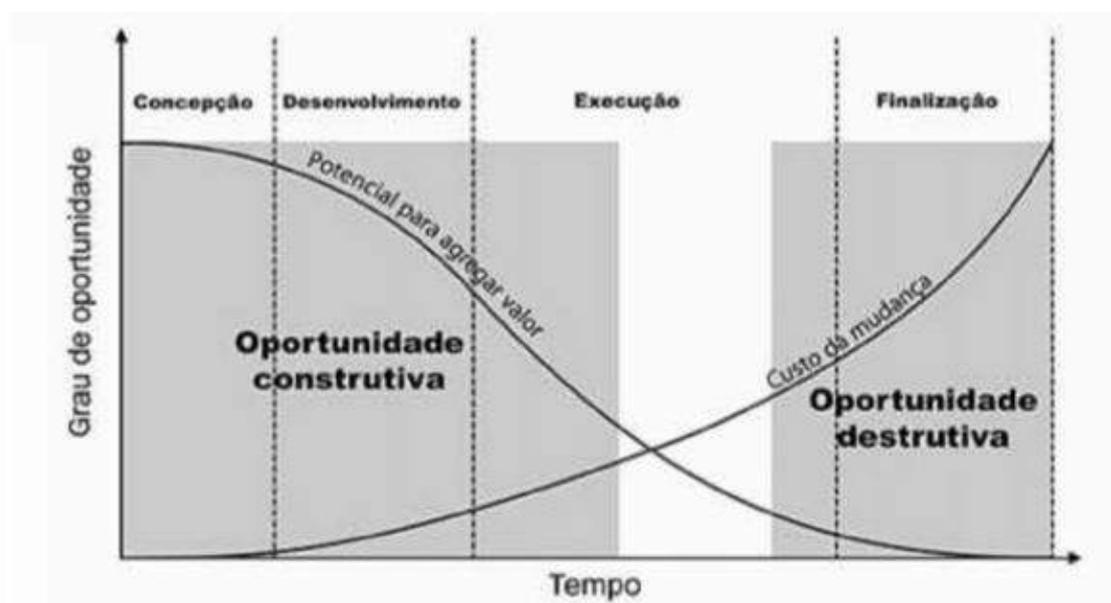
A prática de não parar para reavaliar o trabalho ou fazê-lo apenas dias antes de se o iniciar é completamente equivocada, pois, esse tipo de hábito não permite ao gestor tempo hábil para caso haja mudança de planos.

- **Deteção de situações desfavoráveis**

A antecipação de situações adversas e sinais de não-conformidade permite que os gerentes de projeto tomem medidas a tempo, para tomar ações preventivas e corretivas com intuito de reduzir o impacto no custo e tempo. Por conta da falta de planejamento e controle, a equipe de construção parte a tomar medidas depois que os atrasos já se tornaram irreversíveis.

Quanto antes o gestor puder tomar medidas e intervir, melhor como apresenta a **Figura 3**.

**Figura 3** - Grau de oportunidade da mudança em função do tempo.



Fonte: MATTOS, 2010.

A **Figura 3** ilustra o que muitas vezes é chamado de oportunidade construtiva, sendo o momento em que se pode alterar o processo de serviço ou o próprio planejamento a um custo relativamente baixo. Ao longo do tempo, essa intervenção se torna menos eficaz e mais cara de implementar, ou seja, uma oportunidade destrutiva.

- **Agilidade de decisões**

O planejamento e o controle permitem uma visão mais realista da obra sendo assim uma base confiável para tomada de decisões gerenciais como:

mobilização e desmobilização de equipamentos, reposicionamento de equipes, aceleração de serviços, introdução de turnos noturnos, acréscimo de equipes, mudanças de métodos construtivos, mudanças de terceirização de serviços, substituição de equipes menos produtivas, etc.

- **Relação com o orçamento**

Usando as premissas de métricas, produtividade e tamanho da equipe contratada no orçamento, os engenheiros combinam o orçamento com o plano para que as deficiências possam ser avaliadas e as oportunidades de melhoria identificadas.

Negligenciar a produtividade do orçamento de serviço significa deixar de ter algum parâmetro de controle importante.

- **Otimização da alocação de recursos**

Através do estudo do planejamento, os gerentes de projeto podem tomar decisões importantes por conta das folgas das atividades o que lhes permite maior assertividade, como equilibrar recursos, atrasar a alocação de certos equipamentos, etc. Entender o conceito de folga é essencial para os engenheiros entenderem quais tarefas podem começar com atraso, em que data um recurso deve ser mobilizado e quando certas despesas podem ser adiadas sem que haja atraso na obra.

- **Referência para acompanhamento**

Um cronograma criado em um planejamento funciona como uma ferramenta importante para o monitoramento do trabalho, pois compara o que foi planejado e o que foi realizado. O plano inicial, aquele que você deseja seguir, é chamado de plano de referência ou linha de base.

O comparativo do trabalho que foi realmente realizado no local e a linha de base se tornam as medidas corretivas apropriadas. Do ponto de vista da gestão de pessoas, também é importante ter um plano de referência – é um

objetivo a ser perseguido, um “manual” que todos devem seguir na realização de suas tarefas do dia a dia.

- **Padronização**

O planejamento faz com que haja um maior entendimento da equipe, o que acaba tornando consensual o plano de ataque da obra, além de melhorar a comunicação.

Já a falta do mesmo controle acaba gerando divergências frequentes, porque tanto o engenheiro, quanto o mestre e fiscal tem uma ideia de obra diferente.

- **Referência para metas**

Planos de metas e bônus para cumprimento de prazos podem ser facilmente desenvolvidos porque existe um plano de referência bem estruturado que define metas.

- **Documentação e rastreabilidade**

Ao gerar registros escritos e periódicos, o planejamento e controle permitem a criação de históricos de trabalho, que são úteis para a resolução de pendências, recuperação de informações, elaboração de pleitos contratuais, defesa de pleitos de terceiros, mediação de conflitos e arbitragem. A falta de gestão de contratos é um problema sério para as construtoras. Diversas vezes, empresas perdem a oportunidade de solicitar ajustes de prazos e valores por completa falta de registros.

- **Criação de dados históricos**

Um planejamento bem elaborado de uma obra pode servir como base para desenvolver um cronograma e um plano de ataque para trabalhos semelhantes. Assim a empresa começa a ter memórias.

- **Profissionalismo**

O planejamento dá uma atmosfera de seriedade e compromisso com o trabalho e a empresa. Causa uma boa impressão, inspira confiança nos clientes e ajuda a fechar negócios.

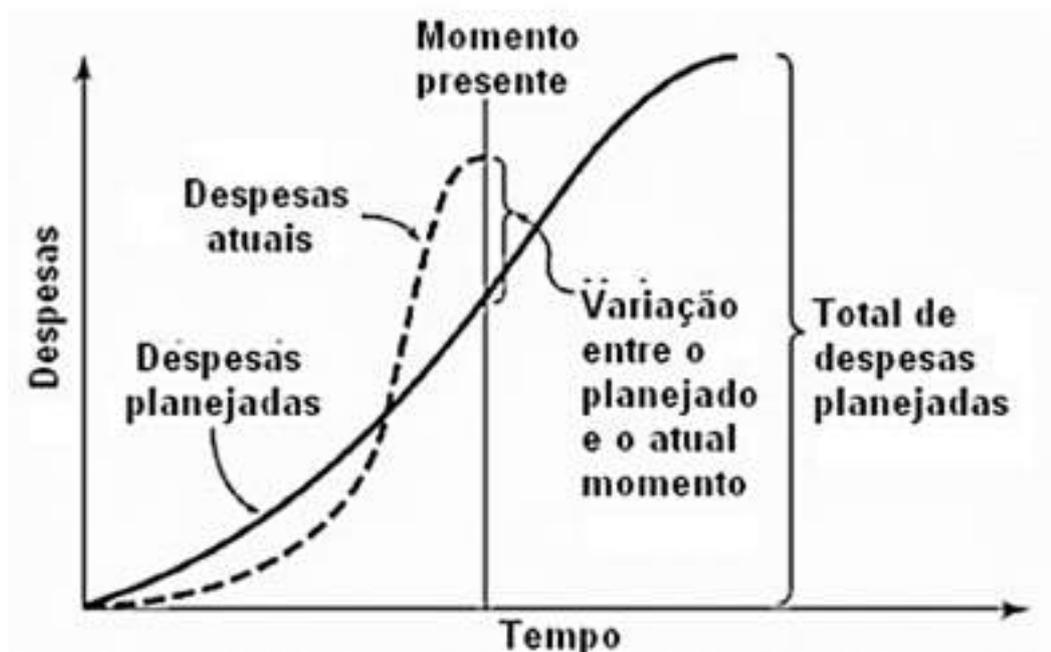
O planejamento é um ato que começa durante a etapa de levantamento de estudo de viabilidade de projeto e é o ato de racionalizar todas as etapas necessárias para a execução de um projeto. Então quando se planeja o empreendimento, antecipamos tudo que é necessário para a execução do projeto e é muito importante que nós tenhamos em mente a questão de impactos positivos e negativos da obra.

