

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO TECNOLÓGICO
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO E SISTEMAS
CURSO ENGENHARIA DE PRODUÇÃO CIVIL

João Pedro Nessler Vizzotto

**ANÁLISE DA APLICAÇÃO DAS FERRAMENTAS DE PLANEJAMENTO,
CONTROLE E EXECUÇÃO DE PROJETOS EM MICROEMPRESA DE
CONSTRUÇÃO CIVIL**

Florianópolis

2022

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO TECNOLÓGICO
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO E SISTEMAS
ENGENHARIA DE PRODUÇÃO CIVIL
João Pedro Nessler Vizzotto

**ANÁLISE DA APLICAÇÃO DAS FERRAMENTAS DE PLANEJAMENTO,
CONTROLE E EXECUÇÃO DE PROJETOS EM MICROEMPRESA DE
CONSTRUÇÃO CIVIL**

Trabalho de Conclusão de Curso submetido ao curso de Engenharia de Produção Civil, do Centro Tecnológico da Universidade Federal de Santa Catarina como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientador(a): Prof. Guilherme Ernani Vieira

Florianópolis

2022

Vizzotto, Joao Pedro Nessler
ANÁLISE DA APLICAÇÃO DAS FERRAMENTAS DE PLANEJAMENTO,
CONTROLE E EXECUÇÃO DE PROJETOS EM MICROEMPRESA DE
CONSTRUÇÃO CIVIL / Joao Pedro Nessler Vizzotto ;
orientador, Guilherme Ernani Vieira, 2022.
105 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) -
Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico,
Graduação em Engenharia de Produção Civil, Florianópolis,
2022.

Inclui referências.

1. Engenharia de Produção Civil. 2. Gerenciamento de
Projetos. 3. Planejamento e Controle da Produção. 4.
Sistema Last Planner. 5. Ferramentas de produtividade. I.
Ernani Vieira, Guilherme . II. Universidade Federal de
Santa Catarina. Graduação em Engenharia de Produção Civil.
III. Título.

FOLHA DE APROVAÇÃO

Joao Pedro Nessler Vizzotto

ANÁLISE DA APLICAÇÃO DAS FERRAMENTAS DE PLANEJAMENTO, CONTROLE E EXECUÇÃO DE PROJETOS EM MICROEMPRESA DE CONSTRUÇÃO CIVIL

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi julgado adequado para obtenção do título de engenheiro civil e aprovado em sua forma final pelo Curso de Engenharia de Produção Civil.

Local Florianópolis, 15 de dezembro de 2022.

Coordenação do Curso

Banca examinadora

Prof. Dr. Guilherme Ernani Vieira,
Orientador(a)

Prof.^a Dr.^a Marina Bouzon,
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof. Dr. Glauco Garcia Martins Pereira da Silva,
Universidade Federal de Santa Catarina

Florianópolis, 2022.

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer e dedicar esta dissertação as seguintes pessoas:

Minha família, minha mãe Mirian que nunca mediu esforços para a felicidade dos filhos, por sempre acreditar e apoiar nos meus sonhos e permanecer inabalada e forte diante das dificuldades impostas pela vida.

Minha namorada Flávia que, além de estar comigo em todos os momentos, sejam estes de desespero ou felicidade, é um grande exemplo de pessoa e que dia após dia, busco representar a ela apenas uma parte do que ela representa para mim.

Meu irmão Gabriel, pessoa que foi crucial na caminhada que trilhei até então e até hoje é uma pessoa na qual me espelho.

Meus colegas e amigos da graduação, pelas inúmeras e inesquecíveis lembranças que a faculdade nos proporcionou.

Meu grande amigo Luis Eduardo, colega que estava presente nos momentos mais difíceis da graduação comigo, me auxiliando sempre que possível.

Ao meu amigo e chefe Eng.º Louredir Xavier por possibilitar não só a validação de diversos conceitos da graduação, mas me ensinar muito do que sei sobre ser Engenheiro e um profissional com condutas exemplares nos dias de hoje.

Ao meu prezado orientador Prof. Dr. Guilherme Ernani Vieira, pelos conselhos, pela compreensão e pela dedicação empenhada.

Aos meus amigos, pela compreensão das ausências e pelo afastamento temporário.

Ao meus colegas de trabalho, por todos os aprendizados e a parceria destes últimos anos.

RESUMO

As microempresas do setor de Construção Civil possuem pouco planejamento e gerenciamento de seus projetos. Grande parte utiliza os conceitos de gerenciamento de projetos os quais, a depender da situação, não proporcionam a elaboração de planejamentos condizentes com a execução das tarefas. Estas características, somadas ao perfil de multifuncionalidade existente em microempresas, torna imprescindível a necessidade do engenheiro civil na utilização de ferramentas e de filosofias que auxiliem a gestão de projetos. Sendo assim, este estudo visa analisar a aplicação de algumas dessas ferramentas e dos conceitos do gerenciamento de projeto e do *Lean Construction*. Destacam-se como ferramentas analisadas: Estrutura Analítica do Projeto, *Program Evaluation and Review Technique/ Critical Path Method*, gráfico de Gantt, matriz de responsabilidade, Diagrama de Pareto, Diagrama de Ishikawa, ciclo *PDCA*, *Kaizen* e Sistema *Last Planner*, com ênfase neste último. Para isto, o estudo descreve e analisa as etapas presentes dentro de um projeto de uma microempresa, delimitando onde e como são utilizadas as ferramentas propostas. A análise também é realizada colocando em perspectiva a lógica operacional antiga da empresa. Do mesmo modo, os dados oriundos dos relatórios de planejamento atuais e antigos da são comparados, almejando identificar pontos-chave e benefícios da aplicação de tais ferramentas. Dentre estes, a EAP e o *PERT/CPM* são capazes de realizar estimativas de custos e prazos e, junto do gráfico de Gantt, elaboraram escopos e desenvolveram planejamentos de longo prazo. Sequentemente, com a utilização destas três ferramentas, junto dos três horizontes de planejamento propostos pelo *LPS*, há uma melhor capacidade de criar, adaptar e executar os cronogramas, desenvolvendo planos mais confiáveis, junto da equipe executora das atividades. O *LPS* sozinho promove semanalmente reuniões, atualizações do cronograma e a obtenção de métricas de confiabilidade dos planejamentos, de forma colaborativa. Ainda que seja uma quantidade pequena de dados desta empresa, a inclusão do *LPS* dentro do sistema de planejamento e controle da produção aponta uma melhora. Há a diminuição de 19,01% do aumento do prazo necessário para a entrega das obras, fazendo com que estas fossem finalizadas mais rapidamente do que seriam sem a utilização do *LPS*. O *PDCA* e o Diagrama de Pareto embora não sejam atualmente utilizados na empresa, junto do diagrama de Ishikawa, permitiriam a identificação, análise e resolução de problemas, além da metodizar a padronização de processos. A matriz de responsabilidade, apesar de ser utilizado, devido à característica da mão de obra repetitiva da empresa e seu porte, não apresentou grande relevância durante o projeto. Por fim, foi possível apontar os princípios do *Lean Construction* que foram observados na utilização, dentro da empresa, das ferramentas propostas por este estudo.

Palavras-chave: Gerenciamento de Projetos; Planejamento e Controle da Produção; Sistema *Last Planner*; Construção Civil; Ferramentas de produtividade.

ABSTRACT

In the construction sector, micro enterprises lack project management knowledge and practices. Most companies use traditional project management concepts, which, given a specific situation, prevent the elaboration of plans befitting tasks execution phase. These characteristics, added to the profile of multifunctionality existing in micro-enterprises, make it essential for civil engineers to use tools and philosophies that help project management. Therefore, this study aims to analyze the application of some of these tools and the concepts of project management and Lean Construction. The main tool that is considered is the Last Planner System, other tools are Work Breakdown Structure, Program Evaluation and Review Technique/ Critical Path Method, Responsibility Matrix, Pareto's Diagram, Ishikawa's Diagram, PDCA Cycle and Kaizen philosophy. For this, the study describes and analyzes each phase present within a microenterprise project, delimiting where and how the proposed tools are used. The analysis is also carried out by putting the company's old operational logic into perspective. Likewise, data from current and former planning reports are compared, aiming to identify key points and benefits of applying such tools. Among these, EAP and PERT/CPM can estimate costs, deadlines and together with Gantt charts, enable the elaboration of scopes and develop long-term planning. In this way, with the use of the EAP, PERT/CPM and Gantt chart, together with the three planning horizons proposed by the LPS, there is a better capacity to create, adapt and execute the schedules, developing more reliable plans, together with the team that performs the activities. The LPS alone promotes meetings and weekly schedules updates, obtaining planning reliability metrics in a collaborative way. Despite the size of the sample, according to the data acquired, the inclusion of the LPS inside the production, planning and control system of the analyzed company shows a decrease of 19.1% in the final deadline increase, causing them to be finished faster than they would have previously. The PDCA Cycle and the Pareto Diagram, although not currently used in the company, together with the Ishikawa diagram, would allow the identification, analysis, and resolution of problems, in addition to methodizing the standardization of processes. The responsibility matrix is used in the company, but despite that, due to its characteristics of repetitive labor and size, did not show great relevance throughout the project. Finally, it was possible to distinguish which principles of Lean Construction were covered using each tool proposed by this study.

Keywords: Project Management; Production Planning and Control; Last Planner System; Civil Construction; Productivity Tools.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Variação do nível de esforço dos grupos de processos	23
Figura 2 – Áreas de gerenciamento de projetos e grupos de processos	23
Figura 3 – Casa da Produção Lean.....	29
Figura 4 – EAP Construção Civil.....	38
Figura 5 – PERT/CPM utilizando gráfico de Gantt no Microsoft Project.....	41
Figura 6 – Hierarquização do LPS	43
Figura 7 – Seis “M” do diagrama de peixe	50
Figura 8 – Exemplo Diagrama de Pareto	51
Figura 9 – Método PDCA de gerenciamento de processos	53
Figura 10 – Setores da empresa	60
Figura 11 – Esquema das etapas da empresa.....	61
Figura 12 – Fluxograma da etapa de orçamento e projetos.....	63
Figura 13 – Fluxograma simplificado do LPS dentro da empresa	69
Figura 14 – Diagrama de Ishikawa para demora na cura do contrapiso	78
Figura 15 – Durações e variações do prazo de cada obra.....	80
Figura 16 – PPC e PP semanal das obras um a quatro.....	82

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Características comuns a projetos	19
Quadro 2 – Gerenciamento de projetos para ciclos de vidas diferentes	20
Quadro 3 – Saídas do processo de controle do cronograma	27
Quadro 4 – Onze princípios do <i>Lean Construction</i> segundo Koskela (1992).....	31
Quadro 5 – Elementos da matriz de responsabilidade.....	35
Quadro 6 – Matriz de responsabilidade.....	36
Quadro 7 – Atividades, precedentes e durações.....	39
Quadro 8 – PERT/CPM finalizado.....	40
Quadro 9 – Planejamento de médio prazo (quatro semanas).....	46
Quadro 10 – Requisitos do planejamento de médio prazo.....	46
Quadro 11 – Áreas de conhecimento do PMBOK e interação com o PMP	47
Quadro 12 – Checklist preferências e <i>lead times</i> estimados.....	65
Quadro 13 – Planejamento de longo prazo	67
Quadro 14 – Parte do Planejamento de médio prazo 1 (Semana 00-01).....	71
Quadro 15– Formulário de restrições semanas 00 e 01	73
Quadro 16 – Cronograma de curto prazo preenchido – Semana 00.....	74
Quadro 17 – Planejamento de longo prazo (compilação final).....	76
Quadro 18 – Ferramentas, as etapas de utilização na empresa e seus benefícios ..	91
Quadro 19 – Princípios <i>Lean Construction</i> encontrados na aplicação das ferramentas	94

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ART Assinatura de Responsabilidade Técnica
CBM-SC Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina
CELESC Centrais Elétricas de Santa Catarina
CPM *Critical Path Method* – Método do Caminho Crítico
CREA Conselho Regional de Engenharia e Agronomia
CREA-SC Conselho Regional de Engenharia e Agronomia de Santa Catarina
EAP Estrutura Analítica de Projetos
IBGE Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IGLC Grupo Internacional de *Lean Construction*
JIT *Just in Time*
LC *Lean Construction*
LPS *Last Planner System* – *Sistema Last Planner*
NBR Norma Brasileira
PCP Planejamento e Controle da Produção
PERT *Program Evaluation and Review Technique*
PIB Produto Interno Bruto
PMBOK *Project Manager Body of Knowledge*
PMI *Project Management Institute*
PMP Planejamento de Médio Prazo
PP Progresso do Planejamento
PPC Percentual de Planos Concluídos
STP Sistema Toyota de Produção
VSM *Value Stream Map* – Mapa do Fluxo de Valor
WBS *Work Breakdown Structure*

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
1.1	OBJETIVO GERAL.....	14
1.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	14
1.3	ESTRUTURA DO TRABALHO	15
2	REFERENCIAL TEÓRICO.....	17
2.1	CONSTRUÇÃO CIVIL.....	17
2.1.1	<i>Características de microempresas</i>	18
2.2	PROJETOS	19
2.2.1	<i>Gerenciamento de projetos tradicional</i>	21
2.2.2	<i>Áreas de conhecimento em gerenciamento de projetos PMBOK.....</i>	23
2.2.3	<i>Planejamento e controle do cronograma conforme o PMBOK 6ª edição</i>	25
2.3	LEAN.....	27
2.3.1	<i>Lean Construction.....</i>	31
2.3.2	<i>Análise: planejamento, execução e controle de acordo com a metodologia tradicional e o Lean Construction</i>	32
2.4	FERRAMENTAS E MÉTODOS DE AUXÍLIO DE PLANEJAMENTO, GESTÃO E EXECUÇÃO DE PROJETOS.....	34
2.4.1	<i>Matriz de responsabilidade</i>	35
2.4.2	<i>Estrutura Analítica de Projeto</i>	36
2.4.3	<i>PERT/CPM.....</i>	39
2.4.4	<i>Gráfico de Gantt</i>	40
2.4.5	<i>Sistema Last Planner</i>	42
2.4.5.1	<i>Planejamento de longo prazo.....</i>	44
2.4.5.2	<i>Planejamento de médio prazo.....</i>	45
2.4.5.3	<i>Planejamento de curto prazo.....</i>	48

2.4.6	<i>Diagrama de Ishikawa</i>	50
2.4.7	<i>Diagrama de Pareto</i>	51
2.4.8	<i>PDCA</i>	52
2.4.9	<i>Kaizen</i>	54
3	métodos	57
4	LÓGICA OPERACIONAL DA EMPRESA E APLICABILIDADE DAS FERRAMENTAS	59
4.1	CARACTERIZAÇÃO E LÓGICA OPERACIONAL DA EMPRESA	59
4.1.1	<i>Macroetapas de um projeto de reforma na microempresa e aplicação das ferramentas</i>	61
4.1.1.1	<i>Etapa de orçamento e projetos</i>	62
4.1.1.2	<i>Etapas de planejamento, controle e execução</i>	67
4.1.1.3	<i>Etapa de encerramento</i>	77
4.2	ANÁLISE DA APLICAÇÃO DAS FERRAMENTAS	79
4.2.1	<i>Sistema Last Planner</i>	79
4.2.2	<i>Estrutura Analítica de Projetos</i>	83
4.2.3	<i>PERT/CPM</i>	84
4.2.4	<i>Gráfico de Gantt,</i>	85
4.2.5	<i>Matriz de responsabilidades</i>	86
4.2.6	<i>Diagrama de Ishikawa</i>	87
4.2.7	<i>Diagrama de Pareto</i>	88
4.2.8	<i>PDCA</i>	89
4.2.9	<i>Kaizen</i>	90
4.3	CONSIDERAÇÕES FINAIS SOBRE AS ANÁLISES	91
5	CONCLUSÃO	95
	REFERÊNCIAS	100

1 INTRODUÇÃO

A pandemia, no setor da Construção Civil, acarretou a paralisação de obras, a redução das jornadas de trabalho, o aumento do preço de insumos e a diminuição de postos de trabalho. Apesar disso, segundo o informativo econômico da Câmara Brasileira da Indústria da Construção, do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), com dados do quarto trimestre de 2021, o mercado apresentou crescimento de 9,7%, sendo a maior alta em 11 anos. Para Ieda Vasconcelos (2022, p. 9), apesar do aumento do Produto Interno Bruto (PIB) da Construção Civil, existe uma “preocupação com o persistente aumento nos custos, a queda na renda real das famílias e o aumento dos juros contribuem para manter a cautela com os próximos meses”.

Silva (2011, p. 38) cita que “Gerenciar projetos com eficiência constitui-se não apenas um grande desafio dos dias atuais, mas é o fator crítico para a sobrevivência das empresas”. Tal posicionamento vai ao encontro da concepção de Nunes e Barbosa (2016), que entende que a permanência de uma empresa no mercado está relacionada com a utilização dos melhores métodos e ferramentas de gerenciamento de projetos em suas construções. Nesse sentido, as empresas deverão apresentar características que sejam um diferencial, a fim de que permaneçam e prosperem no mercado. Sendo assim, uma maior competitividade no mercado, segundo Ferreira (2019), faz com que as empresas almejem executar projetos com um menor custo, visando a uma maior qualidade de execução.

O gerenciamento dos projetos objetiva a diminuição de imprevisibilidades e erros, aumentando a confiabilidade nos prazos e orçamentos, aspectos tidos como diferenciais no mercado. De acordo com Mattos (2010), há pouco ou nenhum planejamento pelas empresas do setor da Construção Civil, sobretudo nas de pequeno e médio portes. Isso porque, nesse mercado, a qualificação dos profissionais quanto aos conceitos de gerenciamento de projetos é pouco difundida. Portanto, dentro da Construção Civil, o gerenciamento de projetos direciona e coordena os recursos existentes, com o intuito de alcançar objetivos de escopo,

custo, tempo, qualidade, integração, recursos humanos, comunicações, riscos, suprimentos e contratos (ALENCAR, SANTANA, 2010).

Bernardes *et al.* (2001) argumentam que a deficiência de um bom planejamento e o controle deste estão entre as principais causas de baixa produtividade e qualidade do produto no setor da Construção Civil. Por isso, conforme Krainer (2013), as empresas de construção, desde 1990, iniciaram a busca por ferramentas para maximizar suas margens de lucro – com redução de custos e otimização da produção – e por instrumentos de suporte em gestão e tecnologia.

Com base em tais premissas e considerando que em uma microempresa desse mercado existirá a atuação de um indivíduo multifuncional, há a necessidade do uso de ferramentas que o auxiliem na gestão de seus projetos. Dessa forma, esta pesquisa busca analisar as ferramentas contempladas tanto no gerenciamento tradicional de projetos quanto no *Lean Construction*, na utilização em projetos de reforma realizados por uma microempresa da região de Florianópolis/SC.

Sendo assim, espera-se que este estudo contribua para processos padronizados e adequados de gerenciamento de projetos e recursos dentro do mercado da Construção Civil, verificando, então, a aplicabilidade de conceitos ministrados nas cadeiras do curso de Engenharia de Produção Civil da Universidade Federal de Santa Catarina.

1.1 OBJETIVO GERAL

O objetivo geral desta pesquisa é demonstrar a aplicação de ferramentas, conceitos e metodologias, advindos do gerenciamento de projetos tradicional e do *Lean Construction*, dentro das etapas de iniciação, planejamento, controle e encerramento do projeto, que estão auxiliando uma microempresa do setor da Construção Civil na gestão de seus projetos.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Os objetivos específicos deste trabalho são:

- Explicitar quais as etapas em que as ferramentas são aplicadas dentro de projetos de uma microempresa do setor da construção civil.
- Analisar os dados de planejamento de projetos atuais e antigos de uma microempresa, colocando em perspectiva a utilização das ferramentas propostas.
- Analisar a aplicação das ferramentas propostas pelo estudo dentro de uma microempresa e explicitar os benefícios e dificuldades encontrados.
- Analisar a aplicação do Sistema *Last Planner* e suas contribuições para o sistema de planejamento e controle da execução em uma micro empresa.

1.3 ESTRUTURA DO TRABALHO

O trabalho está organizado em cinco capítulos. O primeiro delimita os problemas, os objetivos e a justificativa do estudo. No segundo é feita a fundamentação teórica na qual o estudo se baseará, permitindo assim, delimitar as principais características do setor da construção Civil, os conceitos de projetos, gerenciamento de projetos e os princípios do Lean Construction. No terceiro capítulo, apresenta-se a metodologia escolhida para o desenvolvimento.

O quarto capítulo procura mostrar a aplicação de ferramentas de gerenciamento de projetos e *Lean Construction* dentro da micro empresas da construção civil a qual foi proposta a análise no estudo. Para isso, será feita a identificação da lógica operacional dela e das etapas que constituem seu ciclo de vida dentro de seus projetos. Neste momento, há também a delimitação das etapas que as ferramentas propostas são aplicadas.

Em seguida é realizada uma compilação dos dados sobre as ferramentas com as informações obtidas na literatura, fornecidos ou elaborados pela empresa. São realizadas análises dos relatórios de planejamento atuais e antigos. A obtenção dos dados de planejamento dos projetos se deu durante a implementação, com a presença do autor, das ferramentas dentro de suas etapas, Com isso, o capítulo

procura evidenciar benefícios da aplicação das ferramentas e sua utilização dentro destes projetos. Dessa forma, salientando os pontos chave, as dificuldades e as características que estas poderão assumir em projetos similares (de micro e pequenas empresas) que até então, puderam ser observadas e estudadas pelo autor.

Por fim, o quinto capítulo procura apresentar as conclusões obtidas com o presente trabalho e em seguida são apresentadas as referências bibliográficas utilizadas no desenvolvimento desta pesquisa.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

O referencial teórico permite a identificação dos conceitos relacionados aos temas envolvidos. Neste capítulo, serão abordadas as metodologias e as definições de gerenciamento de projetos e da filosofia *Lean*, bem como definidas e caracterizadas as ferramentas que auxiliam a gestão de projetos. Para iniciar o capítulo haverá primeiramente a caracterização da construção civil e de microempresas.

2.1 CONSTRUÇÃO CIVIL

A Construção Civil é a área que compreende todas as atividades englobadas na produção de obras. Tais atividades incluem a concepção (planejamento e projeto), a execução, a manutenção e a restauração de obras. Conforme dispõe a Lei n.º 6.459, de 7 de dezembro de 1977, é imprescindível para a atuação de uma empresa no setor a existência de um responsável técnico habilitado, seja ele um engenheiro civil ou um técnico em edificações. Vale ressaltar que, para diferentes profissionais, existem diferentes capacidades técnicas e, logo, a abrangência de serviços distintos. O Conselho Regional de Engenharia e Agronomia (CREA) exige, para serviços de construção civil, a emissão de uma Assinatura de Responsabilidade Técnica (ART), que é o documento que define, para os efeitos legais, os responsáveis pelo desenvolvimento da atividade técnica.

A demanda do setor apresenta uma dependência da evolução da renda interna do país e das condições creditícias. Assim como em outros países em desenvolvimento, a Construção Civil é um grande alicerce econômico, possuindo efeitos diretos e indiretos na economia. Segundo dados do IBGE, o setor gerou 244.755 novos empregos em 2021, um aumento de 11,62% no número total de trabalhadores formais quando comparado ao ano anterior (CBIC, 2022).

O setor é conhecido pela mão de obra com baixa qualificação. Conforme um levantamento do Departamento Intersindical de Estatística e Estudos Socioeconômicos realizado em 2011, a Construção Civil ainda tem a maior parcela

de trabalhadores que ainda não possuem o Ensino Fundamental completo (DIEESE, 2012).

A Construção Civil possui um número grande de empresas. De acordo com o IBGE, em 2020 existiam 131.809 empresas ativas. A estrutura interna dessas organizações e a lógica operacional de seus projetos são diferentes umas das outras, tornando-o um mercado competitivo. Para Costa (2010), as estratégias competitivas, como preços, prazos e qualidade construtiva, são valiosas nesse mercado.

Ainda assim, convém lembrar que, em razão do dinamismo, da variabilidade e da incerteza presente nos processos relacionados ao planejamento de atividades na Construção Civil, é difícil elaborar planos detalhados confiáveis muito antes de se executarem as atividades (BALLARD, 2000).

Pode-se dizer que devido a estas características, e a constante de interação e controle entre os diversos setores de uma mesma empresa, é necessário o uso de ferramentas e métodos que auxiliem na gestão de seus projetos.

2.1.1 Características de microempresas

A categoria de microempresa é atribuída a empresas cujo faturamento é menor do que R\$ 360 mil ao ano, com um limite máximo de nove pessoas contratadas. Na Construção Civil, uma empresa pode desempenhar os serviços de projetar, planejar, gerenciar e executar uma obra, fazendo seu controle, a fim de entregar seu produto (obra) no prazo planejado e estipulado.

Em um negócio desse porte, verifica-se a multifuncionalidade de um engenheiro civil, dado que ele necessitará gerir a empresa e o projeto (obra ou reforma). Nas palavras de CHAVES (2017, p. 3):

O perfil do engenheiro civil no canteiro de obras vem mudando com o advento do conceito de gestor de obras na Construção Civil. A sua função de supervisor de aspectos técnicos de obras passa a acumular funções e tarefas cada vez mais ligadas à gestão e ao gerenciamento.