## 2.2 CURVA S

Segundo Limmer (2010), a curva “S” representa o valor acumulado em cada período. Mostra a distribuição dos recursos de forma cumulativa, representando todo o projeto em termos de horas ou moeda necessária para realizá-lo.

A curva S permite visualizar a lacuna entre o executado e planejado. É uma ferramenta de gestão que fornece dados que permitem comparações entre o que foi previsto e o executado como mostra o **Grafico 02**.

Gráfico 2 - Curva S previsto x executado.



FONTE: Managing projects in organizations (2003)

Segundo Mattos (2010) dentre os benefícios da curva “S”, tem-se:

- A curva S é uma curva única que mostra o desenvolvimento de uma obra do começo ao fim;
- Aplicável desde projetos simples até grandes projetos complexos;
- Permite a visualização de parâmetros cumulativos (trabalho ou custos) em qualquer ponto do projeto;
- Aplica-se uma divisão do trabalho por horas trabalhadas, volume de serviços executados, uso de recursos ou valor monetário;
- Excelente ferramenta de controle previsto x executado;
- Fácil de ler, pode mostrar rapidamente a evolução do projeto;
- Serve para a tomada de decisões de gestão de despesas e fluxo de caixa;
- De acordo com a forma de S, pode-se ver se há um grande (ou pequena) concentração de atividades no começo (ou fim) da obra.

## 2.3 HISTOGRAMA

Segundo (LIMMER, 2010) o Histograma mostra de forma simples como os recursos como mão de obra, materiais e equipamentos são distribuídos ao longo do período de sua utilização. Seu valor é determinado pela atribuição do recurso a todas as atividades do projeto que o requeiram, e representará cada barra do plano físico financeiro, consumido em cada período de sua duração. As frações do recurso são somadas para que seu total seja encontrado período por período.

Segundo Mattos (2010), histogramas de recursos são representados por gráficos de coluna que mostram a quantidade de recursos necessários por unidade de tempo, conforme apresenta o **Gráfico 03**.



*Fonte: Mattos (2010)*

Os histogramas são uma das ferramentas estatísticas de qualidade utilizadas para representar graficamente grandes quantidades de dados numéricos, sua análise torna mais fácil e simples interpretar tais informações do que seguir grandes tabelas ou gráficos contendo apenas números e/ou valores

Relatório

## 2.4 CICLO PDCA

Segundo Mattos (2010) o ciclo PDCA (Plan, Do, Check, Act) e o conceito tornam-se mais fácil de entender quando se olha para o significado da sua sigla em inglês, PLAN de planejar, DO de fazer, CHECK de checar e o ACT de agir. Onde foi desenvolvido na década de 1920 por um físico chamado Walter Andrew Shewhart, entretando não ganhou popularidade. Até que alguns anos depois começou ser popularizado através do trabalho de William Edwards na década de 1950, autor das regras do Total Quality Management (TQM).

Ainda segundo (MATTOS, 2010, p. 37)

Com o desenvolvimento das técnicas de gestão, no final da década de 1980, alguns princípios fundamentais passaram a nortear o gerenciamento das obras. Um desses princípios, o da melhoria contínua, prega que todo processo deve ter um controle permanente que permita a aferição do desempenho dos meios empregados e promova uma alteração de procedimentos de tal modo que seja fácil alcançar as metas necessárias.

De acordo com Campos (1996) o PDCA é um processo ou método de gerenciamento de sistemas que serve como meio para atingir os objetivos atribuídos ao produto do sistema empresarial e que o segredo para uma boa gestão é saber estabelecer um bom plano de ação para cada meta de melhoria que se deseja atingir.

O ciclo PDCA é uma metodologia de quatro passos, que serve para implantar melhorias em processos ou produtos, e que devido ao seu modelo intuitivo é fácil de aplicar em ganhos reais para as organizações. Ele é muito utilizado por empresas de todo o mundo e é uma ferramenta comum em projetos de qualidade com futuro em planejamento estratégico e gestão da qualidade em geral.

O ciclo PDCA sugere é que qualquer atividade de gestão do planejamento estratégico que esteja sendo executado na empresa seja conduzida seguindo essas quatro fases, como representa a **Figura 4** a seguir:

Figura 4 - Ciclo PDCA



Fonte: VIEIRA FILHO, Geraldo (2014).

I. **Plan (planejar)** – é uma etapa em que se analisa os problemas que querem ser resolvidos e para isso se deve, identificar os problemas, investigar o porquê deles, planejar melhorias e criar planos de ação, aqui o conceito de PDCA começa a se mostrar de forma estruturada e organizada em busca de soluções.

II. **Do (fazer)** – nessa etapa é a hora de começar por em prática e executar tudo o que foi determinado no passo anterior, segundo (CAMPOS, 2013, p. 134) "Você deve ter como meta tornar toda a sua equipe capaz de girar o PDCA." E completa que "Dessa maneira, você a transformará num verdadeiro formigueiro para produzir resultados." Ou seja, é preciso buscar conhecimento para execução neste momento, que vale para gestores e equipes executivas, de forma a obter um trabalho mais disciplinado e atender aos padrões operacionais.

III. **Check (checar)** – essa é uma das etapas mais importantes que definem o conceito de PDCA, depois de checar você deve agir de forma melhorada verificando se o padrão está sendo obedecido verificar o que está funcionando e o que está dando errado e se perguntar o porquê a cada passo.

**IV. Act (agir)** – após conhecermos os resultados atingidos é feita uma análise para caso os resultados tenham sido satisfatórios precisamos padronizar o que foi construído para que o trabalho não se perca e seja necessário resolver os mesmos problemas novamente, já caso os resultados não tenham sido atingidos precisamos analisar em detalhes as causas não atingimento que pode ter se dado por causa de um plano de ação mal elaborado ou problemas ocasionados na execução.

Conhecendo os resultados obtidos, analisa-se se os resultados são satisfatórios, é preciso padronizar o que é construído, para que o trabalho não seja perdido, se os resultados não forem obtidos, é necessário resolver o mesmo problema novamente, precisa-se analisar em detalhar o que pode ser devido ao plano de ação, má preparação ou problemas durante a execução levam a motivos de não cumprimento.

“O PDCA é o método de trabalho que leva as pessoas a assumir responsabilidades, a pensar, a desejar o desconhecido (novas metas) e, portanto, a ter vontade de aprender novos conhecimentos.” (CAMPOS, 2013, p.136).

É importante sempre registrar o que foi executado e medir os resultados, ter os conhecimentos e ferramentas necessárias para a execução do plano de ação e repetir as soluções que se mostraram adequadas ao final da quarta fase do conceito de PDCA.

Além disso é preciso padronizar os processos que foram melhorados ou criar novos processos para a prevenção de problemas e por fim não se deve parar após apenas uma execução do ciclo para se buscar uma melhoria contínua sem interrupções.

## 2.5 CARACTERIZAÇÃO DO CANTEIRO DE OBRAS

Segundo Frankenfeld (1990), o planejamento de um canteiro de obras pode ser tido como o planejamento do layout e da logística de suas instalações temporárias, instalações de segurança e sistemas de manuseio e armazenamento de materiais. A planta baixa envolve a definição da disposição

física dos trabalhadores, materiais, equipamentos, áreas de trabalho e armazenamento. Por outro lado, o planejamento logístico impõe as condições de infraestrutura para o desenvolvimento de todos os processos produtivos.

Segundo Illingworth (1993) os canteiros de obra podem ser divididos de três formas principais: restritos que é quando a construção utiliza todo o terreno ou grande parte, amplos quando a obra ocupa um pequeno espaço do terreno e longos e estreitos (lineares) quando o espaço para o canteiro se disponibiliza em apenas uma das dimensões.

De acordo com a NBR-12284, os canteiros de obra devem apresentar áreas de vivência (refeitório, vestiário, área de lazer, alojamentos e banheiros) e apoio (almoxarifado, escritório, guarita ou portaria, ambulatório), aos trabalhadores, que se dividem em áreas operacionais e áreas de vivência.