A falta de qualificação de técnicas e conceitos de planejamento e controle ao gerenciar projetos pode acarretar prejuízos, erros evitáveis ou métodos infrutíferos de conduta do projeto.

Microempresas, devido ao seu porte, possivelmente apresentarão a multifuncionalidade de seus colaboradores. Devido a isso, não necessariamente os profissionais pertencentes possuirão todas as habilidades requeridas. A qualificação dos gerentes de projetos, normalmente pouco difundida, pode se mostrar como uma fraqueza da empresa dentro desse mercado, dado que existe a necessidade das diversas atuações (projetar, planejar, gerenciar, controlar e executar obras).

2.2 PROJETOS

O *Project Management Institute* (PMI) define “projeto” como um empreendimento temporário conduzido para criar um produto, um serviço ou um resultado único. Além disso, qualquer projeto está sujeito a restrições de natureza temporal, financeira ou de recursos.

Ainda que sejam únicos, Prado (2004, p.17) afirma que os projetos possuem cinco características que são compartilhadas entre si, como pode ser observado no Quadro 1.

Quadro 1 – Características comuns a projetos

Ciclo de Vida	Todo projeto pode ser decomposto em etapas, sejam elas simultâneas ou subsequentes. Ao final de cada etapa, obtém-se um <i>deliverable</i> .
Incertezas	Em qualquer tipo de projeto existirão incertezas. Quanto menor o grau de conhecimento da equipe, maiores serão as incertezas. Da mesma forma, quanto maior o grau de conhecimento, menores as incertezas. E ainda assim, situações imprevistas podem acontecer ao longo do projeto, independente do conhecimento da equipe.
Possibilidade de mudanças	Mudanças como alteração de escopo e mesmo as incertezas poderão modificar o andamento do projeto. Estas mudanças impactarão diretamente nos prazos e custos.
Aumento do conhecimento com o tempo	Quanto maior o envolvimento com o projeto, maior será o conhecimento da equipe em relação ao produto ou serviço.
Interfuncionalidade	Para que ocorra o desenvolvimento, áreas distintas das empresas deverão atuar no projeto. Sendo assim, é possível que sejam necessárias alterações ou adaptações na estrutura organizacional da empresa para desempenhar todas as funcionalidades.

Fonte: adaptado de Prado (2004).

Com duração determinada, os projetos possuem início e fim, e todas as suas fases constituem o seu ciclo de vida. De acordo com a sexta edição do guia PMBOK,

os ciclos de vida podem ser preditivos ou adaptativos. Segundo o PMBOK (2017, p. 178):

“[...] o papel do gerente de projeto não muda com base no gerenciamento de projetos usando um ciclo de vida de desenvolvimento preditivo ou gerenciando projetos em ambientes adaptáveis. Entretanto, para ser bem-sucedido no uso de abordagens adaptativas, o gerente do projeto deve estar familiarizado com as ferramentas e técnicas para entender como aplicá-las com eficácia.”.

Em projetos preditivos, o planejamento é estabelecido antes da execução das tarefas, o que proporciona escopos, prazos e custos mais bem definidos logo no seu início. Nesse caso, os processos de controle e monitoramento devem se atentar a enquadrar as mudanças que possam impactar escopo, cronograma ou orçamento previamente calculados, à medida que ocorre a execução do plano previsto.

Os ciclos adaptativos, por sua vez, são utilizados em projetos com incertezas e restrições, ocasionando a baixa capacidade de estipulação de escopo, prazo e custos no início do seu desenvolvimento. De modo diferente dos preditivos, projetos adaptativos visam a uma elaboração progressiva do projeto. Essa flexibilidade permite uma reação melhor às mudanças e às alterações de projeto, acarretando a redução dos custos relacionados às incertezas. O Quadro 2 possui algumas características (requisitos, entregas, mudanças, partes interessadas e riscos e custos) do gerenciamento de projetos em diferentes ciclos de vida.

Quadro 2 – Gerenciamento de projetos para ciclos de vidas diferentes

Preditivo	Iterativa	Incremental	Ágil
Requisitos são definidos previamente, antes do início do desenvolvimento	Requisitos podem ser elaborados em intervalos periódicos durante a entrega	Requisitos são elaborados com frequência durante a entrega	
Entrega planos para a entrega final. Em seguida, entregar apenas um único produto final, no fim do projeto	Entregas podem ser divididas em subconjuntos de todo o produto	Entregas acontecem com frequência de acordo com os subconjuntos avaliados pelo cliente de todo o produto	
Mudanças são restritas tanto quanto possível	Mudanças são incorporadas periodicamente	Mudanças são incorporadas em tempo real durante a entrega	
Partes interessadas chave são envolvidas em marcos específicos	Partes interessadas chave são envolvidas regularmente	Partes interessadas chave são envolvidas constantemente	
Riscos e custos são controlados pelo planejamento detalhado dos aspectos mais importantes	Riscos e custos são controlados pela elaboração progressiva dos planos com novas informações	Riscos e custos são controlados na medida em que surgem requisitos e restrições	

Fonte: PMBOK 6ª ed. (2017).

O PMBOK, guia padrão de gerenciamento de projetos tradicional, utilizado em todo o mundo, somente em sua sexta edição, incluiu considerações acerca dos métodos ágeis, iterativos e adaptativos. Isso demonstra que o guia está, aos poucos, reconhecendo o conceito de que apenas uma abordagem pode não atender as demandas organizacionais, entregas e necessidades requeridas pelo gerente de projeto.

Segundo o guia, os métodos ágeis passam menos tempo definindo o escopo no estágio inicial do projeto e dedicam-se mais a estabelecer o processo de descoberta e refinamento. Existem, ainda, projetos em que é descoberta uma lacuna entre os requisitos do negócio declarados originalmente e o verdadeiro.

Na sétima edição do guia PMBOK de 2021 foi incluído mais um tipo de projeto. Projetos que possuem características preditivas e adaptativas são híbridos. Desta forma, mais uma vez, mostra que o gerente de projetos deve assumir a existência, cada vez mais, de projetos com características preditivas, mas com necessidade de atuação de uma forma mais adaptativa, ágil e consciente das incertezas que poderão ocorrer ao longo do seu desenvolvimento.

2.2.1 Gerenciamento de projetos tradicional

Os projetos, segundo o PMBOK (2013), podem ser subdivididos em grupos de processos. Já dentro dos processos de gerenciamento de projetos, é possível identificar cinco grupos: iniciação, planejamento, execução, controle e encerramento. O primeiro trata do início e deve conter os processos para definição do que será o projeto e a obtenção da autorização para iniciá-lo. Ocorre o reconhecimento do problema, a delimitação de um esboço de planejamento e a identificação dos *stakeholders*, dos indivíduos e das organizações interessadas e envolvidas no projeto. Convém pontuar que, por *stakeholders*, entende-se pessoas, grupos ou organizações que podem impactar ou ser impactados pelo projeto.

A identificação das atividades existentes no projeto é detalhada de forma minuciosa dentro do grupo de processos de planejamento. De acordo com o PMBOK

Guide (2017), os principais pontos dentro do grupo de planejamento a serem desenvolvidos são:

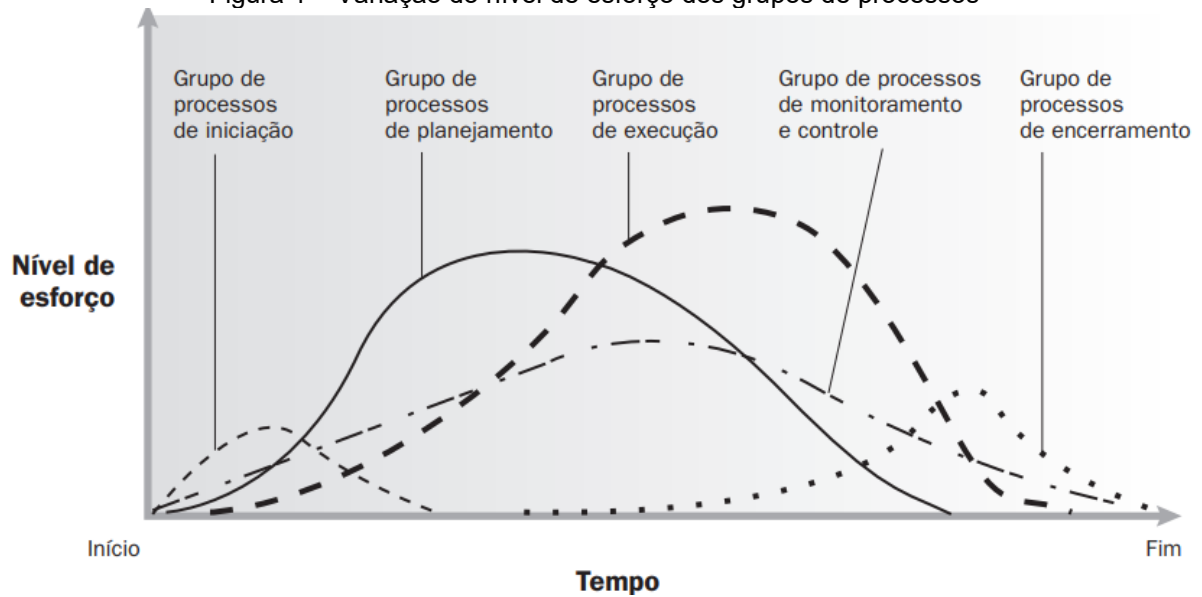
- Planejamento e definição do escopo;
- Definição das atividades;
- Planejamento dos recursos;
- Sequenciamento de atividades;
- Estimativa da duração das atividades;
- Estimativa dos custos;
- Desenvolvimento de um cronograma;
- Orçamento de custos;
- Desenvolvimento do planejamento do projeto.

Nessa etapa de planejamento, também ocorrem o refinamento dos objetivos para os quais o projeto foi criado e a definição da linha de ação necessária para alcançá-los (PMBOK 2017).

Ainda segundo o guia, nos grupos de execução, os times trabalham para completar as atividades que irão satisfazer as especificações do projeto que foram propostas no planejamento. A fase de monitoramento e controle, por outro lado, destina-se a analisar, medir e controlar o progresso e o desempenho do projeto. Havendo problema ou divergência com o planejamento inicial, devem existir a delimitação e a execução das medidas necessárias para corrigi-lo. Por fim, na etapa de encerramento há o fechamento do projeto, que consiste na entrega do produto, no término de contratos e no pagamento de serviços. Nessa fase, todas as atividades dos demais grupos são finalizadas.

Em razão de cada grupo contar com processos diversos, existem níveis de esforço diferentes. Algumas etapas podem ocorrer de maneira simultânea, porém cada uma com início e duração distintos, conforme ilustrado na Figura 1.

Figura 1 – Variação do nível de esforço dos grupos de processos



Fonte: Guia PMBOK (2013).

2.2.2 Áreas de conhecimento em gerenciamento de projetos PMBOK

Embora estejam relacionadas entre si, o PMBOK separa as áreas de conhecimento do gerenciamento de projetos em dez, cada uma com atuação em sua esfera de conhecimento, divididas em um dos cinco grupos de processos, como é ilustrado na Figura 2.

Figura 2 – Áreas de gerenciamento de projetos e grupos de processos



Fonte: Autor (2022).

Conforme o nome indica, a integração do projeto trata de identificar, definir, combinar, unificar e coordenar os vários processos e atividades de gerenciamento de projetos. Tal gestão acontece do início à conclusão do projeto, integrando, unificando e consolidando a comunicação e o inter-relacionamento entre as áreas de gerenciamento de projeto (PMBOK, 2017).

O gerenciamento do escopo está relacionado à definição e ao controle do que está ou não incluso no projeto. Nessa área, os processos essenciais para que o projeto contemple todas as atividades necessárias para a sua conclusão com sucesso são definidos. Gerenciar o escopo, consoante Dinsmore e Silveira (2013), é estabelecer e controlar o desenvolvimento do projeto, verificando se o que está sendo realizado condiz com os pacotes de trabalho propostos e planejados. Para os autores, o gerenciamento de escopo é crucial, pois fornece uma base para o gerenciamento de outras áreas de conhecimento.

Já no gerenciamento de custos, ocorre a estimativa monetária dos recursos que serão gastos no decorrer do projeto, possibilitando a determinação de um orçamento que contemple todos os custos individuais ou de pacotes de atividades, a fim de estabelecer uma linha base. Com a definição deles, pode-se controlar os custos, atualizando de modo constante o orçamento e evitando, assim, que se ultrapassem os valores preestabelecidos (PMBOK, 2017).

O gerenciamento da qualidade do projeto, por sua vez, compreende as atividades que visam manter a organização no que se refere ao planejamento e ao gerenciamento dos requisitos de qualidade do projeto e do produto. Além disso, atua no controle destes, a fim de monitorar os resultados e recomendar mudanças, caso necessário, para adaptar-se às necessidades previstas.

Conforme afirma o PMI, o gerenciamento dos recursos se destaca, visto que tem como objetivo identificar, adquirir e gerenciar os colaboradores necessários para a conclusão do projeto. Deve, do mesmo modo, organizar a equipe, contribuindo para o envolvimento dos membros e o desenvolvimento de suas habilidades e competências (PMBOK, 2017).

No que tange ao gerenciamento das comunicações do projeto, este compreende uma gestão que permite que as necessidades de informações do projeto

e de suas partes envolvidas sejam satisfeitas. Isso, de acordo com o guia, é realizado garantindo-se que a comunicação seja eficaz até as partes interessadas, implementando estratégias garantidoras de comunicação.

Em continuidade, na área de gerenciamento dos riscos, estes são identificados e analisados. Além do planejamento e da implementação de respostas, o intuito é a diminuição da ocorrência e do impacto dos riscos negativos, aumentando, assim, as chances de um projeto bem-sucedido.

O gerenciamento das aquisições compreende os processos envolvidos na compra de produtos ou serviços, devendo conduzir e controlar as aquisições durante o projeto. Por fim, o gerenciamento de *stakeholders* não consta nas edições anteriores do PMBOK. Nessa etapa ocorre a identificação das partes interessadas no projeto, além de planejamento, gerenciamento e monitoramento de seu engajamento.

Sendo assim, devido a sua natureza, as diferentes áreas de conhecimento, conforme ilustradas na Figura 2 e citadas acima, estarão presentes com maior ou menor intensidade em diferentes grupos de processos dos projetos.

Para que seja possível entender a ótica do PMBOK no desenvolvimento do cronograma, no capítulo seguinte serão caracterizados os processos dentro do planejamento e controle de um projeto.

2.2.3 Planejamento e controle do cronograma conforme o PMBOK 6ª edição

O cronograma, segundo a sexta edição do guia PMBOK, compreende o sequenciamento lógico de processos no gerenciamento do tempo de um projeto. É uma ferramenta que permite a identificação de como e quando o projeto entregará os serviços, produtos e resultados para as partes interessadas. A depender da natureza do projeto, pode-se necessitar de agilidade na alteração do cronograma para melhor adaptação aos imprevistos, atendendo as necessidades dos clientes.

No planejamento do cronograma, os processos iniciais tratam do gerenciamento do cronograma como um todo. Nesse momento, deve-se realizar uma análise dos dados históricos e um plano de gerenciamento contendo as tarefas seguintes. Após finalizado, iniciam-se a definição, o sequenciamento e a estimativa

da duração de cada uma das atividades. Para isso, utiliza-se uma estruturação de forma analítica do projeto. Chamada de EAP, a ferramenta permite um desmembramento dos processos para obtenção das informações e dos dados pertinentes à montagem do cronograma. Com a conclusão dessa etapa, é possível desenvolver o cronograma.

A fim de controlar o cronograma, de acordo com o PMBOK, é necessário monitorar o status do projeto para atualizá-lo e gerenciar suas mudanças. Sendo assim, deve-se obter:

- Registro das lições aprendidas: lições aprendidas no início do projeto podem ser aplicadas às fases posteriores para melhorar o controle do cronograma.
- Calendários do projeto: um modelo de cronograma pode requerer mais de um calendário de projeto para considerar diferentes períodos de trabalho para algumas atividades para o cálculo das previsões de cronograma.
- Cronograma do projeto: o cronograma do projeto refere-se à versão mais recente com anotações indicando atualizações e atividades terminadas e iniciadas até a data indicada.
- Calendários dos recursos: os calendários dos recursos mostram a disponibilidade de equipe e os recursos físicos.
- Dados do cronograma: os dados do cronograma serão revisados e atualizados no processo Controlar o Cronograma.

O PMBOK (2017) tem a característica de atribuir a cada processo entradas, ferramentas, técnicas e saídas. As saídas dos processos podem ser entradas para a realização de outros ou o produto do processo, ou seja, um resultado (PMBOK, 2017). Nesse sentido, as saídas ou as consequências do controle do cronograma compreendem as informações do desempenho, previsões do cronograma, solicitações de mudanças e atualizações do cronograma, conforme apresentado no Quadro 3:

Quadro 3 – Saídas do processo de controle do cronograma

Informações do desempenho	Informações sobre o desempenho, variações nas datas previstas das atividades,
Previsões do cronograma	As previsões compreendem a prognósticos de condições futuras do projeto, atualizadas e republicadas conforme se baseiam no desempenho passado e esperado. Contabilizando tempo e impacto no cronograma, de ações corretivas ou preventivas.
Solicitação de mudanças	As ações preventivas incluem mudanças recomendadas para eliminar ou reduzir a probabilidade de variações negativas ao cronograma. A solicitação pode vir por uma alteração de escopo, desempenho ou progresso.
Atualizações	Atualização de documentos conforme analisados as necessidades de mudança. Neste estão incluídos: Cronograma (mudança dos dados (desempenho/progresso) e retificação do mesmo) Recursos (Atualização do cronograma acarreta em diferentes ordens de necessidade de materiais) Registro de premissas(necessidade de rever as premissas no sequenciamento de atividades) Registro de lições aprendidas (Atualização das técnicas eficazes em manter o programa, as causas de variação e ações corretivas utilizadas para reagir às variações do programa)

Fonte: adaptado de PMBOK (2017).

Segundo o guia, os passos citados acima são suficientes para controle e planejamento de um cronograma de projeto. No capítulo a seguir será abordada a filosofia Lean. Logo, pretende-se entender projetos sob outra ótica, almejando evidenciar pontos positivos e negativos de ambos os conceitos.

2.3 LEAN

O *Lean* é uma filosofia de gestão que foi concebida nas linhas de produção da *Toyota Motor Company*, em meados da década de 1950. A essência dessa filosofia consiste na capacidade de resolução de problemas de forma sistemática, na eliminação de desperdícios em todas as esferas dentro da empresa e em “[...] fazer mais com menos” (WOMACK, 2003, p. 9) (tradução própria).

Em um cenário de Japão pós-guerra, os engenheiros japoneses se depararam com uma posição de desvantagem quando comparados aos sistemas

fordistas de produção em massa. Havia a falta de recursos para investimentos em tecnologias de ponta e uma crescente concorrência das empresas ocidentais, o que colocava ainda mais em risco a exploração do mercado japonês automotivo pelas montadoras locais. As restrições de mercado acarretaram uma baixa procura por produtos, provocando a necessidade de produção em pequenas quantidades e com alta variedade de produtos. Taiichi Ohno (1997) evidenciou que o objetivo mais importante do Sistema Toyota de Produção (STP) era o aumento da eficiência da produção, com a eliminação consistente e completa dos desperdícios.

Segundo Womack (1990), os engenheiros japoneses almejavam criar um sistema que permitisse a união das vantagens da produção artesanal com as da produção em massa. Aliando a utilização de trabalhadores qualificados a ferramentas flexíveis, permitia a fabricação exata requerida pelo consumidor, com elevado nível de produção e baixo custo. Em outras palavras, o sistema tinha propósito de produzir diversos modelos em quantidades pequenas, sem o aumento dos custos de produção.

A casa de produção *Lean* ilustrada na Figura 3 é utilizada por diversos autores para resumir, em um diagrama com formato de casa, os princípios da filosofia *Lean*. A empresa deve estar preparada para proporcionar um ambiente estável no que tange pessoas, máquinas, materiais e métodos construtivos. A padronização de trabalhos consiste na execução dos processos da forma mais eficiente até o momento. Partindo da lógica da edificação em si, as fundações compreendem à estabilidade e maturidade da empresa e a padronização dos trabalhos. Ambas servirão de apoio para a aplicação de princípios como o *Just-in-time*. O *JIT* traduzido livremente seria “no momento certo” ou “na hora exata”. Justamente ao contrário do que é esperado em sistemas tradicionais de “empurrar” a produção, aqui tem-se a produção “puxada” de forma que somente será produzido aquilo que é necessário. O objetivo principal é a melhoria contínua dos processos com a eliminação e redução de desperdícios, produção em fluxos contínuos.

Além do *JIT* representado na Figura 3 está o *Jidoka* que, dentro do *Lean*, sua tradução é automação com inteligência humana. Este, de maneira prática, seria permitir às máquinas e operadores a capacidade de detectar um defeito na produção

e interrompê-la. O *Jidoka* e *JIT* serão os pilares de sustentação para a cobertura, que é a satisfação dos clientes. Dentro da casa, é cultivada a união das pessoas e o envolvimento da equipe na busca pela melhoria contínua. (Valente e Aires, 2017).



Fonte: Valente e Aires (2017).

A filosofia *Lean* é aplicável a diversos tipos de produção. Estudos mostram ser uma etapa essencial no aumento dos índices de desempenho dos processos produtivos de empresas na identificação e no gerenciamento das atividades do fluxo.

A meta do pensamento *Lean* é almejar, identificar e alcançar o valor máximo do produto e dos processos ao cliente final. Através da implementação de métodos e ferramentas advindas do *Lean Manufacturing*, é possível aumentar a eficiência produtiva, tendo mais produtividade com menos recursos (ARANTES, 2008).

A expressão *Lean Thinking*, traduzida para o português, é “mentalidade enxuta” (ou “pensamento enxuto”) e foi criada por Womack e Jones em 1998. Segundo James Womack (2003, p. 15), *Lean Thinking* é “[...] um antídoto poderoso para desperdícios”. Para ele, o método permite a especificação, a criação e o alinhamento de ações que agreguem valor ao cliente, executando-as da forma mais eficaz possível. Dentro do pensamento enxuto encontram-se cinco princípios:

- a) Especificar o valor de cada produto;
- b) Identificar o fluxo de valor;
- c) Executar o fluxo de valor de modo ininterrupto;

- d) Deixar o cliente puxar o valor do produto;
- e) Perseguir a perfeição (melhoria contínua).

O primeiro princípio da mentalidade enxuta visa estabelecer o que é ou não valor, assim como entender as necessidades e a percepção de valor para o cliente final. A fim de gerar um produto que, de fato, tenha valor ao cliente, precisa-se do entendimento do fluxo de valor dos processos, de uma análise e da identificação de todas as ações envolvidas no desenvolvimento do projeto. Estas podem ser classificadas em: geradoras de valor, não geradoras de valor, mas inevitáveis, e ações que não geram valor. Esta última é considerada desperdício e deve ser evitada e eliminada (WOMACK E JONES, 1998). Nas palavras de Lorenzon e Martins (2006):

A produção é um fluxo de materiais e/ou informações desde a matéria-prima até o produto acabado. Nesse fluxo, o material pode estar sendo processado, inspecionado ou movimentado, ou ainda estar esperando – pelo processamento, inspeção ou movimentação. Tais atividades às quais o material pode ser submetido são inerentemente diferentes. O processamento representa o aspecto de conversão do sistema de produção; a inspeção, a movimentação e a espera representam os aspectos de fluxo da produção. Os processos referentes a fluxos podem ser caracterizados por tempo, custo e valor. Valor refere-se ao atendimento das necessidades dos clientes. Em grande parte dos casos, somente as atividades de processamento proporcionam a agregação de valor ao produto.

Feito o mapeamento de fluxo de valor e eliminados os desperdícios, é necessário executar, de modo ininterrupto, as ações criadoras de valor. O fluxo contínuo, de acordo com Arantes (2008), acarreta eliminação do tempo de espera entre cada etapa e maior transparência dos projetos, possibilitando a identificação de erros. Além disso, há a diminuição na necessidade de inspeção dos produtos no momento da entrega, já que a qualidade é verificada no próprio processamento.

No quarto princípio do *Lean Thinking*, é previsto que o cliente puxe o valor do produto. Sendo assim, é necessário contrariar a ideia da produção “empurrada”, na qual se produz mesmo sem a requisição de um cliente (demanda existente). O *Lean Production* prevê uma produção “puxada”, permitindo que exista uma sintonia entre produção e venda, bem como uma redução de custo e risco por antecipação de vendas (em produções baseadas em previsões de demandas futuras).

Por fim, no último princípio, a empresa deve almejar a perfeição com a excelência operacional e o aperfeiçoamento de processos, pessoas e produtos. Dessa forma, perpetua-se a cultura de adaptabilidade e adequação às melhores práticas do mercado, permanecendo e prosperando ao longo do tempo.

2.3.1 *Lean Construction*

O *Lean Construction* encontra-se entre as vertentes advindas do pensamento enxuto. Ele teve origem na década de 1990, quando o setor da Construção Civil ansiava pelo melhor entendimento dos seus problemas e pelo desenvolvimento de soluções e melhorias dos processos. Um grande marco para o *Lean Construction* (LC) foi a criação do Grupo Internacional de *Lean Construction* (IGLC) após a publicação do trabalho *Application of the new production philosophy in the construction industry*, de Lauri Koskela, em 1992.

Koskela (1992), identifica 11 princípios do *Lean Construction*, os quais são apresentados no Quadro 4:

Quadro 4 – Onze princípios do *Lean Construction* segundo Koskela (1992)

Reduzir as atividades que não agregam valor	Reduzir atividades que consumam tempo, recurso ou espaço e não contribuam para atender às necessidades dos clientes. (Algumas atividades não agregam valor, mas são indispensáveis).
Aumentar o valor do produto com base nas necessidades dos clientes	Identificar e estabelecer as necessidades do cliente e considerá-las no projeto do produto e na gestão da produção.
Reduzir a variabilidade	Padronizar, segundo Arantes (2008), é a melhor forma de reduzir a variabilidade na conversão e no fluxo do processo de produção. A variabilidade pode acarretar um aumento de atividades que não acrescentam valor ao produto.
Reduzir o tempo de ciclo	Oriundo da filosofia <i>Just In Time</i> (JIT), o tempo do ciclo compreende a soma dos tempos de transporte, espera, processamento e inspeção para a produção de um produto. Pode ser entendida como a redução de componentes em um produto ou de processos em um projeto e a eliminação de atividades que não agreguem valor ao processo de produção.

Aumentar a flexibilidade de saída	Aumentar a possibilidade de alteração das características dos produtos entregues aos clientes, sem o aumento substancial dos custos.
Aumentar a transparência do processo	Facilitar a identificação de erros do sistema de produção e aumentar a disponibilidade de informações necessárias para a execução das tarefas.
Focar o controle no processo global	Ao visualizar o processo de uma forma global, possibilita a identificação e a correção de desvios que possam afetar o prazo de entrega de obra.
Introduzir a melhoria contínua dos processos	Despender esforços para a reduzir perdas e aumentar o valor ao gerenciar os processos dentro do fluxo, com a participação ativa da equipe.
Manter um equilíbrio entre melhoria nos fluxos e nas conversões	As melhorias de fluxo e conversão estão relacionadas, pois melhores fluxos requerem menor capacidade de conversão, e, portanto, menores investimentos em equipamentos; fluxos mais controlados facilitam a implementação de novas tecnologias na conversão; novas tecnologias na conversão podem acarretar menor variabilidade e, assim, benefícios no fluxo.
Fazer benchmarking	Aprender amparado nas práticas executadas no mercado, sobretudo com empresas que são líderes do segmento ou especialistas em determinado aspecto.

Fonte: adaptado de Arantes (2008).

Ainda que os fundamentos possam estar descritos e apresentados de diferentes formas em estudos atuais, os princípios básicos do *Lean Construction* permanecem os mesmos delimitados por Koskela na década de 1990.

2.3.2 Análise: planejamento, execução e controle de acordo com a metodologia tradicional e o Lean Construction

Shenoy e Zabelle (2016) afirmam que é possível separar três grandes eras do gerenciamento de projetos. A primeira teve origem com Frederick Taylor, no início do século 20, e focava em como conseguir mais produtividade dos trabalhadores. Na segunda era, a meta era obter mais previsibilidade dos resultados via medição e controle. Por último, a terceira era teve início na década de 1990 com Lauri Koskela e

buscava delimitar as necessidades do gerenciamento de um projeto com características complexas e dinâmicas.

O gerenciamento de projetos tradicional, ainda de acordo com os autores, compreende a junção das mentalidades das duas primeiras eras. Eles explicam que, nesse tipo de gerenciamento, são elaboradas suposições estatísticas sobre qual seria a duração da execução das atividades e o quanto deveriam custar, sem desenvolver uma análise detalhada de como as atividades deveriam ser configuradas ou executadas.

Isso, conforme Shenoy e Zabelle (2016), advém do fato de que os gerentes de projetos não são responsáveis pela execução da tarefa ou não possuem a capacidade e a experiência necessárias para organizarem as atividades. Ademais o planejamento dos processos é elaborado utilizando-se ferramentas como a Estrutura Analítica de Projetos (EAP) pelos próprios encarregados do planejamento, em vez daqueles que irão performar a atividade.

Dentro da terceira era, conforme a divisão de Shenoy e Zabelle (2016), que teve início com Lauri Koskella na década de 1990, Koskela e Howell, em 2001, fizeram estudos em que consideraram insuficientes os processos do PMBOK de edições anteriores para as fases do projeto de planejamento, execução e controle, dentro do setor de Construção Civil.

No planejamento, segundo o modelo tradicional, deve-se subdividir o projeto em tarefas que possam ser geridas de maneira individual. O planejamento realizado dessa maneira assume erroneamente os prazos e custos reais do projeto, ou seja, uma forma excessivamente simples para definição dos planos. São raras as vezes as quais os planejamentos, quando executados seguindo uma abordagem tradicional, conseguem, com efeito, condizer com a situação real de um planejamento desse setor. Segundo os autores, não há a contabilização da complexidade e do inter-relacionamento das tarefas, e tais relações causam grandes variabilidades (BALLARD; HOWELL, 1998).

O planejamento tem o intuito de iniciar e direcionar ações antes que estas ocorram. Por isso os resultados do processo de planejamento, conforme o PMBOK, são as entradas para os processos de execução. Sob uma perspectiva diferente da

proposta pelo guia, Laufer e Tucker (1987) concluem que o planejamento nos projetos da Construção Civil passa a ser influenciar e regular operações em progresso e acompanhá-las, reportando seu status.

Em uma visão de projetos tradicionais e preditivos, não existe diferenciação quanto ao planejamento de curto e longo prazo. Na concepção de Koskela (1992), neste não há embasamento sobre o que, de fato, ocorre. A meta da etapa de execução, nessa visão, compreende a realização, de forma empurrada, das tarefas previstas pelo planejamento de longo prazo das atividades. O pesquisador atribui a disparidade entre teoria e prática ao fato de existirem muitas entradas para a maioria das atividades presentes na fase de execução. Essas entradas estão sujeitas a restrições, incertezas e imprevistos que acarretam a falta de definição nos momentos em que deveriam estar aptas a serem executadas.

Desse modo, os resultados do setor da Construção Civil são obtidos através das análises em termos de custos e prazos. Em uma visão de gerenciamento de projetos tradicional, os objetivos do projeto são fixos. Os meios para alcançar tais objetivos poderão ser alterados somente havendo a necessidade de remodelação do plano, obtida uma performance diferente da estabelecida no planejamento inicial.

O controle, de acordo com o modelo clássico, ocorre sobretudo na verificação da diferença entre o estado atual e os objetivos previstos, em termos de custo, prazo e qualidade. Oglesby *et al.* (1989) concluem afirmando que este controle proporciona um consumo demasiado de recursos e da atenção do gerente de projetos, acarretando pouca disponibilidade para este efetuar o planejamento.

2.4 FERRAMENTAS E MÉTODOS DE AUXÍLIO DE PLANEJAMENTO, GESTÃO E EXECUÇÃO DE PROJETOS

Uma ferramenta de gestão é algo tangível como um programa de software ou um modelo utilizado na realização de uma atividade para obtenção de um resultado (VALLE, 2010). O aumento da produtividade e da racionalidade das decisões pode estar relacionado com a precisão das informações obtidas por meio da utilização de ferramentas. Sendo assim, são apresentadas, neste subcapítulo, ferramentas que

possuem origem tanto no gerenciamento de projetos tradicional quanto advindas do *Lean Thinking*.

2.4.1 **Matriz de responsabilidade**

Discriminar os colaboradores e seus papéis dentro de um projeto menor não é uma tarefa complicada. Entretanto, havendo um número elevado de *stakeholders* envolvidos, esse processo se torna complexo. Nesses casos, a matriz de responsabilidade é utilizada com o intuito de que cada pessoa envolvida no projeto saiba seu papel e sua responsabilidade. Também é chamada de Matriz RACI, em que a sigla corresponde a “*Responsible, Accountable, Consulted and Informed*” (Responsável, Aprovador (prestador de contas), Consultado e Informado). No Quadro 5 estão descritos os significados das siglas utilizadas para a confecção da matriz de responsabilidade.

Quadro 5 – Elementos da matriz de responsabilidade

R	Responsável pela execução da atividade.
A	Esse membro é responsável por delegar as atividades e aprovar as entregas antes de serem concretizadas.
C	Aquele que deverá ser consultado, podendo ou não participar de decisões e da execução das atividades.
I	Membros que precisam saber o que está acontecendo na execução das tarefas. Possuem menos responsabilidade que os anteriores.

Fonte: Autor (2022).

Para o uso dessa ferramenta, é necessário que haja a identificação dos processos, das atividades e das pessoas envolvidas no projeto. Deve-se, então, relacionar os colaboradores com suas atividades. Para tanto, é elaborada uma tabela na qual as atividades estão em um eixo e os envolvidos no projeto (*stakeholders*), no outro. Por fim, preenchem-se as células utilizando das letras R, A, C, e I, correlacionando, assim, atividade e colaborador, conforme demonstrado no Quadro 6.

Quadro 6 – Matriz de responsabilidade

	Colaborador 1	Colaborador 2	Colaborador 3	Colaborador 4
Atividade 01	R	I	A	C
Atividade 02	-	R	-	-
Atividade 03	I	I	R	C
Atividade 04	C	-	A	I

Fonte: Autor (2022).

Além de ser utilizada para evidenciar as relações entre atividades e pessoas, a ferramenta é útil para as comunicações internas do projeto, permitindo identificar quais serão os *stakeholders* direta e indiretamente impactados, caso haja alguma mudança nos processos.

2.4.2 Estrutura Analítica de Projeto

Do inglês *Work Breakdown Structure* (WBS), a Estrutura Analítica do Projeto (EAP) tem a função de visualizar as atividades de um projeto. Permite o entendimento das necessidades e é um desmembramento das etapas desde a sua concepção até seu encerramento, sendo utilizada em outras ferramentas.

No *PMBOK Guide*, verifica-se a atribuição da estruturação como uma ferramenta para garantir o cumprimento dos objetivos do projeto. O WBS permite dar início ao planejamento do projeto como um todo. Ele consiste na descrição e no desmembramento, hierárquico e sequencial, de atividades e serviços desempenhados pelos integrantes, mostrando sua importância no início do projeto. Hoje, segundo Halli (1993), os gerentes de projetos estão atribuindo mais valor à estruturação analítica de projetos no início do processo de gerenciamento. O sucesso de um projeto pode ser atribuído ao uso do EAP.

As principais causas de falhas de projetos, segundo Stretton (2015, 2018), são erros cometidos em sua iniciação. Nesse sentido, LIMMER (1996), segundo BAIA (2015), afirma que a EAP é uma das ferramentas mais relevantes do gerente do

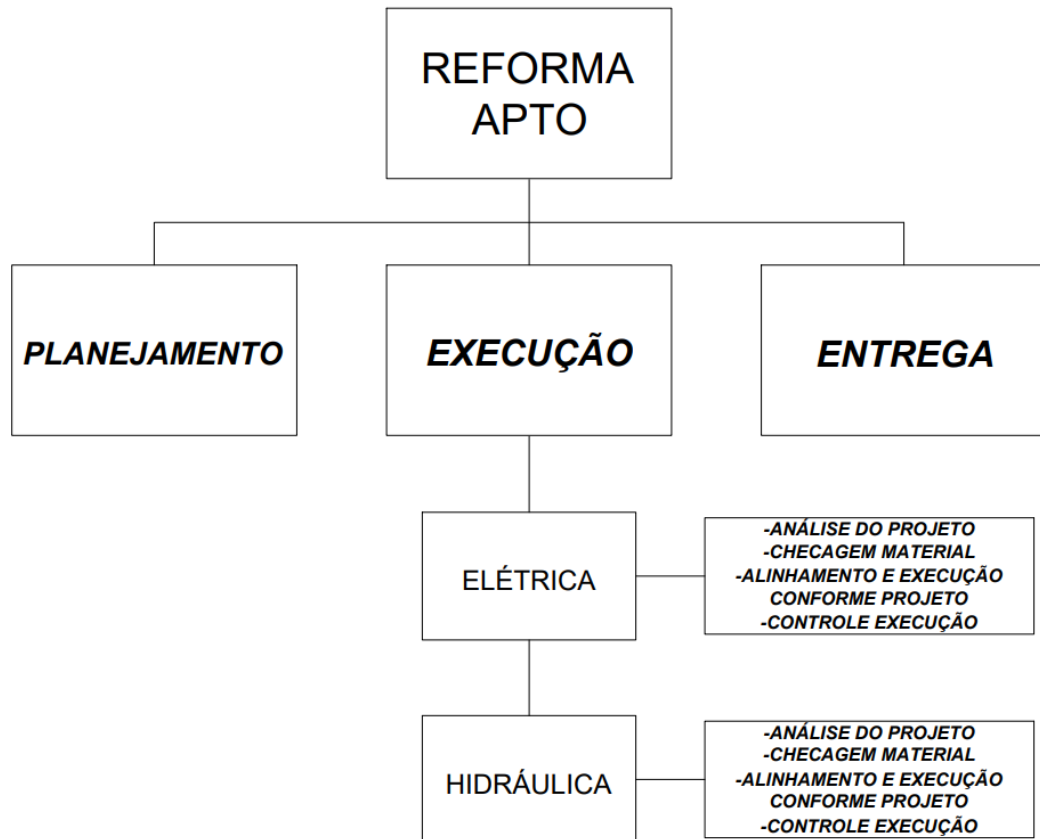
projeto, pois objetiva dividi-lo em componentes de tamanhos adequados, permitindo identificar seus detalhes. Além disso, admite metodizar a elaboração de estimativas de recursos, propiciando uma previsão de custos com maior assertividade. Em consonância com tal posicionamento, Diekmann e Thrush (1986) citam que:

A EAP fornece uma estrutura para planejamento do cronograma e custo e permite monitoramento e controle, gerenciando a maneira na qual as estimativas serão atribuídas e os custos acumulados e resumidos (tradução própria).

A ferramenta serve para a visualização completa e especificada, nível a nível, das atividades a serem performadas. Em sua aplicação, devem-se criar subníveis até que os subprodutos destes possam definir os responsáveis pela execução e delimitar estimativas de custo e tempo.

O número de níveis e subníveis deve variar conforme a complexidade e a necessidade de detalhamento. A cada decomposição realizada, maior será a especificação do trabalho do projeto. Vale ressaltar que um desmembramento excessivo das tarefas aumentará a dificuldade e os custos relacionados ao controle destas. No organograma mostrado na Figura 4, há o EAP de um projeto de reforma de um apartamento. No primeiro nível, está o resultado final, a reforma. No segundo nível, as fases do projeto de reforma e, por fim, os demais subníveis compreendem e as atividades necessárias para a concretização o projeto, cada uma separada pela área (elétrica/hidráulica).

Figura 4 – EAP Construção Civil



Fonte: Autor (2021).

Apesar de cada projeto ser único, a depender de sua similaridade, a estrutura pode ser utilizada como modelo (*template*) de um para outro. Um mesmo projeto pode ser dividido de diferentes formas. Ainda assim, os desmembramentos devem ocorrer até que sejam suficientes para a conclusão do nível em que se encontram.

Em suma, os desmembramentos que identificam as atividades não necessitam ser realizados por uma única pessoa. Sendo assim, a elaboração de uma EAP pode ocorrer de forma colaborativa. Diferentes visões acerca de um mesmo projeto são capazes de prever quais são as características e as atividades exigidas para completá-lo. Problemas oriundos da omissão de uma atividade ou de uma série delas podem assumir proporções maiores no futuro.

2.4.3 PERT/CPM

O PERT consiste em um método probabilístico, ao passo que o CPM é determinístico. A técnica PERT foi criada para suprir a necessidade de determinação de um prazo. Logo o PERT/CPM é uma ferramenta utilizada nos modelos tradicionais de planejamento de projetos, os quais são aplicados em mais de 90% das empresas de Construção Civil nos Estados Unidos (OLIVIERI *et al.*, 2016). O PERT utiliza os tempos máximos (a), mínimos (b) e normais (m) de produção, a partir dos quais é possível estimar o tempo esperado para duração de uma tarefa, a exemplo da equação que se segue:

$$te = (a + 4m + b) / 6 \quad (1)$$

O CPM, por sua vez, permite destacar o caminho crítico, ou seja, a obtenção de informações sobre a existência ou não de folgas nas atividades. A atribuição de “crítico” ao nome indica que são atividades que precisam ser cumpridas na sequência e no prazo estabelecidos. Não havendo o cumprimento, o projeto terá um aumento no número de dias para o encerramento.

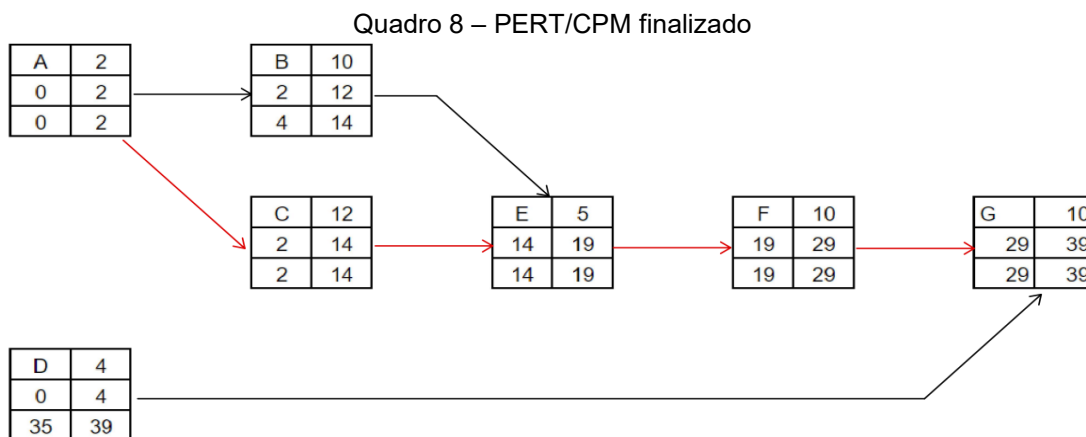
A união das duas ferramentas forma o PERT/CPM, cujo pré-requisito é a elaboração da EAP do projeto, de forma que seja possível elencar as atividades, as durações e a relação de precedência entre elas. Dessa forma, serão demonstrados os passos para desenvolvimento do PERT/CPM, com a identificação das atividades, seus precedentes e sua duração ilustrados no Quadro 7.

Quadro 7 – Atividades, precedentes e durações

Atividade	Precedência	Duração
A	-	2
B	A	10
C	A	12
D	-	4
E	B, C	5
F	E	10
G	D, F	10

Fonte: Autor (2021).

À medida que as informações pré-requisitadas são disponibilizadas, dá-se sequência ao desenvolvimento. Conforme disponibilizado, o caminho crítico mostrado no Quadro 8 é o A, C, E, F, G. Sendo assim, as atividades B e D possuem uma margem de folga.



Fonte: Autor (2021).

Espera-se, portanto, que, nas atividades que compõem o caminho crítico, a segunda e a terceira linhas devam estar iguais em virtude da inexistência de folga para sua execução.

O desenvolvimento demonstrado acima, anteriormente feito à mão, não é mais realizado hoje em dia, salvo em raras ocasiões. Na atualidade, existem diversos programas para elaboração de cronogramas que fornecem o caminho crítico e a representação da precedência entre as atividades. Alguns dos softwares utilizados são o *Microsoft Project* e o *Google Gantt*.

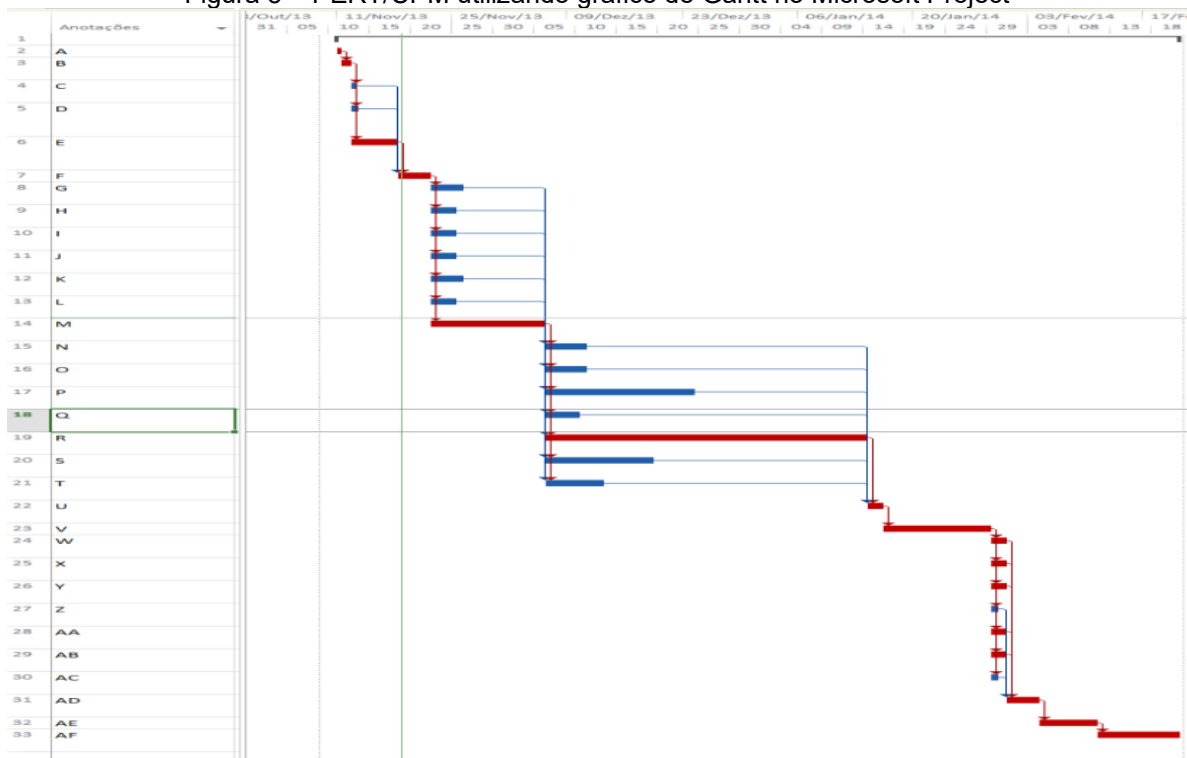
2.4.4 Gráfico de Gantt

O gráfico de Gantt, também conhecido como gráfico de barras, consiste em uma ferramenta utilizada para visualizar, de forma mais clara, o cronograma de atividades de um projeto. Apesar de ter sido criado pelo americano Henry Gantt no início do século XX, o gráfico foi altamente utilizado durante o período entre guerras

(1918-1939) por sua simplicidade e fácil entendimento. Seu uso foi novamente difundido e popularizado na década de 1990 com a utilização de microprocessadores e da internet e tornou-se outra vez uma importante ferramenta de gestão de projetos (WILSON, 2003).

Sua utilização permite o controle e o gerenciamento do andamento e dos prazos de atividades. Utilizado na elaboração de cronogramas de projetos, o gráfico é separado em dois eixos, como exemplificado na Figura 5. O eixo horizontal representa os dias, e o vertical, as atividades.

Figura 5 – PERT/CPM utilizando gráfico de Gantt no Microsoft Project



Fonte: BASTOS *et al.* (2014).

Para a criação e o uso do gráfico, de acordo com Schmitt (1992), é necessário definir quais serão as atividades, os recursos a serem empregados, as durações, os responsáveis e a sequência em que ocorrerão. O gráfico de barras, por sua clareza e seu poder de comunicação, representa uma útil ferramenta de acompanhamento e controle, por meio da qual é possível verificar se o

desenvolvimento da obra está ocorrendo conforme o cronograma (PFAFFENZELLER, 2015).

2.4.5 Sistema Last Planner

O Sistema *Last Planner (LPS)* teve origem no *Lean Construction*, e este, por sua vez, na filosofia *Lean*. Essa mentalidade entende a produção não como um produto, mas sim como um fluxo. A função do LPS, segundo Ballard (2000), é melhorar a eficácia dos sistemas de planejamento e controle da Construção Civil. O *Last Planner* é, pois, um sistema de planejamento, monitoramento e controle que segue princípios como JIT, *Value Stream Map* – Mapeamento do Fluxo de Valor (VSM) – e *Pull Planning* (Planejamento Puxado). Na concepção de Diehl (2017):

[...] a melhor forma de introduzir os princípios *Lean* em empresas construtoras é por meio de técnicas e ferramentas de Planejamento e Controle da Produção (PCP). Devido a este aspecto, percebeu-se nos últimos anos um avanço importante nos estudos sobre PCP em empresas de construção civil, principalmente quanto à aplicação do método *Last Planner System (LPS)* para o controle da produção.