É importante lembrar que em todo momento da obra deve haver um canteiro de obras mesmo que seja provisório. O canteiro de obras deve dispor de espaço para funcionários, materiais, equipamentos e estocagem e antes de sua implementação devem ser feitas as ligações de água e esgoto, luz e telefonia.

De acordo com Tommelein (1992), embora seja reconhecido que o planejamento do local possui um papel fundamental na eficiência operacional, cumprimento de prazos, custo e qualidade de construção, os gerentes muitas vezes só aprendem a realizar essas atividades por tentativa e erro ao longo de anos de trabalho.

Através destes entendimentos, tem-se que o processo de planejamento do canteiro de obras é fundamental, o que permite aproveitar ao máximo o espaço físico disponível para que pessoas e máquinas possam trabalhar com maior segurança e eficiência, principalmente pela redução da movimentação de materiais, componentes e mão de obra.

## 2.6 PLANEJAMENTO DOS RECURSOS

O planejamento dos recursos está estreitamente relacionado com o planejamento dos prazos de execução dos serviços, pois o volume de recursos

necessários e a duração da disponibilização destes podem ser deduzidos com base no cronograma. (GEHBAUER, 2002, p.290)

Segundo Mattos (2010), dá-se o nome de recurso aos insumos que são necessários para a realização de uma atividade. E que tais recursos podem ser divididos em diversas categorias.

A construção de um modo geral é um complexo que se deve ser bem caracterizado quanto seus insumos (materiais, mão de obra e equipamentos). É baseada neste fato que se verifica a necessidade de um plano, discriminando-o e procurando-se organizar as várias fases da execução da obra e ao mesmo tempo, englobando tudo que afete diretamente a construção. (pág. 27, GOLDMAN)

De acordo com Limmer (1996), após a determinação da duração total do projeto por meio de suas atividades, é necessário verificar se todos os recursos considerados na estimativa de tempo e que são necessários para realizar cada atividade estarão disponíveis em quantidades suficientes na obra. Ou seja, deve-se atentar as atividades que podem ocorrer de forma simultânea, para que não haja risco de falta de recursos.

Ainda segundo Limmer (1996), ele completa que além do aspecto de disponibilidade, é importante fazer uma análise para saber se os recursos estão sendo utilizados de forma razoável. Cada atividade demanda de recursos seja de mão de obra, materiais ou equipamentos, em grandes ou pequenas quantidades.

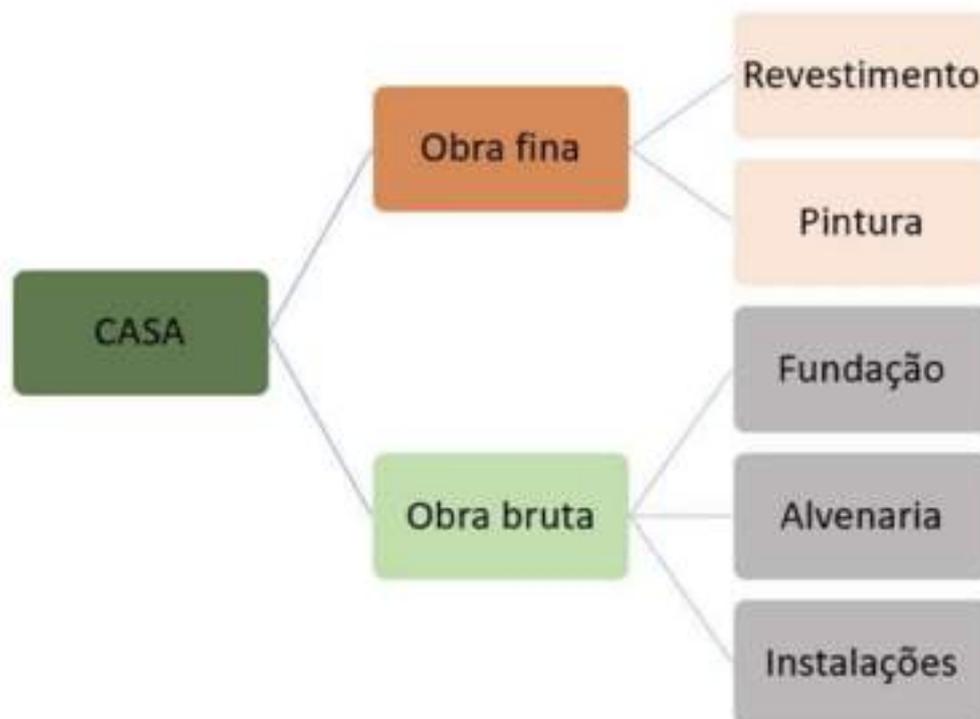
## 2.7 ESTRUTURA ANALÍTICA DO PROJETO (EAP)

Uma estrutura analítica do projeto (EAP) nada mais é que uma divisão hierárquica do trabalho do projeto em partes menores e mais gerenciáveis. Tem como objetivo organizar o que deve ser feito durante a execução do projeto. A EAP fornece uma melhor visibilidade das principais entregas da obra, facilitando o controle de tempo e custo.

Ela faz parte do processo de gerenciamento de escopo do projeto, descrito no Guia PMBOK® (Project Management Body of Knowledge), que é uma das principais referências em gestão de projetos do mundo.

A **Figura 5** faz contraste com a figura a seguir onde temos a EAP da obra em si e suas ramificações. Segundo MATTOS (2010), não existe uma regra que defina a construção de uma EAP, pois seus critérios de decomposição (nível de detalhe) ficam a critério de quem planeja, mas que é importante que independentemente do método ela deva conter todos os trabalhos que constituem o projeto que precisam estar identificados ao final, ou seja, o importante é que a EAP represente a totalidade do escopo ("regra dos 100%").

**Figura 5** - Exemplo de EAP



Fonte: MATTOS, 2010.

## 2.8 PENSAMENTO LEAN

### 2.8.1 O Conceito Lean Production (Produção Enxuta)

A partir da década de 1950, o Sistema Toyota de Produção surgiu no Japão com o objetivo de eliminar estoques e desperdícios desnecessários ao mesmo tempo em que cobria a qualidade da indústria automobilística japonesa. Isso fez com que a qualidade fosse elevada além da sua relação com outros meios de desenvolvimento corporativo (KOSKELA, 1992).

Isso ocorre porque tais sistemas requerem menos trabalho humano, estoque, ferramentas e infraestrutura de fabricação em comparação com os sistemas de produção em massa (WOMACK et al., 1996).

Seguindo essa abordagem, o termo Lean Thinking, cunhado por Womack et al. (1996), segue os princípios do LP com pensamento que se baseia nos princípios de valor, cadeia de valor, fluxo, sistema puxado e perfeição (melhoria contínua).

O desperdício (conceito relacionado ao princípio do valor) pode ser descrito como a realização de múltiplos fatores e complexidades que aumentam o custo de um produto ou serviço sem aumentar seu valor agregado final. Portanto, tudo o que consome recursos materiais, mão de obra ou energia sem agregar valor é desperdício. Assim, dentro de uma organização ou processo, apenas atividades selecionadas agregam valor ao produto final, enquanto outras não (WOMACK et al.1996).

Além disso, pode-se categorizar os desperdícios como sendo atividades ou situações que são desnecessárias para um determinado trabalho e devem ser identificadas e eliminadas o mais rápido possível. Ou desperdícios ainda necessários, que são gerados devido aos métodos de trabalho atuais e marcados como desperdícios inevitáveis e que, para eliminá-los, é preciso uma revisão dos métodos de trabalho (OLIVEIRA, 2018).

## 2.8.2 Lean Construction

Segundo (OLIVEIRA, 2018), as indústrias automotivas (que deu origem ao Lean) e da construção têm realidades diferentes. No ramo automobilístico, a padronização do produto ocorre de forma constante pelo menos mensalmente, para que o fornecedor possa se concentrar em atender apenas uma especificação do produto.

Já na construção tem-se um produto único, pois uma construção é caracterizada por um processo especial e peculiar, onde os subprodutos devem atender a determinadas especificações de projetos. Além de estar sujeito a instabilidades devido a mudanças no ambiente externo, solos, materiais e outros recursos naturais envolvidos, ou seja, seu produto final está sujeito a mais incertezas do que foi projetado.

A produção enxuta se concentra na redução do desperdício, identificando e eliminando atividades sem valor agregado. Por outro lado, os sistemas tradicionais de produção visam aumentar e melhorar as atividades de valor agregado

Portanto, para que os conceitos introduzidos pelo Lean Production atendam às particularidades do ramo da construção civil, Lauri Koskela aplica o Lean Construction à Engenharia Civil de acordo com o livro "Application of a New Production Philosophy in Architecture" publicado pelo Center for Integrated Facility Engineering - CIFE.