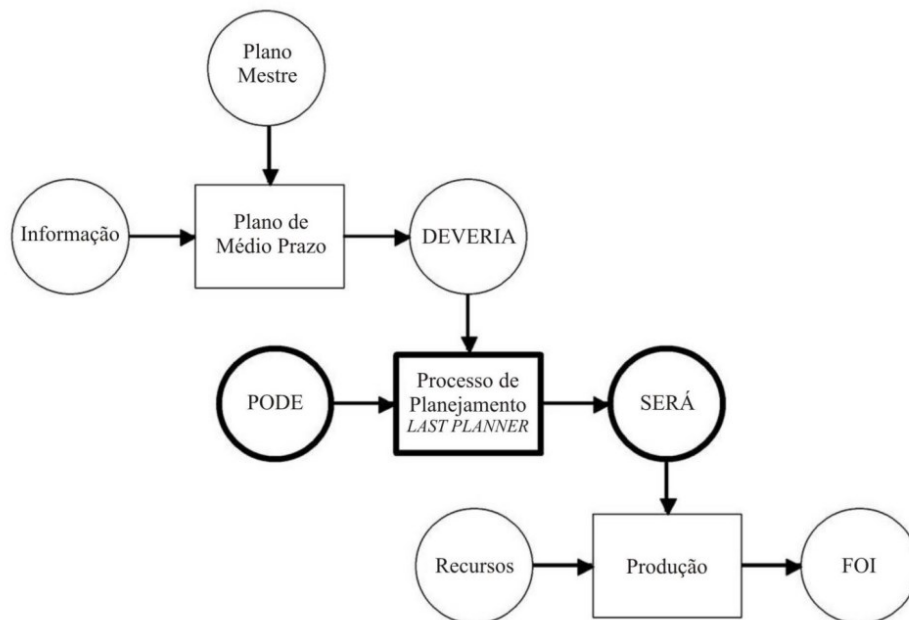
Moura (2008) informa que o método se nomeia *Last Planner*, pois faz alusão às pessoas que, em última instância, definirão as tarefas a serem executadas. Os seis princípios do *Last Planner System* (2015), estabelecidos por Ballard (2000), são:

- Planejar, em detalhes, conforme se aproxima do momento de execução da tarefa;
- Estabelecer o planejamento das tarefas com aqueles que irão executá-las;
- Identificar e remover, com a colaboração do time, as restrições antes que estas ocorram, aumentando a previsibilidade e a confiabilidade nos planejamentos elaborados;
- Elaborar promessas executáveis e conversas ativas com os envolvidos para melhor coordenação;
- Medir o nível de confiabilidade dos planejamentos e aprender com base na análise das falhas de planejamento;

- Aprimorar-se, de forma contínua, como equipe, remover desperdícios e ajustar performance de acordo com o que foi aprendido para otimização do fluxo de trabalho.

O sistema demanda debates entre as equipes de planejamento, técnica e executora da obra. O objetivo é garantir que as atividades estejam aptas a serem iniciadas quando os colaboradores também estiverem disponíveis e vice-versa. (BALLARD, 2000). Na Figura 6 é ilustrada a hierarquia dos planos e do sistema LPS.

Figura 6 – Hierarquização do LPS



Fonte: Costa (2014).

No LPS, a divisão de um processo de planejamento deve ser feita em níveis hierárquicos, a fim de impedir o desenvolvimento de um plano inicial detalhado, o qual, ao longo do tempo, ficará obsoleto (Laufer; Tucker, 1987). Dentro de um planejamento tradicional, não são consideradas as diferenças entre o que deveria, pode e será feito. No fluxograma representado na Figura 5, demonstra-se o funcionamento das etapas do LPS, evidenciando a sensibilidade do sistema em averiguar o que pode, deveria e será feito. Desse modo, o papel do Sistema *Last*

Planner é substituir o planejamento otimista por um planejamento condizente com o que, de fato, ocorrerá e propenso à melhor adaptação ante os imprevistos.

O sistema LPS segue os princípios do sistema de planejamento puxado ou *Pull Planning*, que é o procedimento de planejar de trás para frente. Trabalhando no fluxo inverso do sistema empurrado, os times devem priorizar as atividades críticas e entender como estão interligadas, visando à entrega das metas estabelecidas. Com o *Pull Planning*, são resolvidas as premissas e as dúvidas comuns do planejamento. Além disso, com ele é possível: (1) entender como será feito o serviço; (2) certificar que as pessoas certas estarão presentes para a conclusão do serviço; (3) certificar que a equipe está confiante e que conseguirá entregar a tarefa cumprida.

No LPS, o planejamento está hierarquizado em três níveis: planejamento de longo prazo, planejamento *lookahead* (médio prazo) e planejamento de comprometimento (curto prazo). No entanto a ferramenta não prevê o desenvolvimento do planejamento de longo prazo. Dessa forma, são feitas, de maneira colaborativa, planos de médio prazo, em que as restrições deverão ser elaboradas, analisadas e removidas até o início da semana prevista no planejamento de curto prazo. Para a elaboração de um planejamento de curto prazo, as atividades e as subatividades são delimitadas de forma mais minuciosa.

2.4.5.1 Planejamento de longo prazo

O planejamento de longo prazo, de acordo com Diehl (2017), foca as restrições e os objetivos gerais do projeto. Nele se procura definir, em linhas gerais, as etapas e as atividades que estarão presentes no projeto, podendo ocorrer a breve delimitação dos gastos e das despesas. As metas a serem alcançadas são estabelecidas, além da aquisição de recursos que possuam um *lead time* maior (BERNARDES, 2003). Todavia, conforme Moura (2008), essas atividades não devem estar desmembradas e detalhadas ao extremo, considerando-se a escassez de reais informações da obra. Nesta etapa, são utilizadas ferramentas como EAP e PERT/CPM.

2.4.5.2 Planejamento de médio prazo

O planejamento *lookahead* estipula potenciais atribuições ou pacotes de trabalho. Seu horizonte depende do projeto no qual está sendo utilizado. Nesse sentido, Ballard (2000) afirma que o planejamento de longo prazo deve ser desmembrado em planos de trabalhos semanais, os quais proporcionam múltiplas atribuições a mais de um integrante da equipe. Devem ser consideradas, assim, características como *lead times* de aquisição de materiais, equipamentos, informações, bem como a confiabilidade relativa do sistema de planejamento. O cronograma mestre deverá decompor as tarefas em subtarefas detalhadas, apropriadas para utilização em planejamentos semanais. Ainda consoante BALLARD (2000), o horizonte de planejamento deve ter intervalo entre três e 12 semanas e possui as seguintes funções:

- Estabelecer a sequência e o ritmo para o fluxo de trabalho;
- Compatibilizar o fluxo de trabalho e a capacidade;
- Decompor as atividades do planejamento mestre em pacotes de trabalho;
- Desenvolver métodos detalhados para execução do trabalho;
- Manter um registro de trabalho concretizado;
- Atualizar e revisar os planejamentos conforme necessário.

À medida que a semana é concluída, há a necessidade de adicionar mais uma ao planejamento de médio prazo para que ele permaneça sempre com o mesmo horizonte temporal. No Quadro 9 exemplifica-se um planejamento de médio prazo.

Quadro 9 – Planejamento de médio prazo (quatro semanas)

PLANEJAMENTO MÉDIO PRAZO																											
OBRA	Porto Fino	LOCAL		Lajeado	ENGENHEIRO RESPONSÁVEL:				Carlos Diehl																		
EQUIPE	DESCRIÇÃO DA TAREFA	RESTRIÇÃO	INÍCIO	FIM	DURAÇÃO	STATUS	SEMANA 35				SEMANA 36				SEMANA 37				SEMANA 38								
							S	T	Q	S	S	D	S	T	Q	S	S	D	S	T	Q	S	S	D	S	T	Q
2º Pavimento																											
A;B	Desmontar e subir caixarias		Seg 28/08/17	Seg 28/08/17	1		■																				
B	Fechar paredes da escada	1	Ter 29/08/17	Qui 31/08/17	3		■	■	■																		
A	Alinhar pilares		Ter 29/08/17	Qui 31/08/17	3		■	■	■																		
A	Amarração das ferragens	2	Sex 01/09/17	Sex 01/09/17	1					■																	
B	Colocar ferragens		Sex 01/09/17	Sex 01/09/17	1					■																	
A	Montar caixarias		Seg 04/09/17	Ter 05/09/17	2						■	■															
B	Colocar caixarias e prumar		Seg 04/09/17	Qua 06/09/17	2						■	■	■														
C;A	Concretar pilares	3	Qua 06/09/17	Qua 06/09/17	1								■														
B	Montar estrutura da escada		Qui 07/09/17	Qui 07/09/17	2								■	■													
B	Deformar pilares		Sex 08/09/17	Sex 08/09/17	1									■	■												
A	Desformar vigas 2º pavimento		Qui 07/09/17	Sex 08/09/17	2										■	■											
A;B	Montagem da estrutura da laje		Seg 11/09/17	Seg 18/09/17	6											■	■	■	■	■	■						
A;B	Montagem das vigas da laje		Ter 19/09/17	Sex 22/09/17	4																■	■	■	■			

Fonte: Diehl (2017).

O intuito é, segundo Ballard (2000), manter um registro de pacotes de serviços prontos para serem executados, com a certeza de que estão delimitando serviços aptos a serem realizados. Dessa forma, segundo o autor, ocorre o aumento da produtividade daqueles que receberam as atribuições, por gerar confiabilidade ao garantir o fluxo de trabalho à próxima unidade de produção.

Para Ballard (2000), cada atribuição do planejamento de médio prazo (PMP) está sujeita a uma análise de restrições. Desse modo, são verificadas e removidas as incoerências que impeçam a execução da atividade. No Quadro 10, são apresentados os requisitos de planejamento de médio prazo de uma atividade em uma obra da Construção Civil.

Quadro 10 – Requisitos do planejamento de médio prazo

LISTA DE RESTRIÇÃO			DATA LIMITE		ENCAMINHAMENTO	STATUS	PROBLEMA / CAUSA NÃO LIBERADO
Nº	DESCRIÇÃO DA RESTRIÇÃO (PROJETO, MATERIAIS, EQUIPAMENTOS, MO)	RESPONSÁVEL	DATA	SEMANA			
1	Entregar tijolos e massa para a alvenaria da escada	Luiz	28/ago	35	Comprado material O.C 23456	ok	
2	Entregar ferragens para os pilares consultar planta F1	LUiz	31/ago	35	Agendado entrega para dia 29/01 8:00	ok	
3	Agendar entrega de concreto	LUiz	06/set	36	Pendente		Aguardar previsões do tempo

Fonte: Diehl (2017).

Angelim (2019), por sua vez, mostra como as áreas de conhecimento do guia PMBOK interagem com o planejamento de médio prazo. No Quadro 11, foram extraídas do autor as interações do PMP apenas entre as áreas de conhecimento de escopo, cronograma, custo e qualidade.

Quadro 11 – Áreas de conhecimento do PMBOK e interação com o PMP

ÁREA DE CONHECIMENTO (PMI, 2016)	INTERAÇÃO COM PMP	DESCRIÇÃO DA INTERAÇÃO
Gerenciamento do Escopo do Projeto	Solicitação de Mudanças de escopo do Projeto	No processo de monitoramento e controle do escopo, é realizada a análise da necessidade de ordem de mudanças no projeto, que devem ser formalizadas e consideradas no PMP.
Gerenciamento do Cronograma do Projeto	Utilizar linha de balanço para o planejamento do projeto	Utilizar a linha de balanço agrega transparência na integração entre o longo e médio prazo (DAVE; SEPPÄNEN; MODRICH, 2016)
	Gerenciar as restrições	No PMP ocorre a análise de restrição (BALLARD, 2000), e o guia cita restrições inerentes aos projetos de construção: datas e marcos, restrições de requerimentos legais, restrições de clima e restrições de inspeções, aprovações e permissões.
	Utilizar métricas de controle	O guia não cita métricas de PMP, cita vagamente a análise de durações reais e previstas, e produtividade real e prevista. O indicador PPC cumpre essa função no LPS®, que deve ser avaliado no PMP para incorporar aprendizagem (COELHO, 2003; BALLARD; HOWELL, 1998)
	Analisar riscos relacionados a prazo	Analisar riscos que impactam o prazo do projeto e planejar respostas aos riscos no PMP (WEHBE; HAMZEH, 2013).
	Gerenciar a curva de progresso do prazo	Analisar projeção da curva de progresso de prazo em relação à linha de base de prazo (em linha de balanço), e posteriormente, analisar impacto da projeção e efetuar medidas de revisão de desempenho, realizadas no PMP (DAVE; SEPPÄNEN; MODRICH, 2016).
Gerenciamento do Custo do Projeto	Orçamento planejado do projeto	Fornecer os custos estimados e orçados para detalhamento dos pacotes de trabalho no PMP.
	Controle do custo por relatório de progresso e performance (RPP)	O controle do custo informa desvios de custos e impacta em necessidades de ações durante o PMP, pois uma das funções é gerenciar custo (COELHO, 2003)..
Gerenciamento da Qualidade do Projeto	Requisitos da qualidade planejados	Os requisitos da qualidade podem atribuir restrições que devem ser considerados no PMP (FIREMAN, 2012).
	Resultados do controle da qualidade	Durante a execução das atividades, há a garantia da qualidade e realizado o controle. Os resultados do controle da qualidade devem ser analisados no PMP a fim de evitar reincidência de erros na produção e retrabalhos (FIREMAN, 2012).

Fonte: Angelim (2019).

Conforme há um desmembramento do planejamento de longo prazo, é possível, com o desenvolvimento do PMP, transpor com maior precisão as atividades que deveriam ficar prontas. Isso mostra a importância do desenvolvimento gradativo do planejamento em diferentes horizontes temporais, tornando o cronograma de projetos mais preciso e menos propenso a alterações e imprevisibilidades.

2.4.5.3 *Planejamento de curto prazo*

O planejamento de curto prazo, referido também como planejamento de comprometimento, prevê a criação de pacotes de trabalho semanais, delegados diretamente às equipes de produção. O Sistema *Last Planner* reconhece que os aptos a definirem as atividades são os responsáveis pela execução da tarefa. Em continuidade, Ballard e Howell (1998) identificam que o início do processo é feito por meio do exame detalhado das atividades do planejamento *lookahead* (médio prazo) e incluindo nesse pacote semanal apenas aquelas que tiverem todas as suas restrições removidas.

Na concepção de Diehl (2017), Ballard (2000) infere que uma parcela significativa dos problemas enfrentados no curto prazo poderia ser eliminada através da análise das atividades do médio prazo, antes de serem inclusas no planejamento de comprometimento. Para Ballard (2000), os pacotes semanais devem cumprir os seguintes critérios:

- As atividades devem estar claramente definidas para o entendimento pela equipe de execução;
- Os materiais, os projetos e as tarefas predecessores devem estar prontos;
- As atividades devem contar com sequenciamentos coerentes com as ordens construtivas, atendendo aos requisitos das equipes executoras e, se possível, caso haja maior produtividade que a prevista, incluir outras atividades na semana;

- O dimensionamento das tarefas deve ser coerente com a capacidade de produção da equipe e com o tempo disponível para execução das tarefas necessárias;
- Deve ocorrer a identificação das causas da não realização de uma tarefa e a conscientização da equipe sobre ela.

Em 1994, Ballard e Howell denominaram esse conjunto de critérios de *Shielding production from upstream uncertainty and variation*, que significa um mecanismo de defesa contra variabilidade e incertezas que poderão ser encontradas durante a execução dos pacotes de trabalho semanais. No estudo de Ballard e Howell (1997), conforme cita Ballard (2000), o resultado da aplicação de tais critérios foi o aumento da confiabilidade nos planos (porcentagem de atividades completas na semana) e da produtividade da equipe.

A métrica do Sistema *Last Planner* é o Percentual de Planos Concluídos (PPC). O PPC tem a finalidade de verificar o grau em que as atividades estão sendo concretizadas em relação aos seus planos semanais. Com ele, é possível medir o entendimento dos planejadores quanto à dimensão das atividades e dos rendimentos esperado e obtido, além da assertividade dos planos, aumentando, assim, a confiabilidade nos planejamentos de curto prazo.

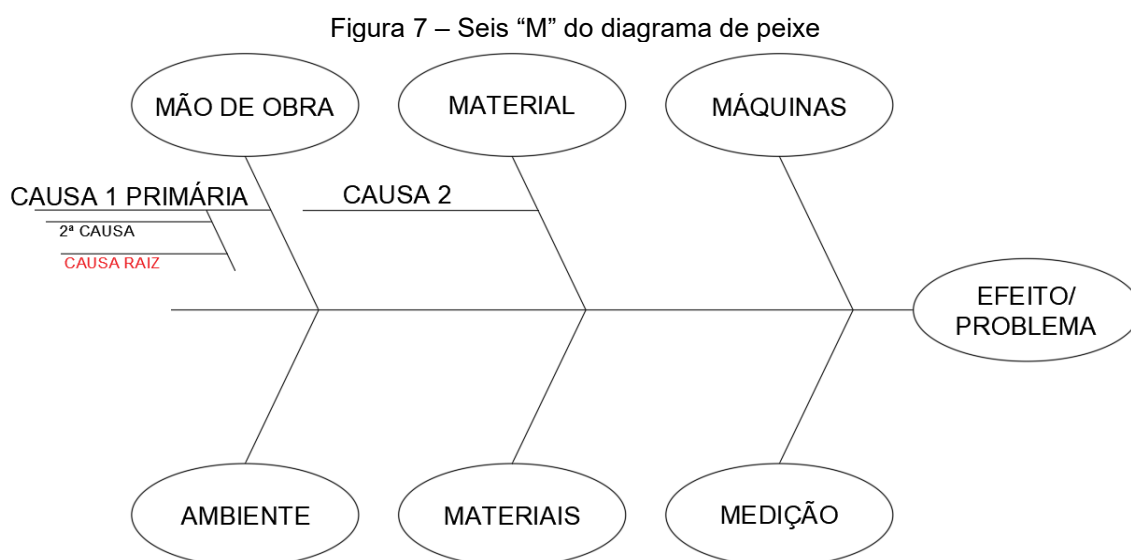
Segundo Lagos e Alarcón (2020), pesquisas de Alarcón, Salvatierra e Letelier (2014), Ballard e Tommelein (2016) e Lagos, Herrera e Alarcón (2019) mostram que há uma melhoria significativa quando o LPS é implementado e que manter um PPC alto acarreta melhor performance, produtividade e cumprimento do cronograma.

Sendo assim, a identificação das causas de não cumprimento do planejamento e a aprendizagem da equipe com ela tornam o processo de planejamento de curto prazo um processo de aprimoramento e melhoria contínua (Koskela, 1992).

2.4.6 Diagrama de Ishikawa

Também conhecido por diagrama espinha de peixe, ou diagrama de causa e efeito, o diagrama de Ishikawa é uma ferramenta utilizada para visualizar e desmembrar as possíveis causas de um acontecimento ou de um efeito, a fim de identificar sua origem.

Desenvolvido por Karoia Ishikawa no ano de 1943 o diagrama foi aperfeiçoado nos anos seguintes (PACANA e SIWIEC, 2020). O propósito deste é de apontar as causas de um problema específico e pode ser utilizado em fatores positivos ou negativos. Sua estrutura propõe seis categorias principais na identificação das causas ou seis fatores diferentes, como ilustrado na Figura 7.



Fonte: Autor (2022).

Cabe ressaltar que tais categorizações são uma proposta, e não uma regra. Dessa forma, é possível fazer a divisão em mais categorias, de modo que facilitem a identificação da causa do problema pelos gerentes de projeto. O desmembramento deve ocorrer da forma mais coerente com o contexto da empresa, podendo ser utilizada em diversos mercados.

Com essa ferramenta finalizada, é possível ter uma visão mais profunda sobre quais são as causas e identificar suas consequências (MACHADO, 2012).

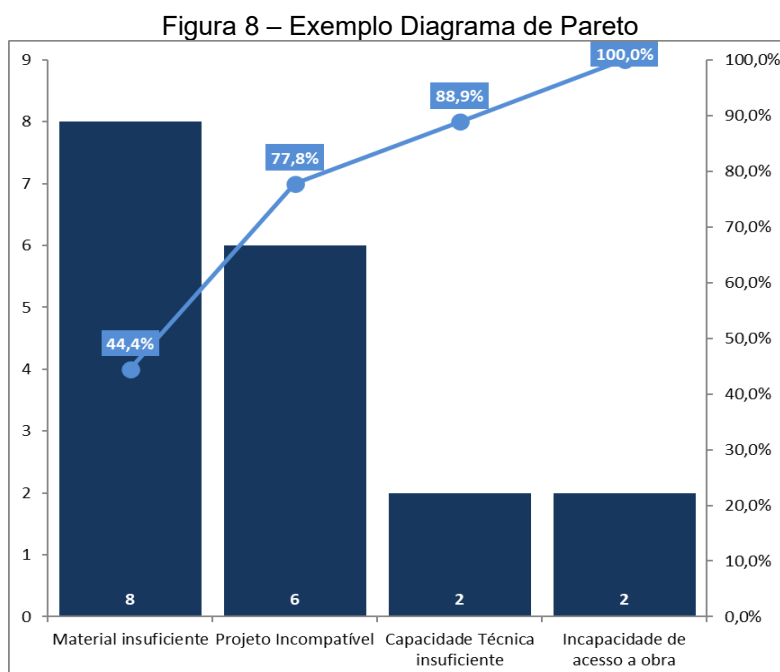
Ressalta-se, por último, que a ferramenta por si só não é capaz de identificar a gravidade das causas.

2.4.7 Diagrama de Pareto

O Diagrama de Pareto se assemelha a um histograma. Enquanto este último apenas representa graficamente uma distribuição das frequências, o Diagrama de Pareto possui uma linha que identifica a frequência cumulativa. Identificada como uma das sete ferramentas da qualidade, permite a visualização das causas de um problema, organizando-as em ordem de severidade ou impacto, da maior para menor.

Segundo Santos *et al.* (2020), a ferramenta tem o objetivo de delimitar frequências de ocorrências, em ordem decrescente, para que sejam de fácil identificação, visualização e correção.

Na Figura 8 está um exemplo de um diagrama de pareto, dentro de um projeto da construção civil, apontando as causas da não execução de uma tarefa previamente proposta.



Fonte: Autor (2022).

Como se pôde perceber, no eixo horizontal constam as causas possíveis atribuídas a um problema previamente estipulado. O eixo vertical esquerdo indica a quantidade de ocorrências de cada problema, ao passo que o eixo vertical direito indica sua porcentagem cumulativa em relação à sua totalidade. A disposição das causas se dá de forma decrescente, em que a primeira compreenderá a causa com maior incidência.

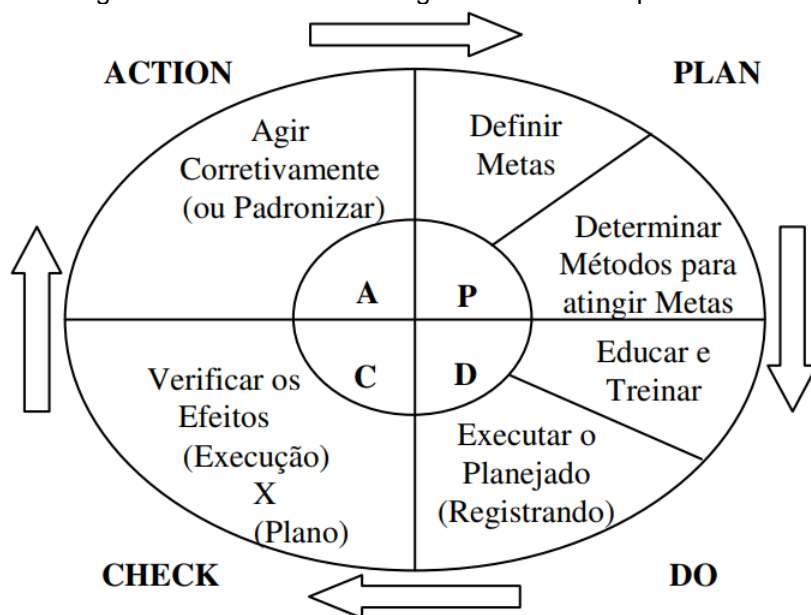
O Diagrama de Pareto “[...] tem como finalidade mostrar a importância de todas as condições, a fim de escolher o ponto de partida para solução do problema, identificar a causa básica do problema e monitorar o sucesso” (MACHADO, 2012, p. 49). A identificação dos problemas e suas taxas de ocorrência é, tanto dentro da ótica de gerenciamento de projetos tradicional quanto no Lean Construction, algo de suma importância no controle do projeto. Após seu mapeamento, é possível definir condutas de projeto, estabelecendo posturas de prevenção ou remediação quando o mesmo ocorrer e/ou for identificado.

2.4.8 PDCA

As letras que formam o nome *PDCA* em inglês são: *Plan, Do, Check, Act*, e significam respectivamente Planejar, Executar, Verificar e Atuar. O ciclo é utilizado pelas organizações para gerenciar seus processos de forma a garantir o alcance de metas estabelecidas, utilizando das informações para o direcionamento de decisões a serem tomadas (MARIANI, 2005).

A ferramenta busca a melhoria contínua dos processos ao propor mudanças em processos, implementando, monitorando, tomando ações e avaliando seus resultados (VALENTE e AIRES, 2017). Para Marcondes (2015), o PDCA é um ciclo contínuo de planejamento, execução avaliação e correção de desvios de um processo. A Figura 9 abaixo ilustra o ciclo PDCA.

Figura 9 – Método PDCA de gerenciamento de processos



Fonte: Campos, 1992 apud Mariani, 2005.

Na primeira etapa de planejar, são estabelecidos os objetivos e processos necessários para a entrega de resultados de acordo com as necessidades do cliente e com as políticas da empresa.

Dentro da etapa de executar, os processos são de fato implementados, onde para execução efetiva das ações planejadas há a necessidade da educação e treinamento dos envolvidos. Junto da execução deve ocorrer a anotação das informações geradas nos processos.

Na próxima etapa, a de verificação, há o monitoramento e a medição dos processos, comparando-os ao que havia sido planejado, já podendo notar aqui se os objetivos propostos foram ou não alcançados. (MARIANI, 2005).

Por fim, a última etapa é a implicação de ações corretivas. Nesta fase, a partir dos resultados, existirão duas abordagens diferentes. Caso o objetivo tenha sido alcançado com êxito, os processos deverão ser padronizados a fim de assegurar sua continuidade. Caso contrário, deve-se reiniciar o método *PDCA* novamente. (MARIANI, 2005).

Quando o processo for repetitivo e o plano (“*P*” do *PDCA*) for uma meta que é uma faixa aceitável de valores, o método estará utilizando do “Procedimento Padrão de Operação”. Ainda assim, o *PDCA* também pode ser utilizado na manutenção do

nível de controle dos processos. Caso o processo não seja repetitivo e o plano for uma meta sem valor definido, o *PDCA*, atingindo o objetivo, irá gerar um novo “Procedimento Padrão de Operação”. Com isso, as atualizações dos procedimentos padrão da empresa, proporcionarão uma melhoria do seu nível de controle. (CAMPOS, 1992).

O ciclo pode ser utilizado não só com o intuito de manter padronizado e melhorar os resultados, mas também pode servir para a resolução de problemas. Quando utilizado para a resolução de problemas, o PDCA é chamado de Metodologia de Análise e Solução de Problemas (MASP). Este nada mais é o ciclo em oito etapas, como delimitadas a seguir:

Plan (Planejar):

- Identificação do problema;
- Observação do problema;
- Análise das causas;
- Elaboração do plano de ação.

Do (Executar):

- Execução do plano de ação.

Check (Verificar):

- Verificação do plano de ação: onde caso o problema não seja resolvido deve-se voltar a etapa “Observação do problema”.

Act (Atuar corretivamente):

- Padronização; prevenirá o reaparecimento do problema.
- Conclusão: haverá a recapitulação do processo de resolução.

2.4.9 Kaizen

Kaizen é uma junção das palavras em japonês *Kai* (mudança) e *Zen* (melhor), de forma literal significa “mudança para melhor”, “melhoria contínua” ou “mudança incremental” (MARIANI, 2005). Conforme cita o autor do livro “Kaizen: A estratégia para o sucesso competitivo” Masaaki Imai (1986), ela “envolve todos da

organização trabalhando com o intuito de melhorias, sem grandes investimentos de capital”. Mais recentemente, em 2006, o autor Imai citou que o significado de *Kaizen* seria “a melhoria contínua todos os dias e momentos, por todos, independentemente de sua função na empresa. Abrange pequenas melhoras incrementais a inovações radicais” (apud BARRAZA e LERBACHE, 2011).

Brunet e New (2002) inferem que, apesar de diferentes escritores enfatizarem diversas características principais do Kaizen, seus conceitos fundamentais são:

- O Kaizen é contínuo – referente à execução permanente da filosofia, e sua busca incessante pela qualidade e eficiência;
- O Kaizen possui natureza incremental, especialmente as grandes reorganizações do gerenciamento e inovações tecnológicas;
- O Kaizen é participativo, enraíza o envolvimento e inteligência dos colaboradores, gerando benefícios intrínsecos a sua psicologia, a qualidade de vida e do trabalho

O *Kaizen*, de acordo os autores Barraze e Lerbache (2011), pode ser separado em três perspectivas, atribuídas pelos principais estudos teóricos e práticos existentes. *Kaizen* como uma filosofia de gerenciamento, como um componente do TQM (Gestão total da qualidade) e como um princípio teórico para melhora de metodologias e técnicas. Ainda que possam ser analisados sob óticas diferentes, os princípios mais importantes do *Kaizen* são:

- Trabalho em equipe
- Eliminação de desperdícios
- Gerenciamento e melhorias *in loco* (no local onde os processos serão executados)
- Educação e treinamento dos envolvidos
- Comprometimento dos gerentes de projeto
- Proposição e aplicação de melhorias
- Foco no processo
- Padronização

Kaizen como filosofia de gerenciamento, envolverá os princípios e valores que delimitam e sustentam a gestão da empresa. Sob essa ótica o *Kaizen* visa o gerenciamento da organização em termos de manter e melhorar os padrões de trabalho. Para isso, é necessário que todos os colaboradores entendam a mentalidade de manutenção e melhora com a padronização, disciplina e a eliminação de desperdícios.

Nos estudos de Womack e Jones (1996), o *Kaizen* pertence ao pensamento enxuto. Com uma abordagem sistêmica, auxilia organizações a reduzir desperdícios. Cheser (1998), por sua vez, explica que o *Kaizen* é baseado em realizar pequenas mudanças regularmente, reduzindo desperdícios e promovendo a melhoria de produtividade, segurança e efetividade (MANI, 2009).

3 MÉTODOS

A presente pesquisa classifica-se como um trabalho de natureza aplicada, o qual visa gerar conhecimentos para a solução de problemas práticos. Constitui uma abordagem qualitativa, com objetivos exploratórios.

A metodologia consistiu, inicialmente, na delimitação das características do setor da Construção Civil e do mercado de reformas. Em seguida, houve o estudo dos princípios e dos fundamentos do gerenciamento de projetos. Foram analisadas as definições e as características de projetos segundo o *Project Manager Body of Knowledge* (PMBOK) e o *Lean Construction*. Comparou-se então, almejando identificar diferenças entre as duas abordagens nas etapas de planejamento, controle e execução de projetos na Construção Civil, a gestão de projetos tradicional e as advindas do *Lean Construction*.

Ademais, identificaram-se as ferramentas propostas para o estudo, e suas funções foram discriminadas. Analisaram-se, então, matriz de responsabilidade, EAP, PERT/CPM, gráfico de Gantt, Sistema *Last Planner*, Diagrama de Causa e Efeito (Ishikawa), Diagrama de Pareto, ciclo PDCA e *Kaizen* de modo a se compreenderem suas formas de utilização e suas funções.

A escolha das ferramentas se deu a partir das que já foram aplicadas e são utilizadas dentro de uma micro empresa do mercado de construção civil e reformas em Florianópolis. Ademais, foram incluídas ferramentas que ainda não possuem aplicação na empresa em questão, porém, demonstraram auxiliar a gestão de projetos com características similares no decorrer da revisão teórica.

Esta micro empresa de reforma comercial foi proposta para observação no estudo pois o autor esteve presente na implementação das ferramentas dentro dos seus projetos. Além disso, durante este período, participava também do planejamento e controle das atividades, da gestão dos custos e dos clientes. A atuação durante esse período permitiu identificar, de modo profundo, pontos críticos do funcionamento de uma empresa no setor e verificar ativamente as maneiras como as ferramentas foram abordadas no decorrer do projeto.

Buscando esclarecer a aplicação destas ferramentas, o quarto capítulo faz a análise das suas utilizações dentro de projetos de uma micro empresa. Para este propósito, primeiramente ocorre a delimitação das etapas presentes nos seus ciclos de vida. Aqui é demonstrado como e onde atuam as ferramentas propostas.

Sendo assim, são apontados os benefícios e as dificuldades encontradas no decorrer de sua implementação e utilização. Para isto, será colocado em análise a lógica operacional atual e anterior da empresa, delimitando as diferenças e alterações percebidas com a utilização de dois sistemas de planejamento e controle das tarefas diferentes. Para este propósito, ainda utiliza-se dos relatórios dos planejamentos de quatro projetos que utilizavam e quatro projetos que não utilizavam o *Last Planner System* (ou Sistema *Last Planner* – LPS) dentro do planejamento, execução e controle das obras.

Usam-se, além dos relatórios, fluxogramas, cronogramas, checklists, diagramas, dados disponibilizado pela empresa ou gerados a partir destes. Por fim, o quarto capítulo busca compilar as informações obtidas na teoria e na prática, para correlacionar as ferramentas e os princípios Lean que são abrangidos com sua utilização. O quinto e último capítulo apresenta as conclusões obtidas com a análise da aplicação das ferramentas, aponta quais foram as dificuldades encontradas no decorrer da aplicação das ferramentas e da realização do estudo. Por fim, são feitas recomendações para estudos futuros relacionados a este, visando esclarecer ainda mais como e por quem são aplicadas estas ferramentas e quais são os resultados obtidos.

4 LÓGICA OPERACIONAL DA EMPRESA E APLICABILIDADE DAS FERRAMENTAS

Para que fique evidente a forma como as ferramentas e os métodos propostos, que foram revisados no capítulo dois, podem ser aplicados, neste capítulo serão descritas: (a) a estrutura organizacional atual e antiga da empresa analisada pelo estudo até sua forma de operar, isto é, realizar seu projeto e (b) a análise da aplicação das ferramentas. Para isso, as ferramentas serão analisadas à luz das suas utilizações, em projetos atuais e antigos, nas etapas dos projetos da empresa na qual este estudo foi focado. Convém pontuar que, embora entre empresas de um mesmo setor e mercado, a forma que os projetos são desenvolvidos pode ser diferente.

4.1 CARACTERIZAÇÃO E LÓGICA OPERACIONAL DA EMPRESA

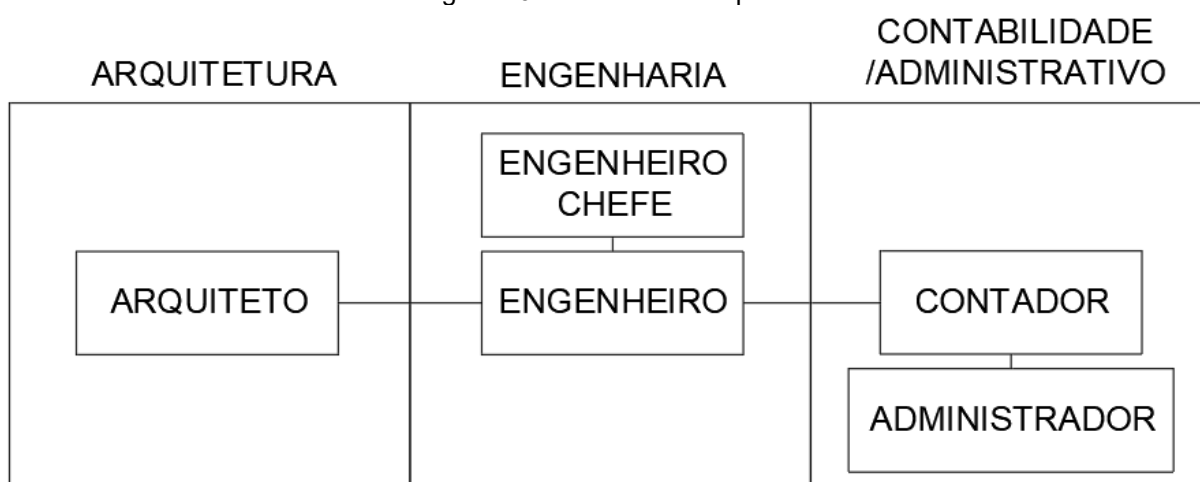
A empresa em exame neste estudo atua na execução e na administração de obras principalmente de reformas prediais, sendo responsável pelo planejamento dos recursos disponíveis para uma entrega dentro dos quesitos de qualidade e prazo do cliente. Possui escritório em Florianópolis e, por motivos de sigilo, não será nomeada. Em seus sete anos de atuação no mercado, grande parte de sua demanda foi vinculada a reformas de salas em prédios comerciais. Queiroz (2019) declara que, dentro do escopo de reformas, os tipos são de edificações comerciais e residenciais. Ademais, segundo a Norma Brasileira (NBR) n.º 16.280, uma reforma configura a alteração das condições da edificação com objetivos de recuperar, melhorar ou ampliar suas condições de habitabilidade.

Assim como outros projetos, um projeto de reforma de uma sala comercial conterá três restrições, a qual se caracteriza pela existência de três parâmetros limitantes, que definem e especificam a obra, quais sejam: escopo, custo e tempo. O cliente do projeto nesse mercado já tem uma ideia do produto pretendido e dos requisitos que devem ser atendidos ao final da obra. Cabe à empresa identificar tais necessidades para que possam ser delimitados escopos condizentes com as

expectativas do cliente. Com a especificação de um escopo, a empresa pode iniciar o desenvolvimento de um cronograma, além do planejamento dos seus custos diretos e indiretos com o projeto.

Microempresas são caracterizadas pelo baixo número de colaboradores. Na empresa em questão, todos os contratados são subordinados ao engenheiro-chefe. Ela conta com cinco colaboradores que podem ser agrupados em três setores: Engenharia, Arquitetura e Contabilidade/Administrativo, conforme ilustrado na Figura 10.

Figura 10 – Setores da empresa



Fonte: Autor (2022).

O restante da mão de obra para execução dos serviços – como serventes, pedreiros, pintores, gesseiros, eletricitas e encanadores – é terceirizado. Os contratos com esses prestadores de serviço podem ser elaborados diretamente entre o proprietário e o empreiteiro (Microempreendedor Individual) ou entre a empresa e o prestador de serviço. Apesar da terceirização, a frequência com a qual a empresa trabalha com desconhecidos é mínima.

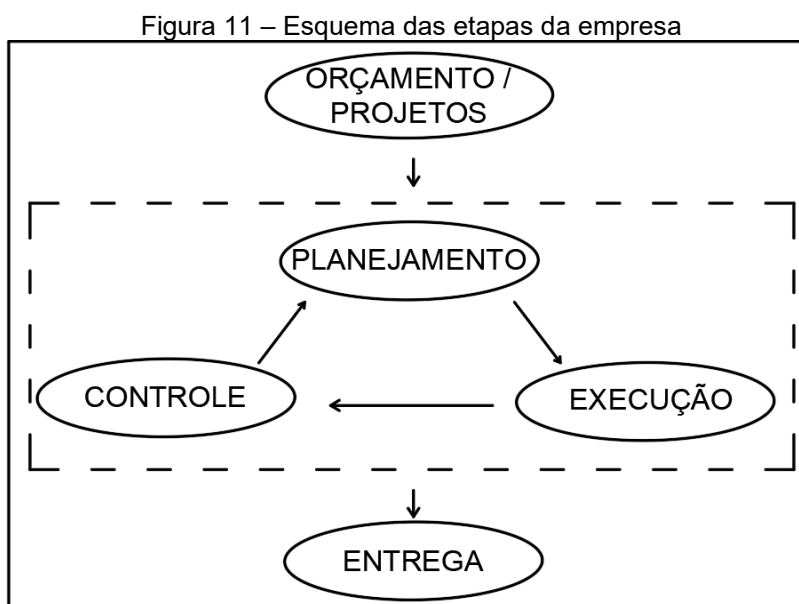
A mão de obra terceirizada é constante em função da recorrente demanda, de sua qualificação (que vai ao encontro do esperado pela empresa) e do entendimento da lógica operacional interna dos projetos. As equipes, internas e terceirizadas, de uma forma geral, trabalham há anos juntas, facilitando a comunicação e o inter-relacionamento entre colaboradores de diferentes áreas. A

recorrência dos contratos faz com que se repitam preços previamente estipulados, tabelados e corrigidos conforme o valor médio do mercado.

O cliente, quando é apresentado à forma de operação da empresa, já é informado acerca das terceirizações, dos planejamentos em diferentes horizontes temporais e de que a administração e a execução são de responsabilidade da empresa de engenharia contratada. Como o engenheiro é o responsável técnico pela obra e pela qualidade final do produto, a empresa é responsável pelas técnicas construtivas empregadas e pelo gerenciamento dos recursos disponíveis para alcançar as especificações de custo, qualidade e tempo determinadas pelo cliente.

4.1.1 **Macroetapas de um projeto de reforma na microempresa e aplicação das ferramentas**

Após certo tempo analisando a operação da empresa, seus métodos e suas abordagens, foi possível elaborar um esquema, representado na Figura 11, para o entendimento do funcionamento das macroetapas presentes na entrega de um projeto específico para reforma.



Fonte: Autor (2021).

Na sequência serão identificados individualmente cada etapa abordando o uso das ferramentas.

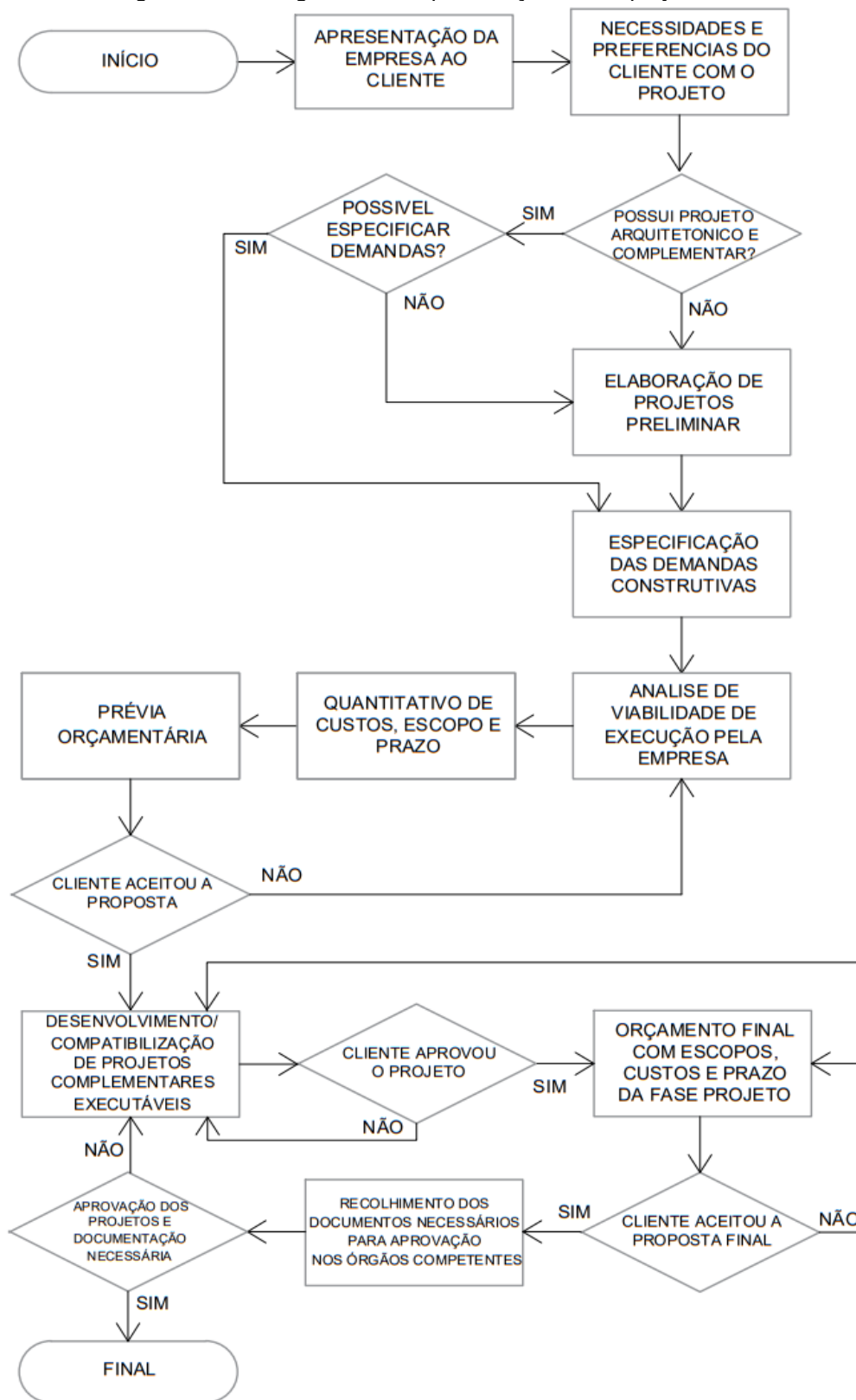
4.1.1.1 Etapa de orçamento e projetos

Na primeira das cinco etapas, o passo inicial em um projeto de reforma é a apresentação da empresa para o cliente. Em geral, isso é feito com a visualização de um portfólio de obras finalizadas, além de uma breve apresentação do corpo técnico da empresa, suas qualificações e experiências. A apresentação deve demonstrar que a equipe possui qualidade e capacidade técnica para a execução de projetos.

A segunda apresentação que deve ser feita é a do cliente, sendo especificadas as necessidades e as preferências do projeto. Vale ressaltar que a grande maioria destes já possui projetos arquitetônicos. Sendo assim, é possível especificar demandas e, com base nelas, o corpo técnico (engenheiro e arquiteto) analisará a viabilidade de execução do projeto. Há uma verificação prévia das técnicas construtivas e da compatibilidade das especificações dos materiais a serem utilizados. Além destes, são verificados se os equipamentos e os acabamentos são coerentes com a capacidade de execução da empresa e se as necessidades dos clientes estão de acordo com normas vigentes.

A Figura 12 ilustra um fluxograma desenvolvido para o auxílio da explicação da etapa de orçamento e projetos nesta empresa.

Figura 12 – Fluxograma da etapa de orçamento e projetos



Fonte: Autor (2022).

Existem casos em que não há um projeto arquitetônico, e, dessa forma, é elaborado um pré-projeto. Nele será possível identificar as especificações do cliente. O pré-projeto, dependendo da dificuldade e da magnitude da obra, poderá ser elaborado em plantas digitais feitas em softwares 2D, 3D ou em croquis à mão, em casos de menor complexidade. Após, são obtidas as estimativas de quantidades de insumos e materiais requeridos. Desse modo, é possível cotar os serviços com os preços da mão de obra terceirizada que o executará.

Com a imprevisibilidade dos processos construtivos e a complexa interdependência entre estes, é notório que um orçamento elaborado terá disparidade com o custo final. À vista disso, a empresa se resguarda ao elaborar quantitativos e levantamentos, discriminando-os nas seguintes subdivisões: (1) serviços com materiais; (2) materiais de construção; (3) materiais e serviços a serem comprados direto pelo proprietário; e (4) materiais e serviços a definir, a serem comprados direto pelo proprietário. Os materiais e serviços com mais variação de custo são encontrados nos dois últimos itens. Entre eles estão artigos como louças e metais para banheiros, porcelanatos, revestimentos e luminárias de linhas específicas com necessidade de ordens de compra para fábricas. Caso haja alguma disparidade exagerada entre quantitativo e preço orçado, os custos são repassados ao cliente enquanto são negociados direta ou indiretamente com os representantes de venda.

Por não existir um padrão de acabamento e um método construtivo em uma reforma, não é possível prever um orçamento médio por metro quadrado para cada cliente. Há uma disparidade de preços dos acabamentos mais e menos nobres (revestimentos, porcelanatos, metais e louças) e até entre salas para fins diferentes, como escritórios ou consultórios.

Após o momento em que o cliente descreveu suas necessidades, é realizado um desmembramento sequencial e lógico pelo corpo técnico (engenheiros e arquitetos). Para garantir a qualidade ao cliente, há uma verificação de suas necessidades por meio de um *checklist* que possui as principais atividades de reforma. Com respaldo neste, são feitos levantamentos de preços para materiais e mão de obra. Junto do *checklist* é feito um breve levantamento dos *lead times* (durações) médios estimados, representado no Quadro 12. O prazo médio

estabelecido é uma duração média com que todo o corpo técnico da empresa concorde. Nessa fase, já é possível verificar se existem materiais ou equipamentos que requerem atenção prévia maior.

Quadro 12 – Checklist preferências e *lead times* estimados

	CHECKLIST PREFERENCIAS	Materiais	LEAD TIMES ESTIMADOS
GESSO	Acartonado	Placas de gesso	< 7 dias
	Divisória acima do piso	Montantes de aço	< 7 dias
	Posição dos pontos pelo projeto locação ARQUITETA		
	Reforço para: barras banheiro PNE, bancadas COPA e DML		
PINTURA	Massa e lixamento em todas as paredes	Tinta branca	<7 dias
	Pintura cinza paredes consultórios	Tinta cinza	<7 dias
	Pintura Branca paredes térreo e copa		
ELÉTRICA	Módulos 20 A na copa e DML	Infra estrutura elétrica	<7 dias
	Schneider ORION de acabamento	Acabamentos elétricos	<7 dias
	Posição dos pontos pelo projeto locação ARQUITETA	Luminárias	30 dias
	Luminárias à confirmar pelo projeto ARQUITETA		
HIDRÁULICA	Acabamentos Deca fechamento direto com o cliente	Tubulações e conexões	<7 dias
	Tubulações majoritariamente pela parede	Acabamentos	<14 dias
	Posição dos pontos pelo projeto locação ARQUITETA		
SPRINKLERS	Adaptação ao layout do projeto ARQUITETA	Bicos e tubos de SPK	<7 dias
ESTRUTURA METÁLICA	Altura do pé direito térreo 2,42	Perfil metálico I	14 dias
	Altura do pé direito Mezanino 2,45	Pilar metálico quadrado	14 dias
	Tamanho dos perfis metálicos o menor possível	Chapa wall	5 dias
	Sem restrição para numero de pilares máximo		
CONTRAPISO	Mistura areia, cimento, agregado leve e aditivos	Areia cimento	<3 dias
	Tubulações pela parede e eletrodutos pelo piso	agregado leve	< 5 dias
PISO	Vinilico ou		
	Porcelanato Portobello Oro Bianco 90x90 cm	Porcelanatos	30 dias
	Fechamento marmores escada direto com o cliente	Marmores	> 30 dias
CLIMATIZAÇÃO	3 Aparelhos 18000 BTU/h	Aparelho	20 dias
	4 Aparelhos 12000 BTU/h	Aparelho	20 dias
	Caso nao seja compatível 1 multisplit 60000 BTU/h	Aparelho	30 dias
INSUFLAMENTO	Copas e banheiros com exaustão de ar	Exaustor e tubos	<7 dias
	Todos os 3 consultórios com renovação de ar	Filtro de ar	Indefinido
MOBILIÁRIO	Fechamento direto com o cliente	Mobiliás	Indefinido
PORTAS	Laqueadas Brancas nos consultórios	Portas	25 dias
	Laqueadas Cinza nos consultórios		
	Banheiro PNE Porta de correr		

Fonte: Disponibilizado pela empresa (2022).