A aplicação dos princípios que orientam a construção enxuta serve para otimizar as etapas executivas do empreendimento levando a grandes mudanças na gestão da construção, melhoria da construção e gestão de projetos e consequente eliminação de desperdícios de tempo e materiais.

Segundo Koskela (1992), todo sistema de produção possui dois tipos de atividade: as atividades de conversão e as atividades de fluxo.

As atividades de conversão são responsáveis por converter material ou informação, agregar valor e devem ser feitas com maior eficiência. As atividades de fluxo são àquelas que movimentam, aguardam ou fiscalizam, têm caráter de desperdício e devem ser minimizadas ou mesmo procuradas para serem eliminadas por completo, ou seja, as atividades que cada equipe realizará durante o processo de produção.

Ainda segundo Koskela (1992) As etapas relacionadas à produção são compostas por atividades que agregam e não agregam valor. Isso consiste em analisar os processos referentes que agregam valor como as que tem impacto direto na obra e as que não agregam valor e que necessitam de recursos que não estão diretamente ligados ao preço final da obra. Com esse entendimento o pesquisador finlandês Lauri Koskela em 1992, criou os 11 princípios do Lean, que são:

1. Reduzir as atividades que não agregam valor.
2. Aumentar o valor do produto através da consideração das necessidades do cliente.
3. Reduza a variabilidade.
4. Reduzir o tempo do ciclo de produção.
5. Simplificar através da redução do número de passos ou partes.
6. Aumentar a flexibilidade na execução do produto.
7. Aumentar a transparência do processo.
8. Concentre o controle no processo completo.
9. Incorpore a melhoria contínua ao processo.
10. Equilibre a melhoria do fluxo com a melhoria da conversão.
11. Referência (Benchmarking). (KOSKELA, 1992, p. 16)

Nesse contexto, o Lean Construction vem ganhando força no setor de engenharia civil, embora não seja amplamente utilizado na indústria.

Além do impacto do desperdício de material, o Lean também aborda o desperdício causado por superprodução, estoque, espera envio, manuseio, defeitos e manuseio inadequado (OHNO, 1997). Ademais, Koskela (2004) também destaca o Oitavo tipo de desperdício, conhecido como making-do, que é um desperdício comum na construção civil, referindo-se ao início do serviço antes dos recursos necessários como projetos, especificações, materiais, operadores, equipamentos, espaço e atividades antecessoras, e o término de dependentes.

Segundo Koskela (2004), existe uma razão estrutural para a persistência desse desperdício, evidenciada pela síndrome da eficiência de otimização de todos os processos, fatores comportamentais decorrentes da resposta rápida, e outros fatores que promovem um pouco a reincidência desse desperdício.

Segundo Oliveira (2018), existem cinco principais abordagens as quais garantem a implantação dos conceitos Lean Construction para se alcançar resultados no ramo da engenharia e de infraestrutura que são:

- **Análise do Escopo**

A análise de escopo aborda a compreensão do trabalho geral e as necessidades dos usuários finais. Pois, a partir dessa análise, podem ser tomadas decisões para aumentar o valor do produto para os clientes internos e externos, uma vez que tais informações devem ser absorvidas no projeto do produto e na gestão da produção ao longo da fase de execução (FORMOSO, 2005).

- **Planejamento Puxado (Pull Planning)**

A produção puxada, executada a partir do planejamento puxado, "nasce" da demanda real, onde primeiro se identifica a demanda e depois puxa a produção. As construtoras normalmente utilizam planilhas contendo cronogramas ou sistemas para planejar diversos serviços que são executados sem o envolvimento da pessoa que executa a atividade. Com isso, em áreas como recursos humanos e compras, podem surgir problemas na fase de aquisição de materiais e contratação de mão de obra (OLIVEIRA, 2018).

O Planejamento Puxado (Pull Planning) utiliza a técnica de programar cada etapa da produção do fim ao início, a partir de uma data macro de determinada atividade, e conta com o envolvimento de pessoas relevantes para garantir o real planejamento da equipe. Para a aplicação desta técnica, são utilizadas ferramentas de gerenciamento visual como Kanban, Andon, dentre outras, juntamente com notas adesivas que contêm todas as informações necessárias para realizar as atividades de mapeamento. Dessa forma, todas as restrições identificadas são listadas com seus respectivos planos de ação, responsáveis e prazos de resolução para não prejudicar o andamento das atividades. Além disso, para etapas em que não é possível estabelecer um fluxo contínuo, deve-se utilizar a produção puxada.

- **Princípio do Takt Time**

O takt time é definido com base na demanda do mercado e no tempo disponível para a produção. O ritmo de produção necessário para atender à demanda e é calculado a partir da relação entre o tempo de produção disponível e o número de unidades de produção.

Partindo do conceito de que o ritmo é um ciclo que se repete, é preciso alguns cuidados para entender que a aplicação do takt-time só deve ser aplicada a elementos que se repetem. Por exemplo, na construção, a composição pode ser dividida em elementos que representam repetições, de modo que, embora a construção em si não seja iterativa, existem partes repetíveis (OLIVEIRA, 2018).

- **Gestão e Controle**

Para garantir o andamento da aplicação de um determinado trabalho, a gestão utiliza um modelo de gerenciamento de recursos para atingir seus objetivos, enquanto o controle se refere ao mecanismo regular e à análise comparativa entre planejamento e execução. Para isso, são essenciais métodos de controle da produção e resolução de problemas por meio de indicadores, reuniões de rotina, quadros de gestão visual (OLIVEIRA, 2018).

- **Melhoria Contínua**

Os princípios da construção enxuta segundo Koskela (1992) devem ser sempre identificados para eliminar desperdícios e melhorar os processos. Por isso, ter ferramentas que te ajudem a identificar áreas de melhoria e executar seu fluxo de produção é fundamental para a melhoria contínua.

## 2.9 BIM COMO COMPLEMENTO NA METODOLOGIA LEAN

BIM é um conceito que envolve a modelagem de informações, ou seja, criação de modelos digitais integrados multidisciplinares que abrangem todo o ciclo de vida da edificação **Figura 6**. “Esse modelo, além da geometria da construção, contém numerosas informações sobre seus diferentes aspectos, potencialmente abrangendo todas as disciplinas envolvidas num empreendimento.” (SANTOS, 2012, p. 1). Ou seja, ele deixa de ser apenas um modelo representativo e passa a atender outros propósitos, tais como, estudos de viabilidade, planejamento da obra, compatibilização de projetos, visualização, modelagem, dentre outros aspectos que o BIM fornece graças ao seu amplo conjunto de informações.

**Figura 6** - Ciclo de vida de uma edificação.



**Fonte:** Ciclo de Vida BIM, adaptado fontes diversas por CRASA, 2020.

A construção enxuta (LC) é uma filosofia de trabalho baseada na implementação de um conjunto de métodos, ferramentas, processos, atividades e ações colaborativas que servem para reduzir os desperdícios gerados nas fases de projeto e execução da obra, melhorando assim o valor para o cliente final. Segundo Koskela et al. (2010), embora sejam independentes, a construção enxuta e a modelagem BIM têm sido reconhecidas pelos pesquisadores, pois ambas podem se auxiliar e aumentar seu potencial de aplicação na gestão da construção.

As técnicas de construção enxuta requerem uma coordenação cuidadosa entre o construtor e os subcontratados para garantir que o trabalho possa ser concluído quando os recursos apropriados estiverem disponíveis no local.

Isso minimiza o desperdício e reduz a necessidade de estoques de materiais. Como o BIM fornece um modelo preciso do projeto e dos recursos materiais necessários para cada trabalho, ele fornece a base para os subcontratados melhorarem o planejamento, a programação e ajuda a garantir que pessoas, equipamentos e materiais cheguem no prazo e exatamente como você precisa. Isso reduz custos e permite uma melhor colaboração no trabalho de campo (EASTMAN et al., 2014).

### 3 METODOLOGIA

Para que um trabalho científico traga efetiva contribuição para o conhecimento, a seleção do método e técnicas adequadas é de suma importância. Desta forma, este referido trabalho segue o seguinte enquadramento metodológico:

- **Estratégia de pesquisa:** Esta pesquisa está fundamentada em um estudo de caso com intuito de se obter resultados referente ao aumento do desempenho na gestão de obras, através da análise de dados referentes a uma determinada obra pública de médio porte composta por sete pavimentos e que será denominada como (**obra A**) por questões éticas, que ocorreu no bairro Aldeota em Fortaleza-CE, onde fora realizada a reforma das instalações elétricas do edifício.