A fase de projeto inicia com o desenvolvimento dos projetos complementares: arquitetônico (caso necessário), instalações elétricas, instalações hidrossanitárias, preventivo contra incêndio e climatização. O *checklist* das necessidades do cliente

atuará como um gabarito para verificar se as preferências estão sendo atendidas pelas plantas dos projetos.

Além do custo, o prazo para finalização da reforma sempre se mostra uma necessidade do cliente. Nesse caso, para se resguardar quanto à imprecisão de um cronograma definitivo elaborado no início do projeto, a empresa baseia-se nos maiores prazos visualizados em outras obras de porte e características semelhantes. Ainda sim, do *PERT/CPM* para verificação desta estipulação do prazo. O cronograma feito na etapa de orçamento equivale a um panorama a ser seguido, não um prazo final estabelecido.

Os projetos complementares auxiliam, complementam e determinam diretrizes para o projeto arquitetônico da obra. Eles são fundamentais, pois são calculados com precisão e apresentam as informações técnicas para cada etapa do processo construtivo. Os projetos estando prontos, ocorre um orçamento baseado em um levantamento quantitativo definitivo dos materiais com os fornecedores principais. Este levantamento definitivo, além dos materiais com compra direto pela empresa, também terá o orçamento repassado à mão de obra terceirizada, explicando a dimensão do projeto e apresentando os projetos necessários pra execução das tarefas até então propostas.

Com os projetos complementares desenvolvidos, obtém-se uma análise minuciosa do projeto pelo corpo técnico e pela mão de obra terceirizada, delimitando necessidades, processos e precedências. O cronograma inicial, então, ainda da fase de orçamento, é realizado com o uso da técnica EAP, junto da ferramenta *PERT/CPM* no *Microsoft Project* e transferido a um gráfico de Gantt em uma planilha colaborativa para maior facilidade de visualização e acesso dos envolvidos, como exemplificado no Quadro 13. O cronograma gerado é apenas uma estimativa do prazo da obra.

O Quadro 13 demonstrado abaixo, ilustra metade do planejamento de longo prazo inicial. Vale lembrar que o horizonte deste cronograma abrange um total de doze semanas, mas foi compatibilizado para o tamanho das folhas adequando a necessidade de ilustração neste momento.

Na grande maioria dos projetos, não ocorria a atualização durante a execução das atividades, o que gerava complexidade no controle e no monitoramento do cronograma e não permitia que as atividades fossem iniciadas conforme o planejado, acarretando a falta de recursos nos momentos necessários. Em contrapartida, o pedido de material era realizado de acordo com o desenvolvimento do projeto. Entretanto as restrições de cada atividade não eram verificadas de forma minuciosa, seja de forma individual ou colaborativa.

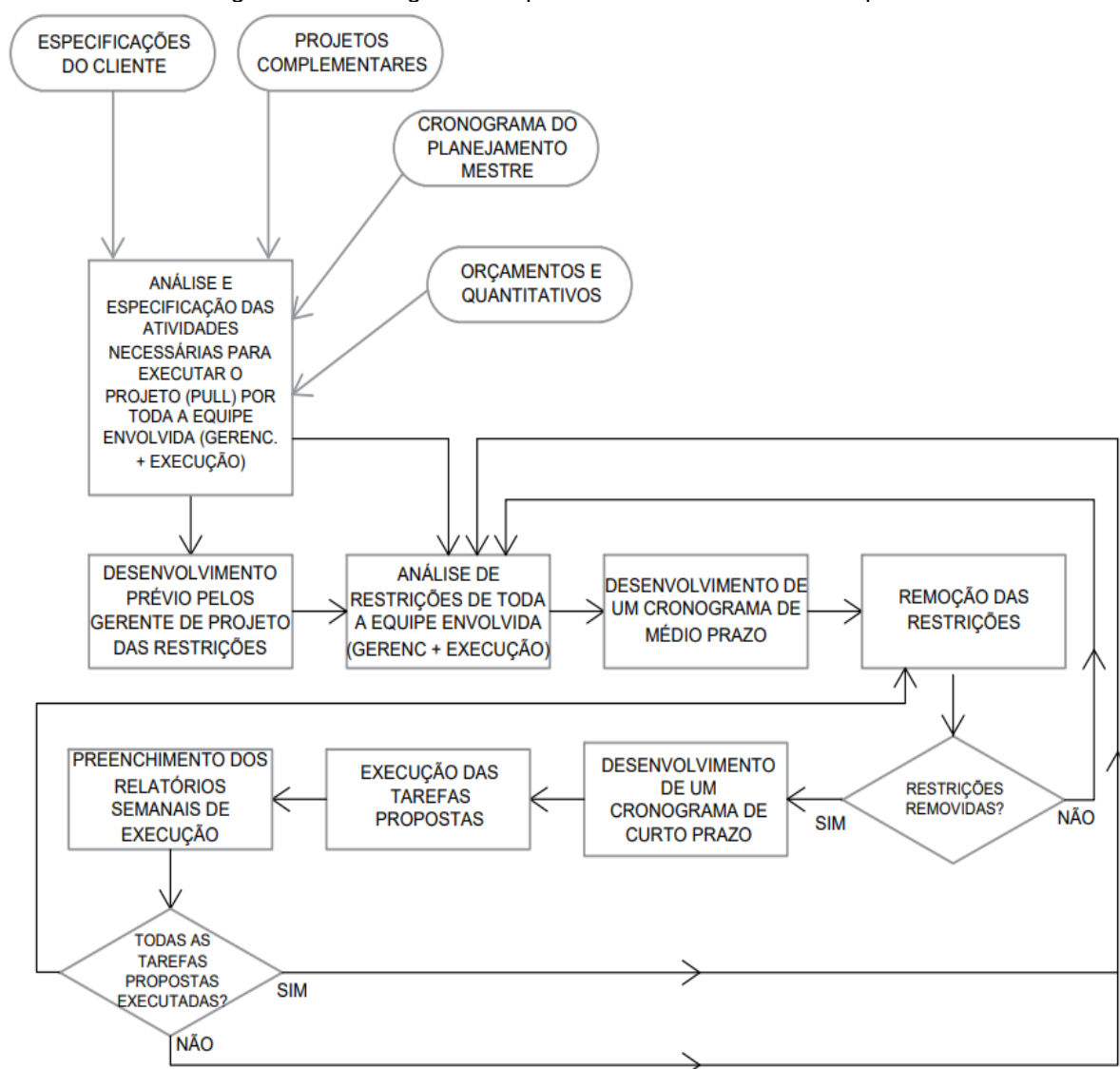
Segundo a empresa, em projetos anteriores, isto é, que não utilizaram o Sistema *Last Planner*, dentro das etapas de planejamento, execução e controle, havia um *checklist* final de obra na etapa de encerramento. O intuito era controlar diversos itens e verificar a qualidade do produto final. Isso, por sua vez, acarretava o aumento do prazo para entrega, caso a reforma não estivesse compatível com o esperado, dado que se reiniciavam os processos de planejamento, execução e controle até que fossem corrigidas as disparidades com o que foi planejado e acordado.

As reuniões de obra eram realizadas de forma mensal, com o intuito de identificar a sequência na qual ocorreriam as atividades. No entanto não especificavam as datas de início e término das tarefas e os requisitos de materiais. As reuniões, pois, eram menos colaborativas, uma vez que os executores das atividades eram cobrados para que se adequassem ao cronograma, sem auxiliarem no sequenciamento das tarefas e em seu planejamento.

Atualmente, conforme houve a mudança da empresa, que passou a utilizar o Sistema *Last Planner* no planejamento e no controle da execução das atividades, utilizam-se os mesmos três horizontes temporais conhecidos: de longo, médio e curto prazos. Apesar de serem atualizadas semanalmente, serão apresentados os formulários de análise de restrições, os cronogramas de planejamento de longo prazo, de médio prazo (*lookahead*) e curto prazo (comprometimento). O horizonte no planejamento de longo prazo engloba do início ao término da obra. Conforme prevê o LPS, a primeira semana deste corresponde ao planejamento de comprometimento (curto prazo), e as três seguintes, ao planejamento de médio prazo (*lookahead*) na empresa.

A Figura 13 ilustra o funcionamento do Last Planner junto das etapas de planejamento, controle e execução dentro da empresa proposta para a análise.

Figura 13 – Fluxograma simplificado do LPS dentro da empresa



Fonte: Autor (2022).

O cronograma do planejamento mestre é realizado no final da primeira etapa. Este é a base para determinar um prazo mínimo ao cliente, caso todas as tarefas sejam executadas conforme o esperado, sabendo da existência de incertezas e de que as datas delimitadas no cronograma são propensas a alterações de acordo com

o desenvolvimento do projeto. Baseado nele, é possível estabelecer uma previsão de custos e quantitativos da mão de obra terceirizada e dos fornecedores de materiais, equipamentos e maquinários envolvidos. Além disso, há a verificação e confirmação os seus respectivos *lead times*.

A cada semana são feitas reuniões a fim de que as equipes responsáveis pela execução das atividades das quatro semanas seguintes tenham contato com o cronograma de médio prazo e, assim, consigam delimitar e atualizar a lista de restrições junto à equipe que está elaborando esses planos. Os quadros apresentados são dinâmicos, de modo que todos são automaticamente atualizados à medida que são alterados. No Quadro 14, está ilustrado o planejamento de médio prazo, em que a primeira semana (que pertence ao planejamento de curto prazo) está delimitada para melhor visualização das semanas seguintes pelos colaboradores.

Quadro 14 – Parte do Planejamento de médio prazo 1 (Semana 00-01)

SEMANA	Nº	Atividade	Executor	Nº	Processos	INICIO	DURAÇÃO PREVISTA	TERMINO PREVISTO	DURAÇÃO ADICIONAL	TERMIN O REAL	Causas do atraso	SEMANA 00					SEMANA 01												
												6/07/8/8/00	9/00/00/11/02/3/04/5/06/07/08/01/10																
Semana 00	1	Demolição Paredes Gesso	PAULO	1.1	Retirada das placas de gesso	16/02	1	16/02		16/02		X																	
				1.2	Retirada dos pontos hidrossanitários	17/02	1	17/02		17/02																			
				1.3	Retirada dos perfis metálicos	17/02	1	17/02		17/02																			
				1.4	Retirada dos entulhos do serviço	18/02	1	18/02		18/02							X												
	2.1	Encaminhamento dos pilares e vigas até o local	19/02	1	19/02		19/02									X													
	2.3	Colocação chapa metálica na laje	19/02	1	19/02		19/02									X													
	2.4	Montagem da estrutura auxiliar	20/02	1	20/02		20/02										X												
	2.5	Colocação e soldagem dos pilares metálicos	20/02	1	20/02		20/02										X												
	2.6	Colocação e soldagem das vigas metálicas	20/02	1	20/02		20/02										X												
	2.7	Encaminhamento da escada	21/02	1	21/02		21/02											X											
	2.8	Colocação e fixação da chapa wall nas vigas	21/02	1	21/02		21/02											X											
Semana 01	2	Estrutura Metálica	BETEGA	2.9	Colocação e soldagem da escada metálica	21/02	2	22/02		22/02							X												
				2.10	Desmonte dos equipamentos e ferramentas	21/02	2	22/02		22/02									X										
				2.11	Retirada dos entulhos do serviço	22/02	1	22/02		22/02										X									
Semana 01	3	Alteração SPK	FIRE GÁS	3.1	Encaminhamento dos materiais necessários	23/02	1	23/02		23/02													X						
				3.2	Desligamento do registro geral com o condomínio	23/02	1	23/02		23/02															X				
				3.3	Esvaziamento da rede de Chuveiros Automáticos	23/02	1	23/02		23/02															X				
				3.4	Recorte das tubulações existentes	23/02	1	23/02		23/02															X				
				3.5	Soldagem dos caminhamentos novos	24/02	1	24/02		24/02															X				
				3.6	Instalação de bicos de sprinkler novos	24/02	1	24/02		24/02															X				
				3.7	Retirada dos entulhos do serviço	24/02	1	24/02		24/02															X				
				4.1	Encaminhamento dos materiais até a sala	25/02	1	25/02		25/02															X				
				4.2	Passagem infra estrutura hidrossanitária pelo piso	25/02	1	25/02		25/02															X				
				4.3	Passagem infra estrutura elétrica piso	26/02	1	26/02		26/02															X				
Semana 01	4	Instalações Elétricas (1/5) e Hidrossanitárias (1/3)	RUBENS	4.4	Passagem infra estrutura telecomunicação piso	26/02	1	26/02		26/02												X							
				4.5	Passagem infra estrutura hidrossanitária pelo mezanino	27/02	1	27/02		27/02														X					
				4.6	Passagem infra estrutura elétrica forro	27/02	1	27/02		27/02														X					
				4.7	Passagem infra estrutura telecomunicação forro	28/02	1	28/02		28/02															X				
				4.8	Retirada dos entulhos do serviço	28/02	1	28/02		28/02															X				
				6.1	Encaminhamento dos sacos de areia 20kg (1/2)	01/03	1	01/03		01/03															X				
				6.2	Encaminhamento dos sacos de cimento 50kg (1/2)	01/03	1	01/03		01/03															X				
				6.3	Encaminhamento dos sacos de agregado leve (1/2)	01/03	1	01/03		01/03															X				
Semana 01	5	Execução do contrapiso	RAIMUNDO	6.4	Encaminhamento dos aditivos	01/03	1	01/03		01/03												X							

Fonte: Disponibilizado pela Empresa (2022).

Os materiais com *lead time* maiores têm o pedido realizado com base no avanço do projeto, com análise constante dos prazos para entregas. Independentemente de sua especificação e seu fornecedor, os materiais sempre terão um colaborador responsável por estabelecer e organizar os prazos de entrega. Na empresa estudada parte dos materiais é disponibilizada também pela mão de obra terceirizada executora do serviço.

O planejamento de curto prazo prevê que tarefas com prioridade menor devem ser deixadas em prontidão, aptas a serem executadas dentro da semana, caso haja uma imprevisibilidade que impossibilite a execução de uma das tarefas ou quando a produtividade for maior que a esperada.

As restrições são elaboradas com antecedência pela equipe de Engenharia e apresentadas aos executores. Por sua vez, as atividades são verificadas uma a uma, de modo colaborativo, para que, caso haja necessidade de alteração do cronograma, todos estejam cientes da situação e em consenso sobre as novas datas das tarefas. Ademais, a equipe de Engenharia verifica se os pré-requisitos das tarefas foram concluídos, se os materiais estão ou estarão disponíveis, se as ordens de compra já foram solicitadas e a situação de entrega dos materiais.

No Quadro 15, apresenta-se o formulário de restrição elaborado semanalmente pela empresa. Vale ressaltar que o horizonte de médio prazo e o quadro se estendem a mais duas semanas.

Quadro 15– Formulário de restrições semanas 00 e 01

SEMANA	Nº Atividade	Nº	Processos dentro da semana	INÍCIO TAREFA	Nº	Restrições	Encaminhamento	SITUAÇÃO	Responsável Encaminhamento	
1	Demolição Paredes Gesso	1.1	Retirada das placas de gesso	16/02	1	Caçamba de entulho (especifica para gesso) disponível	Caçamba chegou 15/02 ARGAILHA	OK		
		1.2	Retirada dos pontos hidrossanitários	17/02	2	Nome na lista de acesso atualizada	Lista de acesso do dia 16/02 - 16/04 enviada	OK		
		1.3	Retirada dos perfis metálicos	17/02	3	Material * pé de cabra, martelos e chaves	Disponibilizado pela mão de obra	OK		
		1.4	Retirada dos entulhos do serviço	18/02						
	0	Estrutura Metálica	2.1	Encaminhamento dos pilares e vigas até o local	19/02	4	Caçamba de entulho comum disponível	Caçamba chegou 15/02 ARGAILHA	OK	
			2.3	Colocação chapa metálica na laje	19/02	5	Nome na lista de acesso atualizada	Lista de acesso do dia 16/02 - 16/04 enviada	OK	
			2.4	Montagem da estrutura auxiliar	20/02	6	Material * perfis metálicos, chapas e pilares	Disponibilizado pela mão de obra	OK	
			2.5	Colocação e soldagem dos pilares metálicos	20/02	7	Material * ferramentas de fixação - soldagem e parafusadeiras	Disponibilizado pela mão de obra	OK	
			2.6	Colocação e soldagem das vigas metálicas	20/02					
			2.7	Encaminhamento da escada	21/02					
			2.8	Colocação e fixação da chapa wall nas vigas	21/02					
2	Desmonte dos equipamentos e ferramentas	2.9	Colocação e soldagem da escada metálica	21/02						
		2.10	Desmonte dos equipamentos e ferramentas	21/02						
		2.11	Retirada dos entulhos do serviço	22/02						

Fonte: Disponibilizado pela Empresa (2022).

Enquanto isto, gradativamente, dia após dia, ocorre o preenchimento do cronograma de curto prazo ilustrado no Quadro 16.

Como referido, na empresa em exame as equipes não são constituídas por mão de obra própria. Desse modo, quando algo impossibilitar a execução de uma das atividades previstas, haverá a necessidade de verificação da capacidade de adaptação da equipe terceirizada ao cronograma, a fim de atender as novas datas dos serviços. Isso exige ainda mais que tais equipes estejam empenhadas no projeto, colaborando e cooperando com as demais equipes, com a ambição de sequenciar as atividades e finalizar suas entregas dentro do prazo.

Os requisitos das tarefas são abordados de forma individual. Alguns destes demandam ação no decorrer dos dias de execução do plano para que possam ser cumpridos e, dessa forma, nem todos poderão ser resolvidos com antecedência.

À medida que as tarefas são executadas na semana, acontecendo um imprevisto, o colaborador preenche de forma manual a causa de atraso do serviço, no cronograma de curto prazo disponibilizado no local de obra. Para isso, ele utiliza o espaço reservado na tabela, conforme ilustrado no Quadro 16

Isso é feito quando a causa de um problema é simples e facilmente identificável. Caso contrário, é notificado aos gerentes do projeto para que haja a execução de um Diagrama de Ishikawa. Este será desenvolvido imediatamente caso o problema impeça a continuação dos serviços. Entretanto, caso apenas atrasem-no, seu desenvolvimento se dará nas reuniões semanais, em conjunto com os todos executores, a fim de que se estabeleçam as causas dos problemas encontrados em conjunto.

No planejamento de longo prazo, a ser exemplificado no Quadro 17, a ocorrência de problemas proporcionou um atraso de 12 dias para a finalização da obra. A data estipulada para o término do projeto era em 9 de maio, porém a entrega aconteceu no dia 20 do mesmo mês. Nesta obra em específico o atraso se deu pela demora da equipe de mobiliário finalizar seus serviços. Como a empresa não trabalha com a execução de móveis, esta fazia parte de um contrato entre a cliente e esta empresa terceirizada.

Conforme o planejamento foi executado, foram registrados, semana a semana, os Percentual de Planos Concluídos (PPC) do projeto. A utilização do PPC tem o intuito de averiguar o estado dos planejamentos semanais.

4.1.1.3 *Etapa de encerramento*

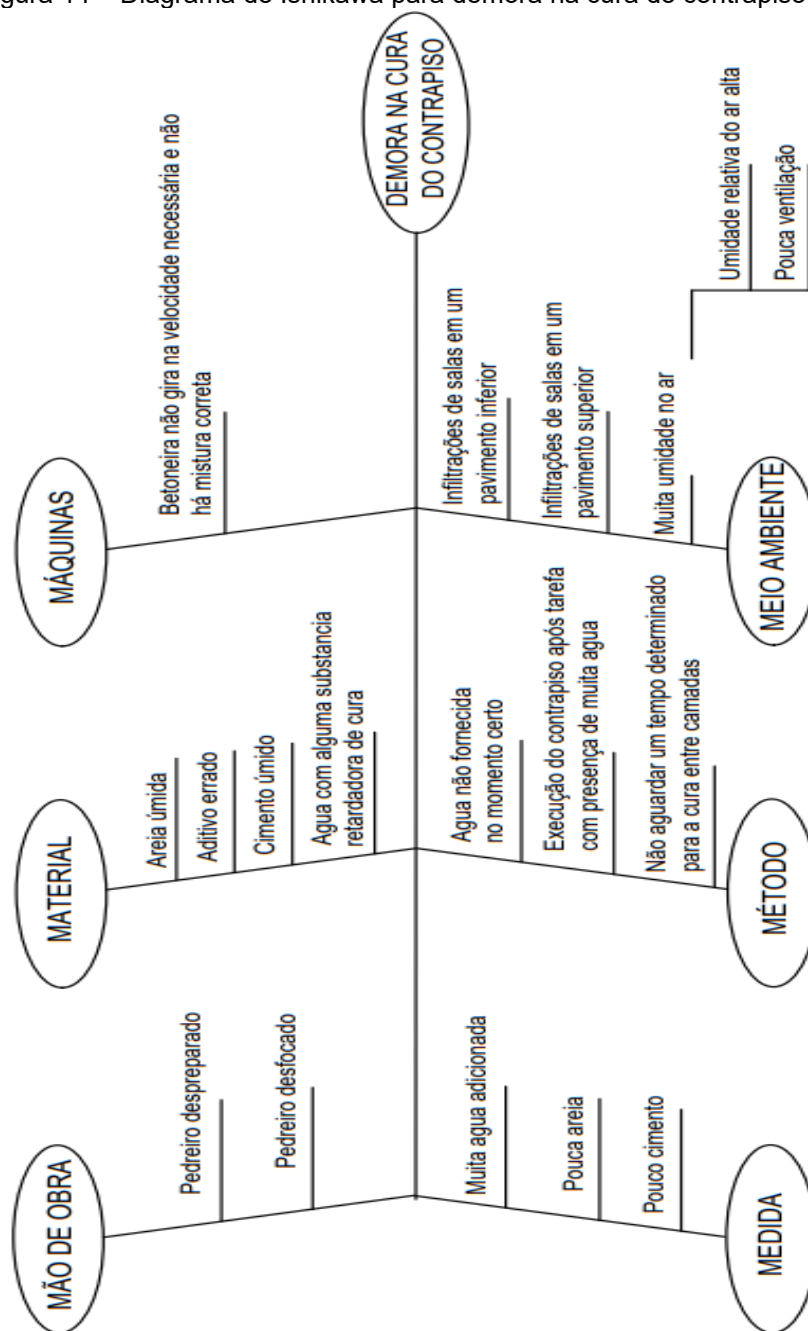
A etapa de entrega do projeto, além da utilização do Diagrama de Ishikawa, conta com o fechamento e o encerramento por parte dos seus gerentes. Ainda assim, nesta etapa ocorre a compatibilização dos projetos complementares com a situação *in loco*.

A empresa utiliza os Diagramas de Ishikawa para identificar as possíveis causas de um problema que não é facilmente identificado, visando encontrar inconsistências em seus planejamentos. Os também chamados de diagramas espinha de peixe visam identificar a origem dos problemas em conjunto com os colaboradores do projeto.

Na Figura 14, apresenta-se a identificação da causa de ocorrência da demora na cura do contrapiso. Nesse caso, a causa do problema não foi facilmente delimitada e houve a necessidade de elaborar um Diagrama de Ishikawa. Dessa maneira, a origem encontrada foi a alta umidade relativa do ar que, por sua vez, foi causada pela falta de ventilação do ambiente (troca do ar).

Apesar de os colaboradores estarem acostumados a manterem as janelas abertas, como forma de prevenir esse tipo de problema, a empresa adotou padronizações para o processo de execução e cura do contrapiso. Assim que os processos que envolvam materiais granulados e leves, que levantam partículas (areia e cimento), terminam, é colocado um ventilador para que haja ventilação constante do ambiente. Antes, apenas a abertura da janela era proposta para esses casos. Portanto também se procedeu em relação a outros processos de cura de massas e tintas em áreas consideráveis (ambientes com mais de dez metros quadrados).

Figura 14 – Diagrama de Ishikawa para demora na cura do contrapiso



Fonte: Disponibilizado pela empresa (2022).

Nesta etapa, ocorrem e as reuniões de encerramento da empresa ocorrem com o intuito de compartilhar os aprendizados dos colaboradores com o projeto. Esta documentação é feita em planilhas colaborativas e armazenadas na nuvem. Por fim, há o arquivamento de documentos e notas fiscais em ficheiros, além da finalização dos contratos, recebimento e efetuação dos pagamentos.

4.2 ANÁLISE DA APLICAÇÃO DAS FERRAMENTAS

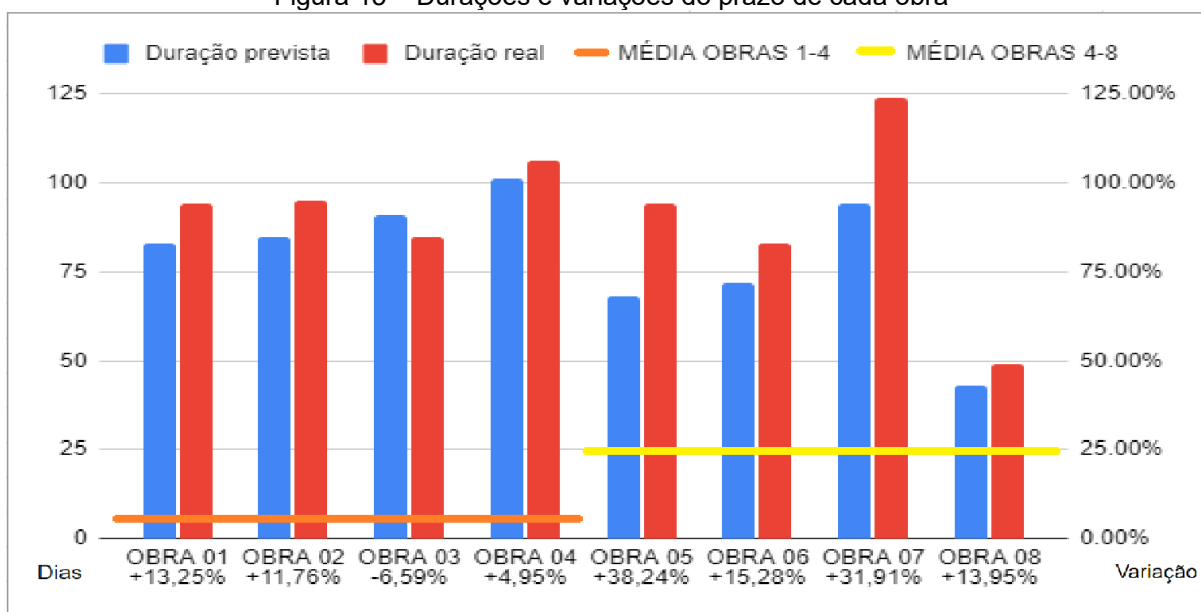
Aqui as análises das ferramentas serão feitas sob a ótica da sua aplicação na empresa estudada e dos pontos positivos, além de recomendações para suas utilizações pelo que foi verificado na literatura.

4.2.1 *Sistema Last Planner*

A empresa disponibilizou dados de oito planejamentos de longo prazo, com e sem a utilização do LPS como sistema de planejamento e controle da produção. As quatro primeiras obras referidas na Figura 15 utilizaram o LPS. Já nas demais, houve aplicação somente de um planejamento de longo prazo, sem a hierarquização em três horizontes, como descrito. Com amparo nos dados, compararam-se os prazos estabelecidos e os dias de atraso no cronograma. Na Figura 15, discriminam-se, nas barras azuis e vermelhas, as durações previstas no planejamento inicial e a duração real executada de cada projeto. As linhas laranja e amarela representam a variação média da duração dos projetos com e sem a utilização do Sistema *Last Planner*. Abaixo da identificação do número da obra consta a variação percentual do prazo de cada projeto.

A empresa possui um número limitado de projetos com dados de planejamento feito com a utilização do Sistema Last Planner. Nas obras um a quatro, mostradas na Figura 15, as variações dos prazos compreenderam, em sequência, a 113,25%, 111,76%, 93,41% e 104,95% da duração delimitada no início do planejamento.

Figura 15 – Durações e variações do prazo de cada obra



Fonte: Autor (2022).

A utilização do LPS, assim, segundo essa amostra, gera um aumento de 5,84% na duração total prevista nos planejamentos iniciais de longo prazo. Quando analisados os demais projetos, que não utilizaram o LPS, o aumento da duração total das obras foi de 24,85% em relação ao inicialmente planejado.

Apesar desses oito projetos, o tamanho das amostras não permite uma quantificação estatística da variação, precisa e real, que a utilização dos sistemas acarreta a empresa. Todavia serve como indicativo de uma relação positiva da utilização do LPS como sistema de planejamento e controle da produção, uma vez comparado ao sistema anterior.

O índice PPC mede a porcentagem de atribuições que foram completadas conforme o planejado. Para que uma tarefa seja contabilizada, é necessário que esteja finalizada nos dias em que foram estabelecidas no planejamento semanal. Caso esteja concluída em um dia anterior ou posterior ao delimitado, não será contabilizada no cálculo, mesmo que esteja finalizada dentro do período semanal estabelecido. Apesar de delimitar a eficácia dos planejamentos de curto prazo, observa-se que a métrica não permite verificar se a semana foi produtiva ou não, apenas se os planejamentos foram seguidos consoante o previsto. O PPC é descrito pela seguinte fórmula:

$$PPC = \frac{(\Sigma \text{ número de atividades executadas na data estabelecida})}{(\Sigma \text{ número de atividades planejadas para a semana})} \quad (2)$$

Embora esse seja o índice padrão do LPS, autores como SAMAD *et al.* (2017) analisam que, no decorrer da popularização da utilização do sistema LPS, pesquisadores desenvolveram outras métricas para medir a performance dos planejamentos, além do PPC. Os estudos apontados delimitam métricas que o complementem, e não apenas o substituam.

O presente estudo propõe outra métrica, chamada de Progresso do Planejamento (PP) para análise dos planejamentos semanais. Nessa métrica, será contabilizado o tempo total da duração de cada tarefa concluída em relação ao tempo total de todas as tarefas estipuladas para a semana. Ela mede, de forma mais clara, o quanto das tarefas a equipe conseguiu finalizar no que tange ao planejamento semanal proposto. Nesse cálculo, caso uma tarefa tenha seu início em um dia diferente do estabelecido, ela é contabilizada, desde que seja finalizada dentro do intervalo do horizonte de planejamento semanal proposto. Nesse cenário, descreve-se o PP como:

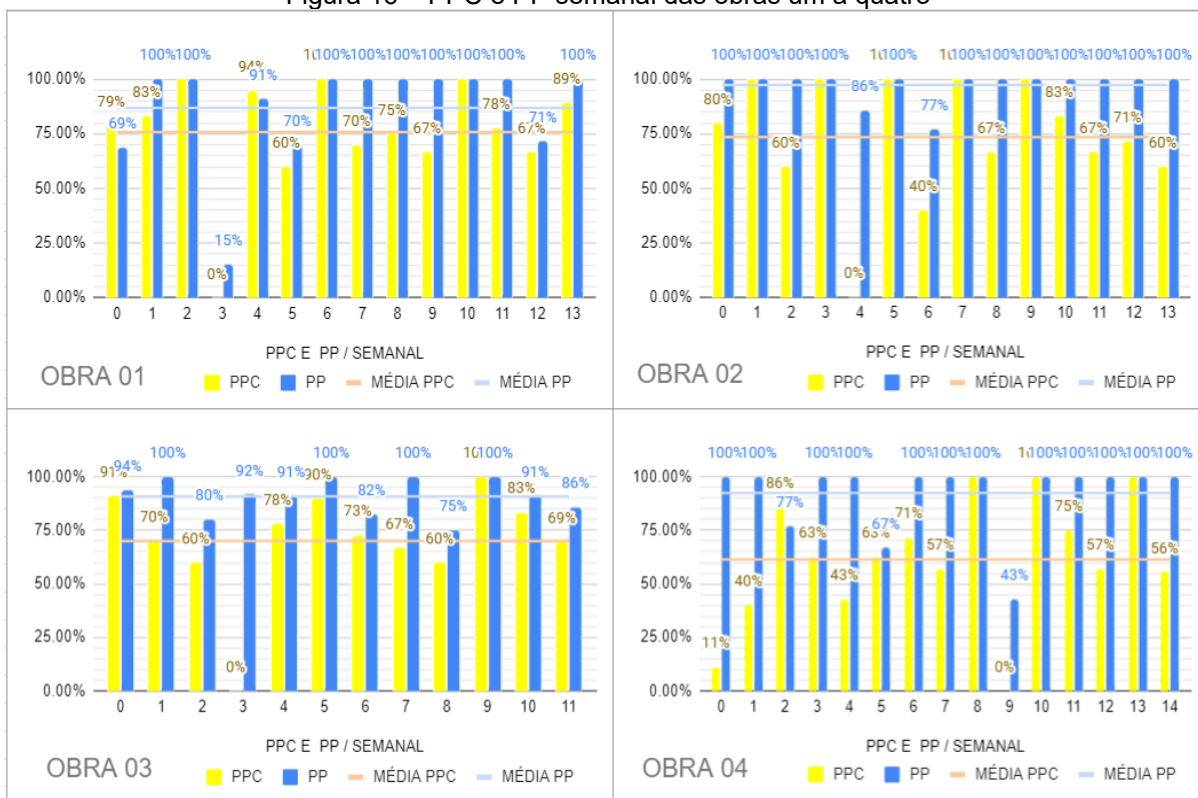
$$PP = \frac{(\Sigma \text{ duração tarefas concluídas na semana})}{(\Sigma \text{ duração total das tarefas planejadas para a semana})} \quad (3)$$

Na Figura 16 estão ilustrados o PPC e o PP semanal, além das suas médias em cada obra, de quatro projetos que utilizaram o LPS. Os dados têm origem nos cronogramas de curto, médio e longo prazo planejados e executados, disponibilizados pela empresa.

Dentro da figura 16 é possível verificar, na semana três da obra três, que o início e o término das tarefas ocorreram em dias diferentes, mas grande parte estava concluída até o encerramento da semana. Essa situação levou o índice PPC a zero e o índice PP a 92%. Desse modo, mostra-se que, apesar de as datas de início e

término das atividades não terem sido realizadas conforme o planejamento semanal, a maior parcela estava, de fato, concluída dentro do horizonte WWP.

Figura 16 – PPC e PP semanal das obras um a quatro



Fonte: Autor (2022).

O estudo de Samad *et al.* (2017) aborda também três métricas para se investigar o processo de preparação das atividades. Sugerido por Mitropoulos (2005), os índices são:

- $\Delta_1 = (\text{Restrições prometidas a serem removidas}) / (\text{Restrições identificadas})$
- $\Delta_2 = (\text{Restrições removidas}) / (\text{Restrições prometidas a serem removidas})$
- $\Delta_3 = (\text{Novas restrições}) / (\text{Restrições identificadas})$

Para este projeto, a utilização do Δ_2 permitiria uma verificação da capacidade ou não da equipe em remover as restrições e reproduzir o estipulado nas reuniões do

planejamento de médio e curto prazos. Consoante Angelim (2019), esse índice de remoção de restrição pode ser verificado também nos estudos de Codinhoto (2003) e Codinhoto *et al.* (2000), que indicam a importância de um gerenciamento adequado das restrições no horizonte de médio prazo.

A conferência da qualidade das tarefas com a utilização do *Last Planner* é semanal e feita com a utilização do checklist. Antes da aplicação do *LPS*, a utilização dele se dava somente no final de obra. Nesse caso, a empresa relatou que havia constante verificação da impossibilidade de execução de uma tarefa somente no momento de início da próxima tarefa prevista.

De maneira gradativa, o projeto possui mais verificações de qualidade, tornando a obra não apenas esteticamente bonita, mas desenvolvida com boas técnicas construtivas e de acordo com as especificações previstas nos projetos complementares e arquitetônicos. Posto isso, assim que for finalizada a última atividade proposta para a obra, basta verificar sua qualidade, visto que as demais passaram pelos requisitos de qualidade e, decerto, não foram barradas nas verificações das restrições semanais.

A realização de reuniões semanais aumentam a capacidade do gerenciamento da comunicação do projeto, proporcionando um melhor fluxo de informações dentro da empresa. Como previsto na literatura, a empresa relatou que, após o início do uso do Sistema *Last Planner*, houve maior entendimento das etapas do projeto pelos colaboradores.

4.2.2 Estrutura Analítica de Projetos

O desmembramento de processos, sendo o princípio da Estrutura Analítica de Projetos (EAP), é algo que auxiliou diretamente na delimitação das atividades presentes no projeto pela empresa. É a EAP que fornece informações que serão utilizadas por diversas ferramentas, justamente por separar os processos dentro do projeto de forma analítica.

Entre os usos atuais da EAP pela empresa em questão, cabe citar o auxílio nas delimitações de escopo e custos, na atribuição de responsabilidades e no

levantamento quantitativo de materiais e recursos a serem empregados. Em projetos anteriores a implementação do *LPS* dentro dos processos de planejamento e controle, a empresa já utilizava da EAP na delimitação das atividades e assim escopo dos projetos. Sua utilização era limitada porém já auxiliava a empresa em etapas iniciais. Atualmente, com o *LPS*, houve um aumento de importância desta ferramenta dentro do processo de gestão da empresa.

Dentro do *Last Planner*, a EAP é utilizada para o desmembramento lógico dos processos. É a partir do seu uso que, junto dos colaboradores, a equipe de gestão do projeto faz o detalhamento e a separação dos processos vistos no planejamento de longo prazo, em pacotes menores, transformando-os em planejamento de médio prazo. Na sequência, ainda com a utilização da EAP, faz-se o refinamento do planejamento *lookahead* para que se torne um planejamento de comprometimento.

Sendo assim, a ferramenta aumentou o grau de conhecimento do projeto pelos executores, justamente por permitir a participação dos colaboradores na elaboração dos cronograma e dessa forma diminuir a distância entre o executor e o planejamento. Sua utilização junto dos três horizontes de planejamento proporciona um desmembramento mais minucioso das atividades e, sendo assim, acarreta no aumento da capacidade de cumprimento das metas semanais e controle das tarefas.

Ainda assim, a ferramenta, por não poder estabelecer um limite para essa separação em porções menores, pode acabar atuando de forma negativa no projeto. Uma quantidade excessiva de detalhamento de uma atividade pode promover um acúmulo desnecessário de informações, demandando mais tempo para averiguá-las e controlá-las.

4.2.3 PERT/CPM

Assim como a EAP, a utilização do *Program of Evaluation and Review Technique*, junto do *Critical Path Method (PERT/CPM)* logo nas primeiras etapas permitiu a elaboração de cronograma para o cliente, ainda em fase inicial do projeto.

Sua aplicação permite estabelecer qual é a relevância das tarefas em relação ao projeto e, conforme o cronograma é atualizado, qual será o impacto com a alteração de atividades propostas.

O *PERT/CPM* é utilizado para desenvolver um cronograma inicial, que serve como base do planejamento. O *PERT/CPM* já era anteriormente utilizado pela empresa e, atualmente, assim como a EAP, é utilizado em conjunto com o *LPS* e, dentro desta empresa, este planejamento inicial dará origem aos planejamentos de médio e curto prazo. Para isto, auxilia no *LPS* ao permitir entender quais são as atividades sobressalentes, mas críticas, que devem ser priorizadas para deixar em prontidão, quando elaborando o planejamento de curto prazo a partir do de médio prazo.

A ferramenta permite, no ocorrer da atualização dos cronogramas, uma verificação das tarefas cruciais que compõem o caminho crítico e a delimitação do impacto que a alteração destas causará com os cronogramas do planejamento de curto prazo, prezando organizar a disponibilidade da equipe executora com as modificações de datas. Devido aos planejamentos atualmente ocorrerem de forma colaborativa, o entendimento do projeto e do sequenciamento dos processos são repetidamente visualizados pelos executores.

Pode-se dizer, quando analisada sob a ótica da filosofia *Lean*, que os princípios abrangidos com sua utilização são: permitir a redução das atividades que não agregam valor; aumentar a transparência dos processos e do enfoque no controle no processo global.

4.2.4 Gráfico de Gantt,

O gráfico de Gantt, dentro da empresa, é utilizado para visualizar os cronogramas. Na etapa de orçamento e projeto, é com o uso da ferramenta que é elaborado um cronograma simples, base do planejamento de longo prazo. Para a sua utilização, é previsto que sejam fornecidas as informações iniciais produzidas pela EAP e *PERT/CPM*. Mesmo de forma simples, sua representação é crucial para a elaboração dos cronogramas.

Na etapa de planejamento, controle e execução, os cronogramas apresentados aos colaboradores contém somente as informações pertinentes para o desenvolvimento do planejamento e controle em conjunto dos colaboradores envolvidos. Por ser uma ferramenta visual e simples, os dados representados devem ser sucintos, permitindo o entendimento das atividades e do projeto como um todo.

A utilização da ferramenta junto das reuniões permite controle e gerenciamento das atividades e seus prazos. Com isso, podemos apontar que os princípios *Lean* abrangidos pela utilização do gráfico de Gantt nas etapas citadas são a redução de atividades que não agregam valor, o aumento na transparência dos processos e no enfoque do controle no processo global.

4.2.5 Matriz de responsabilidades

Deve ficar claro para os colaboradores os papéis de cada um no decorrer do projeto, facilitando comunicação e auxiliando o entendimento dos processos. Quanto maior o número de projetos nos quais a empresa está atuando, maior será a dificuldade de memorizar os envolvidos em cada processo. Para tanto, é necessária a educação dos colaboradores quanto ao funcionamento da matriz de responsabilidade e o significado de suas siglas.

A aplicação da ferramenta de atribuição de responsabilidades, matriz RACI, ainda em fase inicial no projeto, permitiu que os que estavam encarregados pelo planejamento do cronograma pudessem observar os papéis de cada colaborador no projeto. Apresentada em reunião, possibilitou a identificação de quais colaboradores iriam interagir entre si. A equipe a utiliza nas análises das restrições de atividades e no planejamento dos cronogramas, de forma que permita a visualização fácil e direta dos afetados pelas modificações dos planejamentos de médio e curto prazos.

No caso da mão de obra não ser constante (terceirizada ou não) e houver muita rotatividade de prestadores de serviços, é interessante a disponibilização de uma matriz no local de obra. Na empresa em questão, a mão de obra constante (repetidamente contratada) facilita o entendimento da função de cada colaborador no projeto pelos gerentes de projeto e executores das tarefas. Sendo assim, apesar da

utilização da ferramenta se mostrar interessante na teoria, sua aplicação pode demonstrar maior ou menor importância à depender das características dos colaboradores envolvidos com o projeto.

Quanto maior o conhecimento da equipe da função de cada um dentro do projeto, menor é a necessidade da utilização da ferramenta. Por se tratarem de projetos em micro empresas, haverá um número de colaboradores pequeno e, com isto, uma menor dificuldade no entendimento da função de cada colaborador. Apesar de existir a utilização nas etapas iniciais do projeto e de planejamento, devido as características de porte e repetitividade da mão de obra presentes, a aplicação da ferramenta não apresentou um grande auxílio na gestão dos projetos dentro da empresa abordada,

4.2.6 Diagrama de Ishikawa

A ferramenta se mostrou indispensável em se tratando da identificação de causas para situações mais complexas da empresa analisada. Nesses casos, os diagramas de causa e efeito eram utilizados e apresentados nas reuniões semanais do LPS, permitindo que diversos pontos de vista fossem colocados em pauta acerca dos problemas.

Nas empresas, existe necessidade da identificação das causas dos erros para que, com a instrução dos colaboradores e arquivamento destas informações, sejam corrigidos e prevenidos no futuro. Isso porque, dentro de uma abordagem com conceitos *Lean*, é necessário que haja a melhoria contínua dos processos. Com um viés de aperfeiçoamento, os Diagramas de Ishikawa são utilizados para delimitação das origens dos problemas. Ainda assim, a ferramenta aumenta a redução de variabilidade, justamente por analisar e delimitar os problemas.

No entanto, o diagrama de causa e efeito não se configura útil quando identifica a causa de um problema simples. A delimitação de suas ramificações pode demandar mais tempo e esforço dos colaboradores do que um simples *brainstorming* acerca do problema. Dessa forma, condizente com a conduta adotada pela empresa

estudada, a elaboração de Diagrama de Ishikawa deve ser utilizada somente se a causa do problema não for facilmente verificada.

4.2.7 Diagrama de Pareto

Outra ferramenta que o LPS prevê, seria a utilização do Diagrama de Pareto na análise das restrições dos planejamentos. Contudo a empresa não disponibilizou para o estudo as tabelas completas das restrições do planejamento de médio prazo. Segundo ela, haveria a necessidade de remover diversas informações pessoais dos colaboradores e dos fornecedores. Dessa forma, não foi possível efetuar a análise do Diagrama de Pareto dentro da empresa.

Apesar do LPS prever a utilização do diagrama, esta não faria sentido caso as análises das restrições não fossem feitas. Cabe ressaltar que é mais proveitosa a utilização da ferramenta com uma quantidade maior de dados de projetos. A representatividade dos dados está diretamente relacionada com o tamanho desta amostra. Sendo assim, cabe a empresa procurar gerar a documentação atualizada dos projetos.

Nesta condição, o diagrama de pareto poderia ser utilizado na etapa de fechamento de projeto, assim que alcançar um número maior de projetos com dados de planejamento com o LPS. No contexto de análise dos problemas e suas causas, visando a uma melhoria contínua de processos e colaboradores, a utilização do Diagrama de Pareto permitiria identificar as taxas de ocorrência dos problemas. A partir disto, seria possível investigar e observar suas causas, tomando as devidas atitudes para que haja a prevenção da sua ocorrência, assim como prevê a ferramenta PDCA, planejando, executando, checando e atuando para que haja a prevenção da sua ocorrência. Esta ferramenta então, poderia ser utilizada, em conjunto com o diagrama de ishikawa e dentro do ciclo PDCA, na resolução de problemas.

Diante desse cenário, é possível estabelecer que os princípios Lean Construction os quais a ferramenta diagrama de Pareto promove é a redução de variabilidade e a melhoria contínua dos processos.

4.2.8 PDCA

Enquanto uma ferramenta que proporciona uma melhoria contínua dos processos, o ciclo PDCA também permite identificar, observar e analisar a situação, desenvolver um plano de ação e executá-lo. Além disso, induz a verificação do que foi executado e a padronização perpetuando a melhoria contínua dos processos se tornando interessante que o gerente de projetos saiba como manuseá-la.

O PDCA serve para a manutenção do nível de controle dos processos e para a resolução de problemas. Quando o ciclo é utilizado na resolução de problemas, as ferramentas Diagrama de Pareto e diagrama de Ishikawa são utilizadas diversas vezes. Dentro do ciclo, estas duas auxiliam na identificação, observação e análise do problema e de suas causas. Partindo disto, a ferramenta permite elaborar planejamentos, executá-los e conferir as informações obtidas, a fim de padronizar e aprender com processo.

Atualmente a empresa não utiliza da ferramenta dentro dos seus projetos. No presente estudo, esta foi proposta pois sua utilização, junto dos diagramas de Pareto e Ishikawa, permitiria a empresa possuir um método de resolução dos problemas. Assim que as outras ferramentas possibilitassem apontar e identificar suas causas, seria possível a elaboração um plano de ação e este, conforme fosse executado, seria verificado e corrigido.

Na situação atual dos projetos também não existe um processo de padronização dos processos. Existe uma recapitulação dos aprendizados com o projeto na etapa de encerramento porém, esta não prevê a padronização de atividades. É interessante propor à empresa a utilização do PDCA pois é uma ferramenta que além de não permitir o reaparecimento de problemas, proporcionaria uma abordagem mais minuciosa na manutenção dos seus processos.

Partindo do pressuposto que neste mercado há a necessidade de aproximação dos planejamentos com os executores das tarefas, o PDCA ainda poderia ser utilizado colaborativamente. Sendo assim, permitiria ainda mais o aumento do conhecimento dos envolvidos das atividades e processos e logo, do projeto como um todo.

4.2.9 *Kaizen*

Por mais que o *Kaizen* não tenha sido aplicado diretamente, sua filosofia estava presente em momentos do projeto na empresa analisada. Observando-o como uma filosofia, nota-se que mesmo de modo indireto seus princípios foram aplicados, até por pertencer também ao *Lean*.

O *LPS* e a forma colaborativa na qual o projeto se dá, com a envolvimento constante de diferentes áreas (gerentes de projeto, corpo técnico e executores de tarefas), mostra que o princípio do trabalho em equipe estava presente.

Os treinamentos não foram aplicados para a sistematização do *Kaizen* na empresa. Embora existissem, eram direcionados para uso das ferramentas demonstradas e dos métodos construtivos a serem empregados. Isso mostra que existe preocupação com a educação e treinamento dos colaboradores.

O gerenciamento e as melhorias *in loco* ocorreram nos planejamentos de médio e curto prazo e nas atualizações e manutenções das restrições. O comprometimento dos gerentes de projetos pode ser visto nas visitas ao local de obra, nos ajustes dos planejamentos desenvolvidos, nas interações entre os *stakeholders* e colaboradores, mas principalmente na resiliência ao aplicar treinamentos para a utilização de ferramentas até então não vistas dentro da empresa.