- **Natureza dos dados:** Sua natureza é de uma pesquisa quantitativa, onde busca apresentar dados que possam mensurar os dados coletados e possam servir para referenciar as perdas ocasionadas pela gestão ineficiente da obra através de observações, hipóteses e definição de variáveis e para que sua base possa servir para pesquisas futuras.

- **Objetivo:** O objetivo desta pesquisa enquadra-se como explicativo, pois tal análise se dará por meio do levantamento de alguns fatos que houveram no decorrer da obra buscando compreender suas causas e efeitos, para assim buscar possíveis soluções.

- **Lógica de pesquisa:** sua lógica ocorre de forma indutiva, pois parte da vivência ocorrida em obra para a formulação da teoria onde se baseiam as soluções apresentadas (do particular para o geral).

- **Tipos de resultado:** Seus resultados serão básicos (sem aplicação direta).

Este trabalho tem intuito de se obter resultados referentes ao aumento do desempenho na gestão de obras, através da análise de dados referentes a obra denominada como **obra A** por questões éticas. Tal análise se dará por meio do levantamento de alguns fatos que houveram no decorrer da obra e de suas possíveis soluções com a utilização de conceitos que auxiliam na maximização do processo de gestão, além de proporcionar a redução dos desperdícios ocasionados em obras. A abordagem utilizada nesta pesquisa explora as

maneiras pelas quais podem trazer benefícios quando aplicados ao planejamento de obras em comparação aos métodos tradicionais.

O levantamento dos estudos teóricos que compreende a pesquisa bibliográfica de artigos, publicações, revistas especializadas e congressos científicos, além dos estudos teóricos, vão ser apresentadas metodologias como Lean Construction, conceitos de aplicações BIM em auxílio ao Lean, além de métodos e programas que auxiliam no controle e gestão de obras.

A pesquisa bibliográfica abrange a literatura de livros, artigos, revistas e monografias de estudos feitos na área de gerenciamento de obras, mais precisamente nos métodos de gerenciamento, onde foram feitas coletas de informações necessárias para a compreensão deste trabalho de pesquisa.

Os termos utilizados nas pesquisas de artigos, revistas e trabalhos foram: gerenciamento de obras, redução de perdas em obras e planejamento de obras, com isso se deu início a escrita do processo gerencial da obra onde também foram utilizados alguns livros tendo dentre eles autores de referência em gerenciamento de obras como Aldo Dórea Mattos e Carl Limmer. Após o método de pesquisa deu-se início a parte literária para embasamento da fundamentação teórica do texto presente.

Além destes métodos para fundamentação em gerenciamento também serão abordados posteriormente métodos e softwares que auxiliam no processo de gestão. Ou seja, para o método de planejamento convencional vão ser utilizados alguns conceitos de planejamento, já para o gerenciamento atual será feita uma análise do conceito construtivo Lean Construction que será integrado em conjunto com o BIM para se ter o melhor planejamento possível, fazendo assim uma abordagem de possíveis soluções para os problemas destacados no tópico de resultados e discussões do presente trabalho.

Dentro escopo deste estudo serão utilizados alguns conceitos que irão auxiliar durante a execução da obra. Tais conceitos são:

Cronograma físico financeiro, histograma, linha de balanço, EAP, fluxogramas para que com isso se tenha o maior número de informações possível. Outro conceito muito importante é o Lean Construction que tem algumas regras que devem ser seguidas como os 11 princípios de Koskela, porém pode-se ter como principais para atender a tal método: 1 Eliminar o que não acrescenta, 2 Agregar valor à construção, 3 Diminuir a variabilidade, 4

Otimizar o tempo, 5 Tornar processos transparentes, seguindo esses conceitos podemos aplicar ao planejamento a perspectiva de construção enxuta.

## 4 RESULTADO E DISCUSSÕES

### 4.1 DADOS DA OBRA

A seguir constam tabelas referentes aos dados da **Obra A** onde, na **Tabela 1** tem-se uma proposta com o cronograma físico financeiro apresentado pela contratante, assim como a proposta da contratada que ofereceu desconto para a realização do serviço como mostra a **Tabela 2**. Em seguida no **Gráfico 3** será apresentada a curva S da obra com a comparação do que foi previsto e o que foi executado, na **Tabela 3** tem-se o comparativo do previsto e executado com seus respectivos valores, por fim no **Gráfico 4** é apresentado o histograma da obra contendo o número de funcionários presentes na obra ao decorrer dos meses.

**Tabela 1** – Orçamento apresentado pela contratante.

ITEM	DESCRIÇÃO	PREÇO TOTAL R\$
<b>1</b>	<b>INSTALAÇÕES - ELET_CAB_ESTRUT_PAVIMENTO TÉRREO</b>	<b>R\$ 490.237,89</b>
1.1	ADMINISTRAÇÃO LOCAL	R\$ 137.952,50
1.2	SERVIÇOS PRELIMINARES - TÉRRO	R\$ 2.012,48
1.3	REVESTIMENTOS	R\$ 2.854,72
1.4	INSTALAÇÕES ELÉTRICAS	R\$ 291.297,35
1.5	INSTALAÇÕES CABEAMENTO ESTRUTURADO	R\$ 53.355,01
1.6	SERVIÇOS COMPLEMENTARES	R\$ 2.765,83
<b>2</b>	<b>INSTALAÇÕES - ELET_CAB_ESTRUT_6º PAVIMENTO</b>	<b>R\$ 469.756,04</b>
2.1	SERVIÇOS PRELIMINARES	R\$ 23.981,89
2.2	REVESTIMENTOS	R\$ 60.016,50
2.3	INSTALAÇÕES ELÉTRICAS	R\$ 235.927,65
2.4	INSTALAÇÕES CABEAMENTO ESTRUTURADO	R\$ 143.582,03
2.5	SERVIÇOS COMPLEMENTARES	R\$ 6.247,97

Fonte: Autor (2022).

**Continuação da Tabela 2** – Orçamento apresentado pela contratante.

<b>3</b>	<b>INSTALAÇÕES - ELET_CAB_ESTRUT_7º PAVIMENTO</b>	<b>R\$ 460.232,09</b>
3.1	SERVIÇOS PRELIMINARES	R\$ 26.595,42
3.2	REVESTIMENTOS	R\$ 66.376,00
3.3	INSTALAÇÕES ELÉTRICAS	R\$ 220.258,74
3.4	INSTALAÇÕES CABEAMENTO ESTRUTURADO	R\$ 139.211,82
3.5	SERVIÇOS COMPLEMENTARES	R\$ 7.790,11
<b>VALOR TOTAL - R\$</b>		<b>R\$ 1.420.226,02</b>

Fonte: Autor (2022).

A partir da **Tabela 1** que representa o cronograma físico financeiro ainda em fase licitatória onde fora apresentado um orçamento de base de R\$ 1.420.226,02 pela contratante, mas que por se tratar de uma licitação onde o menor preço exequível e que esteja nos padrões de aceitabilidade ganha, a empresa vencedora disse ser capaz de executar a referida reforma pelo valor de R\$ 1.092.120,94 conforme mostra a **Tabela 2**.

**Tabela 3:** Cronograma físico financeiro (contratada)

ITEM	DESCRIÇÃO	PREÇO TOTAL R\$
<b>1</b>	<b>INSTALAÇÕES - ELET_CAB_ESTRUT_PAVIMENTO TÉRREO</b>	<b>R\$ 291.662,79</b>
1.1	ADMINISTRAÇÃO LOCAL	R\$ 81.978,10
1.2	SERVIÇOS PRELIMINARES - TÉRRO	R\$ 1.185,33
1.3	REVESTIMENTOS	R\$ 1.691,48
1.4	INSTALAÇÕES ELÉTRICAS	R\$ 172.825,53
1.5	INSTALAÇÕES CABEAMENTO ESTRUTURADO	R\$ 32.440,38
1.6	SERVIÇOS COMPLEMENTARES	R\$ 1.541,97
<b>2</b>	<b>INSTALAÇÕES - ELET_CAB_ESTRUT_6º PAVIMENTO</b>	<b>R\$ 281.063,98</b>
2.1	SERVIÇOS PRELIMINARES	R\$ 14.245,50
2.2	REVESTIMENTOS	R\$ 35.664,53
2.3	INSTALAÇÕES ELÉTRICAS	R\$ 141.864,29
2.4	INSTALAÇÕES CABEAMENTO ESTRUTURADO	R\$ 85.575,79
2.5	SERVIÇOS COMPLEMENTARES	R\$ 3.713,87

Fonte: Autor (2022).

**Continuação da Tabela 4:** Cronograma físico financeiro (contratada)

3	INSTALAÇÕES - ELET_CAB_ESTRUT_7º PAVIMENTO	R\$ 275.430,81
3.1	SERVIÇOS PRELIMINARES	R\$ 15.799,21
3.2	REVESTIMENTOS	R\$ 39.428,11
3.3	INSTALAÇÕES ELÉTRICAS	R\$ 132.506,12
3.4	INSTALAÇÕES CABEAMENTO ESTRUTURADO	R\$ 83.066,77
3.5	SERVIÇOS COMPLEMENTARES	R\$ 4.630,60
4	BENEFÍCIOS E DESPESAS INDIRETAS (BDI)	R\$ 219.842,44
VALOR TOTAL - R\$		R\$ 1.068.000,0

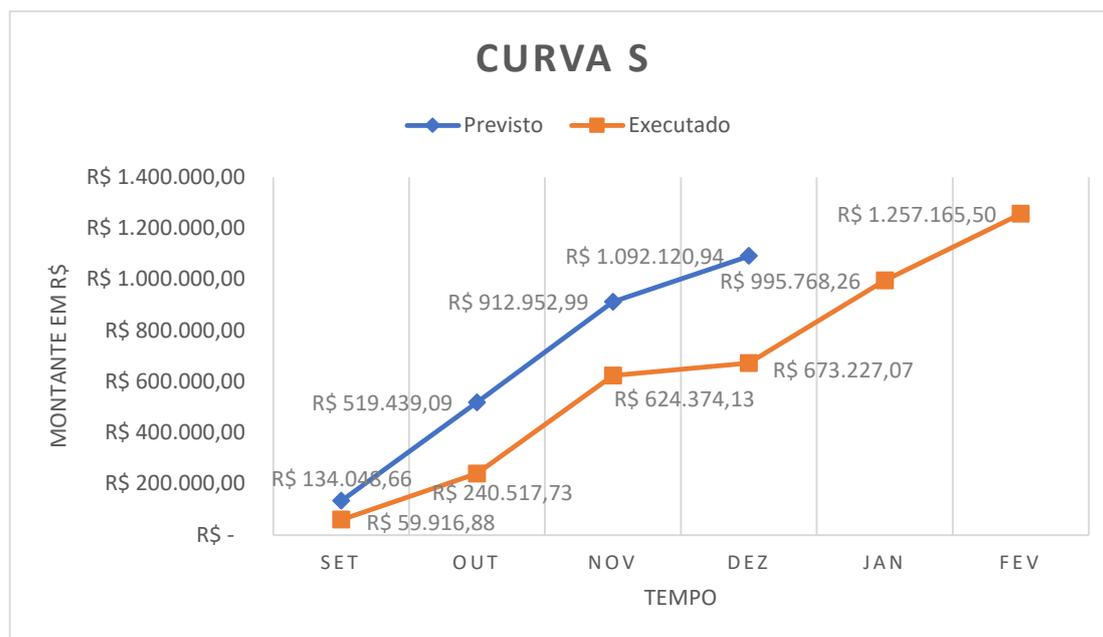
Logo após o início da obra houveram atrasos devido falha logística da empresa, pois a administração da empresa não se atentou-se aos prazos estipulados pelos fornecedores por ineficiência no planejamento elaborado pelo diretor da empresa e descontrole de fluxo de caixa, o que ocasionou na falta de material ao fim do primeiro mês. Entretanto, enquanto o material não havia chegado em obra foram realizados os serviços de demolição e rasgos em alvenaria.

No segundo mês de obra ou no início da terceira quinzena houve o recebimento de alguns insumos que por sua vez proporcionaram o retorno de algumas atividades, que por sua vez iniciaram os serviços de instalações elétricas. Embora houvesse a retomada das atividades a proporção com a qual os materiais chegavam em obra eram insuficientes para a execução da etapa prevista na **Tabela 2**, sendo que em algumas ocasiões os materiais chegaram com especificações diferentes as solicitadas em orçamento, tendo de ser realizada a substituição pelos insumos corretos, gerando custos desnecessários.

O despreparo nítido da empresa em relação a sua gestão somado a falta de informações entre empresa e funcionários foi um problema recorrente, pois ao decorrer de toda a obra houve problemas com relação a atrasos por falta de materiais.

Entretanto, este não foi o único problema, pois também houve falha na contratação de mão de obra, que não era especializada que por sua vez reduziu a qualidade e elevou o tempo de execução da obra chegando ao ponto de estender o prazo original de entrega da obra em dois meses além de elevar o custo original de obra como apresenta o **Gráfico 4**.

Gráfico 4 - Gráfico da curva S da obra



Fonte: Autor (2022).

Pode-se dizer que houve ineficiências no planejamento de recursos relacionadas quanto ao tempo de execução de obra prolongado, além de desperdício de recursos e a baixa produtividade da mão de obra desqualificada. A soma destes fatores, associada a uma gestão ineficiente pode ser catastrófica podendo gerar prejuízos irreversíveis a empresa, já que a não consideração dos recursos disponíveis para a produção muitas vezes resulta em atrasos no trabalho por falta de recursos e indiretamente (pela urgência de fornecimento) na incapacidade de executar adequadamente os serviços.

Conforme apresentado nas tabelas de referência nota-se que devido à falta de planejamento da empresa contratada houve um déficit entre o que era para ser entregue no quarto mês com o que foi executado de 38% tendo sua conclusão apenas dois meses depois com 15% a mais do valor orçado como mostra a **Tabela 3**.

**Tabela 5** - Comparativo Previsto X Executado

Meses	Set	Out	Nov	Dez	Jan	Fev
Previsto	R\$ 134.048,6	R\$ 519.439,09	R\$ 912.952,99	R\$ 1.092.120,94		
Previsto	12%	48%	84%	100%		
Executado	R\$ 59.916,88	R\$ 240.517,73	R\$ 624.374,13	R\$ 673.227,07	R\$ 995.768,26	R\$ 1.257.165,50
Executado/previsto total	5%	22%	57%	62%	91%	115%
DEFICIT ENTRE PLANEJ/EXEC	<b>-7%</b>	<b>-26%</b>	<b>-26%</b>	<b>-38%</b>	<b>-9%</b>	<b>+15%</b>

Fonte: Autor (2022).

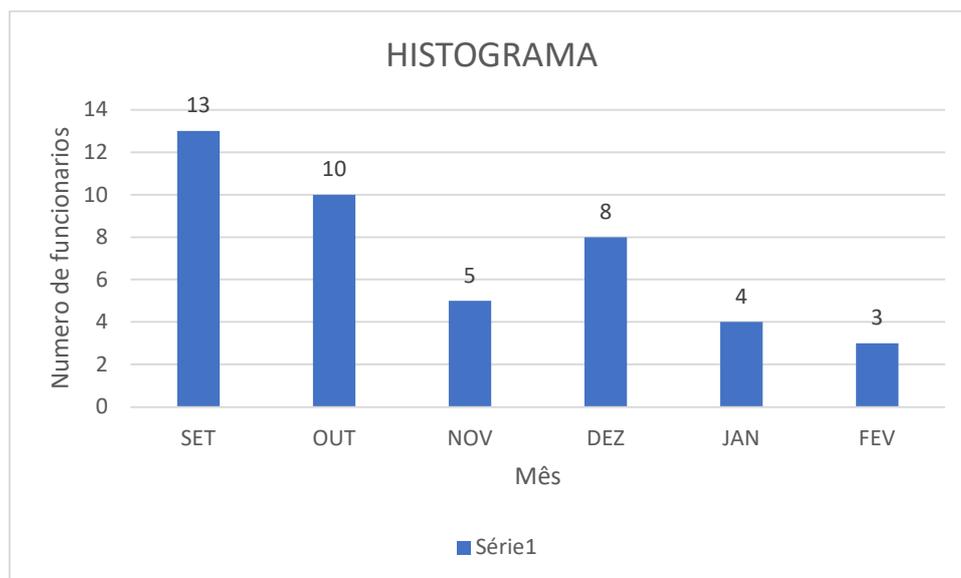
Os dados anteriormente apresentados nas tabelas de dados evidenciam que houve uma falha notória no planejamento da obra, desde a concepção do seu planejamento até o fim de sua execução.

Entretanto, quanto maior eficiência do planejamento de recursos e oferta de trabalho, programação e o abastecimento da obra, menor será a demanda improvisada, aumentando a qualidade do produto final.

Em geral, observa-se que no mercado de trabalho, a qualidade dos recursos humanos é, sem dúvida, uma das principais razões para o sucesso ou fracasso de um negócio. No entanto, vale ressaltar que algumas empresas contratam e selecionam seus funcionários apenas com base no menor salário a se pagar.

Como pode-se notar no gráfico do histograma **Gráfico 5** houve uma diminuição substancial no número de colaboradores durante a obra, tendo um aumento mínimo no quarto mês devido à instalação do forro. Com o atraso dos materiais o ritmo ficou menos produtivo, havendo corte no quadro de funcionários, principalmente na reta final da execução, também tal atraso pode se dar a mão de obra não qualificada, o que mesmo com a curva de aprendizado pode acarretar retrabalho e lentidão durante a execução.

Gráfico 5 - Histograma de obra.



Fonte: Autor (2022).

## 4.2 DISCUSSÕES

Destaca-se que embora um dos fatores de atrasos tenha sido proveniente ao atraso no fornecimento dos materiais isto gerou custos adicionais a contratada, tanto para manter-se funcionários não residentes do estado como multas por atraso.

Os problemas apontados no tópico anterior poderiam ter sido sanados ou minimizados caso houvesse um planejamento adequado, treinamento ou supervisão da mão de obra, tivessem sido utilizados softwares que auxiliam tais demandas e para este caso que houvesse um planejamento ao menos de curto e médio prazo para que a obra decorresse da melhor forma possível.

Assim como vimos tal despreparo por parte da empresa podemos citar algumas soluções breves que poderiam ter auxiliado neste caso.

Gerenciamento de obra, projetos, planejamento, conhecimento pleno da obra, prever situações adversas ou até mesmo o ciclo PDCA onde quando os problemas estivessem surgindo fosse utilizado o método para tentar corrigir e padronizar o método executivo, entretanto com base nos dados houveram muitos desperdícios relacionados ao gerenciamento falho e execução de atividades desnecessárias, onde a metodologia Lean Construction se enquadraria e como um forte aliado na gestão de obras da empresa e que poderia ter utilizado softwares BIM em conjunto ao LC no auxílio de tal obra.

A seguir serão expostas algumas alternativas que poderiam ter auxiliado no decorrer da obra, onde houve falha na elaboração de soluções ou inexistência das mesmas para auxílio ao gerenciamento da obra e conseqüentemente redução dos desperdícios gerados. Na **Figura 7** é apresenta-se uma macro estrutura da EAP da obra de reforma das instalações elétricas, onde foram apresentadas as atividades que compõem cada pavimento seguindo a ordem de execução.

**Figura 7 - EAP DA OBRA**

Fonte: Autor (2022)

Outro software que poderia ser utilizado para o gerenciamento da obra seria o Agilean, essa ferramenta auxilia na visualização do fluxo da obra com a sua linha de balanço assim como no exemplo das **Figuras 8, 9, 10 e 11**.

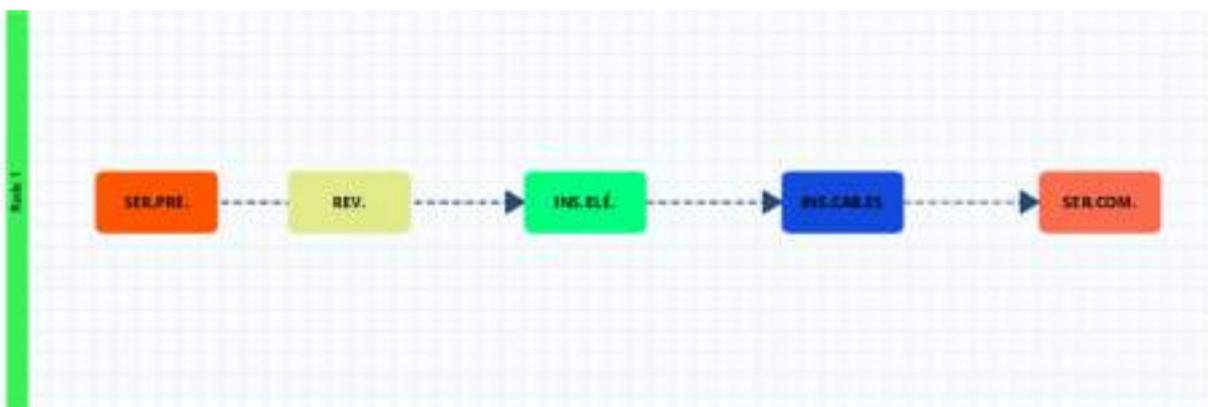
**Figura 8 - Definição da tipologia do empreendimento.**

A captura de tela mostra a interface do software Agilean. No topo, há uma barra de menu com opções como "Arquiteto", "Tipologia", "Tabela", "Gerenciamento" e "Execução". Abaixo, há uma tabela com as seguintes colunas: "Nome", "Data de Início", "Data de Término" e "Prazo".

Nome	Data de Início	Data de Término	Prazo
OBRA A	16/03/2021	23/12/2021	30 dias
ADM. LOCAL			
TERREO			
1º AND			
2º AND			

Fonte: Autor (2022)

**Figura 9** - Esquema de rede predecessoras.



Fonte: Autor (2022)

**Figura 10** - Exemplo de linha de balanço da obra.



Fonte: Autor (2022).

**Figura 11** - Exemplo de linha de balanço da obra (ampliado).



Fonte: Autor (2022).

Essa ferramenta poderia auxiliar na visualização das etapas da obra além de facilitar o gerenciamento da obra, além de também proporcionar que o gestor possa realizar orçamentos, curva S dentro do software. Com isso provavelmente haveria

uma exatidão maior com relação ao real prazo de obra.

As representações e detalhamentos do empreendimento foram feitas em 2D por meio do software AutoCAD, como tem-se nas **Figuras 12, 13 e 14**.

**Figura 12** - Detalhamento de projeto em 2d no AutoCAD.



Fonte: Arquivos da Obra A (2022).

**Figura 13** - Detalhamento de projeto em 2d no AutoCAD.



Fonte: Arquivos da Obra A (2022).

**Figura 14** - Detalhamento de projeto em 2d no AutoCAD.



**Fonte: Arquivos da Obra A (2022).**

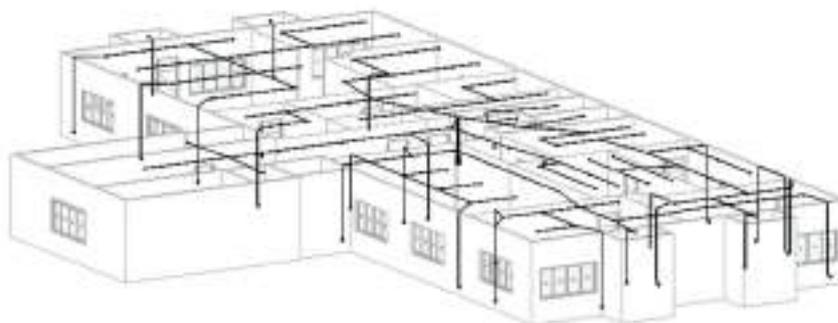
Outro meio seria a utilização de softwares BIM para um modelo de visualização melhor da obra como, por exemplo em vez do modelo tradicional AutoCAD **Figura 12, 13 e 14**, fosse utilizado o Revit para modelagem como apresentado nas **Figuras 15 e 16**, assim como o Navisworks ou Bimcolab para compatibilização de projetos. Tais ferramentas computacionais permitem ao usuário um melhor entendimento da obra como um todo, além de poder prever conflitos que somente seriam possíveis de se identificar durante a fase de execução da obra.

**Figura 15** - Representação em Revit do cabeamento estruturado.



**Fonte: Autor (2022)**

**Figura 16** - Representação em Revit elétrica baixa tensão



Fonte: Autor (2022)

Além de softwares e planilhas mesmo com métodos tradicionais, pode-se utilizar metodologias como LC que focam em retirar atividades que não agregam valor na obra e assim evita esforços desnecessários, reduzindo desperdícios e custos adicionais a obra.

Outra forma de se melhorar o plano de gestão e execução da empresa seria por meio do ciclo PDCA como mostra a **Figura 17**, onde o mesmo vá ser determinados pelos gestores da empresa. A adoção do PDCA se daria pelas fases que o compõem que são: planejamento, execução, análise e ação.

**Figura 17** - Ciclo PDCA



Fonte: Viridis (2007)

**1.ª fase – Planejar:** Nessa fase a empresa, deveria analisar os problemas que devem ser resolvidos, investigar o motivo pelo qual eles vieram ocorrer e com isso planejar as melhorias que poderiam ser aplicadas criando planos de ação.

Ou seja, falta de planejamento, problemas com fornecimento de insumos na obra e mão de obra não qualificada, problemas que poderiam ser resolvidos com um estudo prévio da obra para elaboração de um projeto mais elaborado evitando furos no prazo e orçamento, solicitação de insumos com base no tempo de entrega e prazo para serem executados e treinamento de mão de obra ou contratação de profissionais qualificados.

**2.ª fase – Executar:** Essa é a fase onde deve-se executar o que foi planejado. É importante ter um cronograma de execução para poder ser comparado com o cronograma de planejamento posteriormente, pois essa é uma forma de documentar todas as coisas que precisam ser melhoradas ou problemas enfrentados nessa etapa.

Essa etapa seria onde a empresa poderia ter levantado informações comparativas, utilizando o cronograma físico financeiro como base para identificar se a execução estaria indo de acordo com o que foi planejado.

**3.ª fase – Analisar:** A análise deve andar de mãos dadas com a execução, pois só o acompanhamento detalhado da realidade permitirá comparar as diferenças emergentes entre o planejamento e a execução. Registros de oportunidades, sucessos e erros identificados devem ser mantidos, pois, as melhorias necessárias podem ser derivadas da análise. Em resumo toda análise feita durante a obra poderia ter sido melhor utilizada se tais dados fossem utilizados para a melhoria das etapas de execução. Para a terceira fase a empresa falhou completamente, pois perdeu muito tempo com pesquisas de preço, além de somente solicitar os insumos necessários pouco antes de sua execução, tais problemas seriam facilmente resolvidos com um planejamento bem elaborado, evitando o atraso na execução.

**4.ª fase – Agir:** Se possível, os ajustes propostos na análise podem ser feitos durante a execução, mas quando isso não for possível, é importante implementar as mudanças imediatamente no início do próximo ciclo. Caso os resultados sejam satisfatórios é preciso que haja uma padronização do que foi feito para que o trabalho não se perca e seja e os problemas se repitam, já caso os resultados sejam satisfatórios, precisamos analisar em detalhes as causas que levaram a tal resultado que pode ter se dado por um plano de ação mal elaborado ou problemas na execução.

Não houve ação por parte da empresa já que não houve planejamento antes e

nem durante para solucionar os problemas, entretanto tais problemas poderiam ser solucionados caso o ciclo fosse implementado na obra, onde após a identificação dos problemas, fossem abordadas ações de melhoria, como, por exemplo, o atraso nos fornecedores por conta dos prazos de entrega, bastava que os materiais fossem solicitados com tempo hábil para que a entrega fosse feita pouco antes de sua execução para que os materiais não ficassem muito tempo em obra parados e também para que não viessem após o início da execução como foi o caso deixando a mão de obra ociosa por falta de insumos.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho trouxe dados com intuito de evidenciar a necessidade da implantação de um gerenciamento eficiente de obra buscando através metodologia Lean Construction em conjunto com BIM trazer um processo de planejamento e controle da produção aceitável evitando perdas em obra com o objetivo de analisar e demonstrar a importância da gestão do tempo na indústria da construção civil.

Ao longo do presente estudo, pode-se concluir que o ramo da construção civil está cada vez mais tendendo ao desenvolvimento tecnológico e de novas metodologias, visando sempre o aumento da produtividade, qualidade do produto, redução de custos e tempo, resultando assim, no aumento da satisfação dos clientes, evidenciando com isto, que a modernização nesta área é necessária quando o objetivo é ter uma valorização no mercado de trabalho. Entretanto, ainda existe certa dificuldade das empresas em buscar pela inovação dos métodos de gerenciamento e novas tecnologias.

É fundamental garantir que a obra seja entregue no prazo, com qualidade e dentro dos custos planejados. Perdas com transporte, movimentação desnecessária, funcionários ociosos, etc. fazem parte das atividades do processo e não agregam valor ao produto final.

A gestão integrada nos empreendimentos é muito importante para que a gestão do tempo funcione corretamente e execute todos os processos previamente estabelecidos para esta gestão, obtendo assim controle e auxílio sobre o projeto permitindo que os gestores vejam interrupções que causem desvios nos prazos dos projetos.

Por fim, destaca-se que a racionalização dos processos é fundamental para que essas perdas sejam evitadas e que as perdas podem ser minimizadas quando se realiza um bom planejamento de obra. Pois, nenhuma atitude lean se sustenta se o planejamento de obra é deficiente, ou se o controle da obra é ineficiente. Um trabalho bem-planejado e bem controlado é uma condição indispensável para que qualquer ação lean tenha continuidade e eficiência em uma obra. Tal estudo de caso servira de base para pesquisas futuras voltadas a área de gerenciamento de projetos, onde muitas vezes as falhas ocorrerem devido ao desconhecimento dos padrões, processos executivos e falta de conhecimento na leitura e entendimento dos projetos.

## REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 12284-91: **Áreas de vivência em canteiros de obras**. Rio de Janeiro, p. 12. 1991.

CAMPOS, V. F. **Gerenciamento da rotina do trabalho do dia a dia**. Belo Horizonte: Editora Fundação Christiano Ottoni, 1996.

CAMPOS, V. F. **Gerenciamento da rotina do trabalho do dia a dia/Vicente Falconi Campos** – 9.ed. – Nova Lima: FALCONI, 2013.

DÓREA MATTOS, Aldo. **Planejamento e Controle de Obras**. 1ª edição. São Paulo: PINI, 2010.

EASTMAN, C. M.; LISTON, K.; SACKS, R.; TEICHOLZ, P. **Manual de BIM**: um guia de modelagem da informação da construção para arquitetos, engenheiros, gerentes, construtores e incorporadores. Tradução de C. G. Ayres Filho et al.; Revisão Técnica de E. T. Santos. Porto Alegre: Bookman, 2014.

FORMOSO, C. T. **Lean Construction: Princípios Básicos e Exemplos**. Escola de Engenharia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS, 2005.

FRANKENFELD, N. **Produtividade**. Rio de Janeiro: CNI, 1990. (Manuais CNI).

GEHBAUER, F. **Planejamento e gestão de obras. Um resultado prático da cooperação técnica Brasil – Alemanha**. 2ª edição. Curitiba: CEFET – PR. 2002.

GOLDMAN, Pedrinho. **Introdução ao planejamento e controle de custos na construção civil brasileira**. 4ª Ed. SP: PINI, 2008.

ILLINGWORTH, J.R. **Construction: methods and planning**. London: E&FN Spon, 1993.

KOSKELA, L., **Application of the New Production Philosophy to Construction, Technical Report No. 72**, CIFE, Stanford University, CA, 1992.

KOSKELA, L. **Making-Do — the Eighth Category of Waste**. In: 12th Annual Conference of the International Group for Lean Construction, Helsingor, Denmark, 2004.

LIMMER, Carl V. **Planejamento, orçamentação e controle de projetos e obras**. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, c1997.

NABACK, G. L. S. **Planejamento de canteiro de obras**. Poço de Caldas – MG: Pontifícia universidade católica de Minas Gerais, 2008.

OHNO, T. **O Sistema Toyota de Produção: além da produção em larga escala**. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 1997. 149 p.

OLIVEIRA, E. **Lean Construction: O princípio do TAKT**. Mogi das Cruzes – SP, 2018.

PMI, **Um Guia do Conjunto de Conhecimentos em Gerenciamento de Projetos** – 5ª. ed., 2013. – (Guia PMBOK).

SANTOS, Eduardo Toledo. BIM - **building information modeling**: um salto para a modernidade na tecnologia da informação aplicada à construção civil. Criação, representação e visualização digitais: tecnologias digitais de criação, representação e visualização no processo de projeto. Tradução. Brasília: Unb, 2012. . . Acesso em: 28 ago. 2022.

SILVA, MARIZE SANTOS TEIXEIRA CARVALHO. **PLANEJAMENTO E CONTROLE DE OBRAS**. 2011. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA, Salvador, 2011.

SOUZA GUERRA. BIM – **Building Information Modeling**: Os benefícios do planejamento através da plataforma BIM. Souza Guerra Arquitetura. Porto Alegre, 2016. Disponível em: <<http://www.sousaguerra.com.br/conteudo/bim>>. Acesso em: 4 de set. 2022.

SUCCAR, B. (2009a) Building information modelling framework: **A research and delivery foundation for industry stakeholders**. Automation in Construction, 18, 357-375.

TOMMELEIN, I.D. Construction site layout using blackboard reasoning with layered knowledge. In: ALLEN, Robert H. (Ed.). **Expert systems for civil engineers: knowledge representation**. New York: ASCE, 1992. p. 214-258.

VIEIRA FILHO, **Geraldo**. **Gestão da Qualidade Total**: uma abordagem prática.L. Campinas: Alinea. 24 páginas. 2014.

WOMACK, J. P., JONES, D. T., ROSS, D. **Lean thinking: Banish waste and create wealth in your organisation**. New York: Simon and Schuster. 1996. 350 p