Ainda com o *LPS* foi possível focar nos processos e garantir que estavam andando conforme o planejado. Com a mitigação de erros, seja pelos relatórios semanais, *brainstorms* de reuniões e diagramas de Ishikawa, houve a busca por melhorias e a padronização de processos e, logo, diminuição de desperdícios.

Todos os benefícios citados acima, que seguem os princípios *Kaizen*, foram obtidos de forma indireta com a aplicação de ferramentas utilizadas na empresa e propostas por este estudo. Vale ressaltar que na literatura existem muitas citações da dificuldade de implantação desses princípios em todos os âmbitos da empresa e dos colaboradores. Entretanto, ainda que a aplicação destes princípios esteja acontecendo de forma sucinta e indireta com a utilização das ferramentas, pode-se dizer que houve melhoria com a aplicação de alguns dos princípios *Kaizen*. A

aplicação do *Kaizen* em uma escala sistemática, auxiliaria a empresa em diversos aspectos dentro de sua gestão. E devido a isto, deve estar presente no leque de ferramentas dos gerentes de projeto deste setor.

4.3 CONSIDERAÇÕES FINAIS SOBRE AS ANÁLISES

Embora as ferramentas propostas para o estudo auxiliem em determinados aspectos da gestão do projeto, cada uma terá maior ou menor impacto dentro de sua respectiva etapa de aplicação. Foi possível, a partir da análise de suas aplicações e dos dados obtidos na literatura, evidenciar a capacidade de aprimoramento do gerenciamento com os conceitos e as ferramentas observadas.

A seguir foram relacionadas individualmente cada ferramenta, e de forma resumida está ilustrada sua utilização dentro da empresa e os benefícios encontrados.

Quadro 18 - Ferramentas, as etapas de utilização na empresa e seus benefícios

FERRAMENTA	UTILIZAÇÃO NA EMPRESA	BENEFÍCIOS
<i>Last Planner System</i>	<ul style="list-style-type: none"> •O LPS é base da etapa de Planejamento, Execução e Controle da empresa, permite, de forma mais detalhada, a especificação das atividades necessárias para conclusão do projeto •Impoe a utilização de mais dois horizontes de planejamento, os de médio e curto prazo. •Descrimina o complexo inter-relacionamento e dependência das atividades. •Avalia de forma colaborativa com os responsáveis das durações, sequências e restrições das atividades previstas no cronograma para que estejam aptas a serem executadas no momento esperado pelo planejamento de comprometimento. • Avalia a confiabilidade de planejamentos de curto prazo. •Há um esforço constante para garantir que atividades estas estejam aptas a serem iniciadas. 	<ul style="list-style-type: none"> •Sua utilização aponta uma relação positiva da sua utilização como sistema de planejamento e controle da produção, comparado ao sistema anterior (sem três horizontes de planejamento). • Aproxima os executores (<i>last planners</i>) do planejamento dos projetos. •Permite um melhor fluxo de informações dentro da empresa. •Promove mais verificações de qualidade, e estas são feitas colaborativamente junto dos colaboradores. •Permite medir se os planejamentos estão sendo feitos errados ou se a equipe não executa conforme o esperado (análises de PPC e PP). •Aumenta a flexibilidade do planejamento e da equipe lidando com imprevistos e alterações de projeto. •Aumenta a utilização de ferramentas (EAP, PERT/CPM e grafico de Gantt) dentro dos projetos e as aproxima dos executores.

<p>Estrutura Analítica de Projetos</p>	<p>Na etapa de Orçamento e Projeto</p> <ul style="list-style-type: none"> •Elaboração de um planejamento de longo prazo. •Desmembramento das atividades do projeto. •Identificação das necessidades do cliente. •Estipulação do escopo, prazo e custo inicialmente previsto para uma obra. <p>Nas etapas de Planejamento, Controle e Execução:</p> <ul style="list-style-type: none"> •Devido a utilização do <i>LPS</i> é constantemente utilizada para desmembramento dos horizontes de planejamento (longo > médio > curto prazo). •Os processos devem ser separados somente até que as subdivisões permitam geri-los. Mais que isto acarretará em mais trabalho e dificuldade para controle. 	<ul style="list-style-type: none"> •Permite delimitar mais detalhadamente o projeto, seus processos. •O desmembramento dos processos em menores porções permite que o projeto seja dividido em partes gerenciáveis. •Aumento da capacidade de cumprimento das metas semanais por proporcionar melhor controle das tarefas. •Coolaborativamente (com o uso do <i>LPS</i>) aumenta o grau de conhecimento do projeto por todos.
<p>PERT/CPM</p>	<p>Na etapa de Orçamento e Projeto:</p> <ul style="list-style-type: none"> •Para formação de um planejamento de longo prazo. <p>Nas etapas de Planejamento, Controle e Execução:</p> <ul style="list-style-type: none"> •Devido a utilização do <i>LPS</i>, auxilia na transformação dos planejamentos (longo > médio > curto prazo). •É atualizado conforme é desenvolvido o projeto, retificando o cronograma. -Auxilia na elaboração de cronogramas mais precisos 	<ul style="list-style-type: none"> •Possibilita o entendimento e sequenciamento das atividades, suas restrições e possíveis interferências. •Com o estabelecimento de um caminho crítico, permite verificar quão atrasado ou adiantado está o projeto em relação ao que foi planejado. •Permite estudar quais processos a executar são críticos para adaptação do cronograma, para que esteja condizente com o prazo esperado. •Auxilia na verificação da disponibilidade e da adaptação da equipe com as modificações das datas previamente propostas no cronograma.
<p>Gráfico de Gantt</p>	<p>Na etapa de Orçamento e Projeto:</p> <ul style="list-style-type: none"> •Auxilia na elaboração de um cronograma de longo prazo. <p>Nas etapas de Planejamento, Controle e Execução:</p> <ul style="list-style-type: none"> •Devido a utilização do <i>LPS</i> os cronogramas de longo médio e curto prazo são desenvolvidos e atualizados, conforme há a execução dos planejamentos. •Os dados são visuais, sucintos e permitem o entendimento das atividades. •Evitar a inclusão de muitos dados, dificulta a visualização e o entendimento. 	<ul style="list-style-type: none"> •Permite visualizar o cronograma de forma simplificada. •Possibilita a o desenvolvimento de cronogramas •Aumenta o entendimento dos processos dentro do projeto. •Permite transpassar o grau de adiantamento ou não de uma atividade •Aumenta a capacidade da equipe de controlar o projeto, vendo-o de forma eficiente.

Matriz RACI	<p>Na etapa de Orçamento e Projeto:</p> <ul style="list-style-type: none"> •Descreve a função de cada colaborador nas atividades. •A característica de repetitivade da mão de obra e da proximidade da equipe acarreta em pouca utilização desta ferramenta dentro da empresa analisada. 	<ul style="list-style-type: none"> •A fácil visualização pelos gerentes do projeto e pelos colaboradores, de cada atividade e seu responsável. •Permite em projetos complexos rapidamente identificar os impactados com alterações de planejamento e cronograma.
Diagrama Ishikawa	<p>Utilizada em uma etapa do Planejamento, controle e execução e também de encerramento do projeto na empresa.</p> <p>Permite a identificação das possíveis origens de um problema percebido, Não é utilizado quando a causa de um problema é identificada de forma simples.</p>	<ul style="list-style-type: none"> •Possibilita a identificação de causas de problemas mais complexos, onde não é claramente visível a origem deste; •Aumenta o aprendizado da equipe com os erros cometidos. •Auxiliaria ao ciclo PDCA a observar melhor os problemas.
Diagrama Pareto	<p>Apesar de não ser utilizado na empresa ainda, ela prevê que assim que haja um número adequado de dados sobre projetos, será possível averiguar, na parte de encerramento, a taxa de ocorrência e relevância dos erros.</p>	<ul style="list-style-type: none"> •Permite uma análise sob uma distribuição de frequências isoladas e cumulativas. •Possibilita a visualização dos erros e suas ocorrências permitindo delimitar quais são significativos para a organização. •Auxiliaria ao ciclo PDCA a observar melhor os problemas. •Promove a melhoria contínua dos processos.
PDCA	<p>O PDCA não é utilizado na empresa em questão. Segundo esta, não há previsão da sua utilização.</p>	<ul style="list-style-type: none"> •Auxiliaria nas etapas de padronização de processos e manutenção do nível de controle, •Incluiria um ciclo de resolução de problemas ao repertório da empresa, permitindo melhoria de processos. •Utilizando da ferramenta colaborativamente (como prevê o LPS) aumentaria o conhecimento dos envolvidos, com os projetos.
KAIZEN (como filosofia de gerenciamento)	<p>A ferramenta/filosofia não é diretamente utilizada/implementada na empresa. Entretanto, existe semelhança nos princípios das ferramentas utilizadas no estudo.</p> <p>"Incentiva a melhoria contínua todos os dias, independentemente de sua função na empresa" (IMAI, 2006)</p>	<ul style="list-style-type: none"> •Trabalho em equipe •Eliminação de desperdícios •Gerenciamento e melhorias in loco (no local onde os processos serão executados) •Educação e treinamento dos envolvidos •Comprometimento dos gerentes de projeto •Propor e aplicar melhorias •Foco no processo •Padronização

Fonte: Autor (2022).

Objetivando apontar os princípios do *Lean Construction* que foram identificados durante a aplicação das ferramentas e com a análise de relatórios de planejamento, no quadro 18 está um quadro correlacionando ambos.

Quadro 19 – Princípios Lean Construction encontrados na aplicação das ferramentas

	Gráfico de Gantt	Matriz RACI	Estrutura Analítica de Projetos	PERT/CPM	Diagrama Ishikawa	Diagrama Pareto	Last Planner System	KAIZEN (filosofia de gerenciamento)	PDCA (MASP + Manter padronizado / padronizar)
Redução de atividades que não agregam valor	X		X	X			X	X	X
Aumento do valor para o cliente			X				X	X	X
Redução de variabilidade			X		X	X	X	X	X
Redução do tempo de ciclo			X				X	X	
Aumento da transparência dos processos	X	X	X	X			X	X	
Aumento do enfoque do controle no processo global	X		X	X			X	X	
Melhoria contínua do processo					X	X	X	X	X
Aumento da flexibilidade do resultado final							X		
Mantém um equilíbrio entre melhoria nos fluxos e conversões								X	

Fonte: Autor (2022).

As ferramentas que não foram aplicadas são analisadas sob a ótica de sua possível aplicação na empresa e das formas as quais auxiliariam na gestão de projetos.

5 CONCLUSÃO

O presente trabalho analisou ferramentas que auxiliam o planejamento e o controle da produção e a gestão de projetos em uma microempresa do mercado da Construção Civil. A pesquisa baseou-se na filosofia *Lean* e nos conceitos do gerenciamento de projetos envolvendo a aplicação de ferramentas, técnicas e princípios com o intuito de evidenciar benefícios e vantagens das suas aplicações na gestão de projetos.

Há uma demanda crescente no setor da Construção Civil por empresas que pratiquem um bom gerenciamento de projetos, com custos e prazos competitivos. A característica de alta imprevisibilidade e uma relação complexa entre atividades fazem com que a utilização apenas de um planejamento de longo prazo seja incapaz de fornecer à equipe de Engenharia o necessário para execução e controle do projeto, suas atividades e seus recursos de forma eficiente. O ambiente pouco previsível influenciará a exigência de replanejamento constante e, dessa forma, uma abordagem adaptativa no desenvolvimento dos planejamentos traz mais benefícios ao projeto.

As funções do engenheiro civil de gerir e gerenciar estão cada vez mais presentes, transformando o conceito de este executar apenas o papel de supervisor dos aspectos técnicos de obras. Somado a este fato, ambientes com poucos colaboradores, como é o caso de microempresas, propiciam a diversas competências sendo distribuídas em um número pequeno de colaboradores. Sabendo disso, pode-se concluir que na atuação dos engenheiros civis dentro de microempresas do setor será imprescindível a necessidade de gerenciar o projeto e, sendo assim, é importante que estes profissionais saibam das filosofias e ferramentas existentes para seu auxílio.

O dinamismo, variabilidade e incertezas nos processos torna o planejamento de atividades da construção mais difícil anterior à execução das tarefas. O uso de ferramentas que auxiliam as etapas de iniciação de um projeto como o gráfico de Gantt, EAP, *PERT/CPM* e de planejamento e controle contribuem para que a empresa esteja alinhada com as metas de escopo, custo e prazo. A utilização destas

permite o desenvolvimento de um planejamento de longo prazo mais assertivo e, com isso, elaboram previsões de escopos e custos dos projetos. Apesar de que sozinhas estas três ferramentas não permitem a compreensão do dinamismo e imprevisibilidade do setor, estas, aliadas ao uso do LPS, tornam possível transformar um plano menos detalhado em um mais detalhado, à medida que ocorre o desenvolvimento do projeto. Nesse sentido, o Sistema *Last Planner* prevê a elaboração de planejamentos de médio e curto prazos, garantindo as necessidades em um nível de planejamento tático e operacional. Além disso, esta ferramenta propõe a atualização semanal do cronograma dos projetos, promovendo uma melhor capacidade de adaptação quando houver a necessidade de alterá-lo.

Com a utilização do *LPS* nos processos de planejamento, controle e execução existe a produção de planos mais confiáveis se comparados a sistemas sem sua aplicação. Isso porque ocorre a validação das tarefas com os responsáveis por sua execução. Esta aproximação proposta pelo *LPS* de aproximar os executores das tarefas com os planejamentos proporciona um aumento do contato dos colaboradores com as ferramentas como EAP, PERT/CPM e gráfico de Gantt, auxiliando ainda mais o entendimento do projeto e a comunicação entre pessoas, gerando um melhor fluxo de informações entre estas.

A utilização de estratégias garantidoras de comunicação permite que as informações do projeto sejam repassadas entre os envolvidos com o projeto. Na empresa em exame, as reuniões semanais realizadas e previstas no *LPS* aumentaram a integração entre diferentes equipes. Nos projetos, grande parte da resolução dos problemas pôde ser feita pela cooperação entre equipes. A quantidade de informações transmitidas nas reuniões de planejamento e no local de obra é capaz de, em aspecto cooperativo, estabelecer atividades condizentes com a capacidade produtiva para o cumprimento dos prazos estabelecidos. A elaboração dos planejamentos junto dos colaboradores permite melhor entendimento e controle das atividades.

Ainda assim, o *LPS* propõe uma métrica para análise da confiabilidade dos planejamentos o Percentual de Planos Concluídos (PPC). A obtenção do índice Progresso do Planejamento (PP) proposto no estudo junto do PPC permite identificar

não somente a confiabilidade, mas o progresso dos planejamentos de curto prazo. O PP, como diferencial, proporciona a análise da capacidade de entrega semanal das equipes de execução das tarefas, independentemente dos atrasos e das incoerências com os planejamentos de curto prazo (semanais). E desta forma, os índices juntos permitem um melhor planejamento, controle e execução das tarefas a partir de uma melhor análise dos cronogramas desenvolvidos e do andamento das atividades.

Deve-se evitar a ocorrência de imprevistos e, para isso, convém pontuar a relevância, no horizonte de médio prazo, de gerenciar de modo adequado as restrições, designando responsáveis por sua remoção e datas-limite para isso. Nesse contexto, o uso de índices relativos à remoção de restrições dos planejamentos de médio prazo indicou para a equipe o estado do processo de preparação das atividades (análises das restrições das atividades). A utilização recorrente do índice permitiria uma melhor visualização do avanço ou não da equipe na identificação, na remoção e na atualização das restrições dos projetos.

Ainda que os dados referentes aos dois sistemas diferentes de planejamento, execução e controle da produção da empresa (com e sem a utilização do LPS) sejam poucos, expuseram informações relevantes sobre sua utilização. Por meio de tais dados, depreendeu-se que a implementação do LPS como sistema principal de planejamento e controle da execução em projetos nessa empresa refletiu uma diminuição da média de prazo adicional dos projetos em 19%.

O sistema, portanto, promove a redução de atividades que não agregam valor, a variabilidade e tempo de ciclo, aumentam o valor para o cliente, a flexibilidade do resultado final, a transparência dos processos, o enfoque do controle no processo global, e almeja a melhoria contínua dos processos, conforme previsto pelo *Lean Construction*.

O ciclo PDCA é uma ferramenta que, apesar de não ser utilizada, se mostrou interessante a partir da revisão teórica sobre o tema. Na empresa em questão, não existe uma metodologia para solução dos problemas. Apesar de identificados com o uso do Diagrama de Ishikawa, não há a definição de planos de ação e prevenção de problemas. O PDCA, além desta função, permitiria também a manutenção dos

processos, contribuindo assim para o desenvolvimento de processos padronizados e a cultura de aprimoramento destes,

Todas as ferramentas utilizadas aplicaram direta ou indiretamente parte dos princípios do *Lean Construction*. É notório que ambas as filosofias em questão, (*Lean* e *Kaizen*), só serão plenamente aplicadas quando seus princípios atingirem sistematicamente a empresa e não apenas alguns de seus processos. Do mesmo modo, quanto maior for a familiarização dos colaboradores com as ferramentas maiores serão as melhorias para a concepção, a gestão e a execução do projeto. Na empresa analisada, apesar dos colaboradores não saberem da total importância da aplicação destas ferramentas, indiretamente influenciam para uma melhor gestão do projeto. A introdução destes conceitos de forma sistemática, como visto na literatura, não é fácil. No caso em específico da empresa analisada, faltam dados confiáveis e disponíveis que comprovem estes benefícios, no entanto o *LC* e o *Kaizen*, apontam ser ferramentas que contribuem para a competitividade e excelência operacional da empresa, aumentando suas chances de prosperar no mercado.

Entre as dificuldades encontradas no desenvolvimento deste trabalho está a obtenção do conhecimento técnico para o entendimento dos sistemas construtivos e, dessa forma, para a compreensão do sequenciamento das atividades e da complexidade entre estas. Foi indispensável a presença do autor, visualizando as reuniões semanais e acompanhando os desenvolvimentos dos planejamentos, permitindo, assim, o entendimento do sistema operacional e a visualização da aplicação prática e implementação, dentro da empresa, das ferramentas propostas para o estudo.

Por fim, para estudos futuros, recomenda-se:

- Analisar a aplicabilidade das ferramentas propostas no estudo em empresas de médio e pequeno porte, dentro da Construção Civil.
- Utilizar métricas auxiliares ao PPC para análise do planejamento, conforme o Sistema *Last Planner*.
- Analisar o planejamento dos cronogramas e dos recursos (matérias-primas e mão de obra) em obras de grande porte com alto fluxo de materiais e número de contratados.

- Analisar a necessidade de habilidades interpessoais (*soft skills*) no gerenciamento das partes interessadas dos projetos em microempresas na construção civil.
- Analisar isoladamente o *Kaizen* como filosofia de gestão descrevendo sua aplicação sistemática na padronização de processos e inovação de uma empresa do setor da Construção Civil.
- Verificar quais as ferramentas e métodos de gestão de projetos são mais utilizados em micro e pequenas empresas, dentro do setor da Construção Civil, no planejamento controle e execução dos seus projetos.

REFERÊNCIAS

- ANGELIM, V. L. **Proposta de modelo para apoio à realização do planejamento de médio prazo na construção civil**. Centro de Tecnologia, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil: Estruturas e Construção Civil, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2019.
- ANGELIM, V.; ALVES, T.; LIMA, M.; NETO J. **Planejamento de médio prazo: panorama de sua aplicação na construção civil**. Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 20, n. 1, p. 87-104, jan./mar. 2020.
- ALVES, T; PIO, V. **A importância do sistema *Last planner* para a construção civil**. Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia de 2016, Brasil, Foz do Iguaçu, 2016.
- ARANTES, P.; **Lean Construction** - Filosofia e metodologias. Faculdade de Engenharia Universidade do Porto, Portugal, Porto, 2008.
- BARRAZA, M.; KERBACHE. L. **Thoughts on Kaizen and its Evolution: Three different perspectives and guiding principles**. International Journal of Lean Six Sigma, v. 2, nº 2, p. 288-306, 2011.
- BAIA, D. **Uso de ferramentas BIM para o planejamento de obras da construção civil**. Universidade de Brasília, Brasília, 2015.
- BALLARD, H.; HOWELL, G. **Shielding production: an essential step in production control**. *Journal of Construction Engineering in Management*, 1998.
- BALLARD, H. **The Last Planner System of production control**, Birmingham, University of Birmingham, Birmingham, 2000.
- BASTOS, L. *et al.* **Rede PERT/CPM como instrumento de análise do sequenciamento de projetos em uma empresa de sistemas integrados de ERP**. 21º SIMPEP, São Paulo, Bauru, 2014.
- BRUNET. A.; NEW. S. **Kaizen in Japan: an empirical study**. *International Journal of Operations & Production Management*, 2002.
- CAMPOS, V. F. **TQC: controle da qualidade total (no estilo japonês)**. Belo Horizonte: Fundação Christiano Ottoni, 1992
- CARDOSO, S. **Reformas comerciais e residências: panorama do setor e principais desafios enfrentados pelas empresas na região de Florianópolis**. Florianópolis, 2021.

CHAVES, T. **O papel do engenheiro civil como gestor de obras: Aspectos técnicos humanos e conceituais.** UFRJ, Rio de Janeiro, 2017.

COSTA, G.; RÔLA, E.; AZEVEDO, M.; NETO, J. **Abordagem sobre critérios competitivos da produção em empresas que implantaram a construção enxuta em Fortaleza.** Fortaleza, 2010.

COSTA, L. **O uso do sistema *last planner* como ferramenta para controle de produção: aplicabilidade e estudo de caso.** UFSM, Santa Maria, 2014.

COUTINHO, T. **Como funciona o pensamento enxuto e seus 5 princípios** <<https://www.voitto.com.br/blog/artigo/pensamento-enxuto>>. GRUPO VOITTO. Acesso em 04 de fev. de 2022.

CRISTOFOLINI, J. **Comparação de produtividade de mão de obra própria com mão de obra terceirizada, através do sistema *last planner* de planejamento e controle de produção - estudo de caso.** UFSC, Joinville, 2018.

DA SILVA, E; MENEZES, E. **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação.** UFSC, Florianópolis, 2005

DEPARTAMENTO INTERSINDICAL DE ESTATÍSTICA E ESTUDOS SOCIOECONÔMICOS. **Boletim Trabalho e Construção 2012.** n. 07, out. , São Paulo, 2012.

DIEHL, C, **Integração dos métodos *Critical Path* e *Last Planner System* para a gestão do projeto de edificações: Um estudo de caso.** UNIVATES, Lajeado, 2017.

DIEKMANN, J.; THRUSH, B. ***Project Control in Design Engineering.*** Construction Industry Institute, University of Texas at Austin, 1986.

DINSMORE, P. C.; SILVEIRA NETO, F. H. **Gerenciamento de projetos: como gerenciar seu projeto com qualidade, dentro do prazo e custos previstos.** 2. ed. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2013.

DOMAREDKZY, E. **Caracterização da mão de obra na construção civil em empresas de pequeno porte.** Curitiba, 2016

FAGUNDES, T. **Planejamento de Obra: Estudo de caso, edificação residencial de multipavimentos em Brasília.** Faculdade de Tecnologia e Ciências Sociais Aplicadas. Brasília, 2013.

FAIQ M. S. ***Diagnosing the Causes of Failure in the Construction Sector Using Root Cause Analysis Technique.*** Research Article, University Baghdad, 2018.

FERREIRA, D. **Planejamento e Orçamento de obra**: Roteiro e estudo de caso de elaboração de um planejamento e orçamento de obras. UFMG, Minas Gerais, 2019.

FERRI, C. **Planejamento e criação de cronograma aplicado à construção civil**. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Paraná, 2014.

FRAGA, T. Profissionais polivalentes ganham destaque no mercado de trabalho <<https://administradores.com.br/noticias/profissionais-polivalentes-ganham-destaque-no-mercado-de-trabalho>>. Acesso em 22 de out. de 2021.

GOLDMAN, P. **Introdução ao Planejamento e Controle de Custos na Construção Civil Brasileira**. PINI, 6. Ed. , São Paulo, 2014.

GRONOVICZ, M. *et al.* **Lean Office**: em uma aplicação em escritório de projetos. Revista Gestão e Conhecimento, v .7, n .1, jan/jun, p 48-74, 2013.

HALLI, W. **Scope Management through a WBS: Key to success for the Logan Expansion project**. PM Network, 1993.

HAMZEH, F. *The lean journey: implementing the last planner system in construction*. 19ª Ed. IGLC - International Group for Lean Construction Conference, Peru, Lima, 2011.

HORMAN, M.; KENLEY, R. **The application of lean production to project management**. Faculty of Architecture, Building and Planning, University of Melbourne, Australia, 1996.

KRAINER, C. W. M.; KRAINER, J. A.; IAROSINSKI NETO, A.; ROMANO, C. A. **Análise do impacto da implantação de sistemas ERP nas características organizacionais das empresas de construção civil**. Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 13, n. 3, p. 117-135, jul./set. 2013.

KOSKELA, L. **Application of the New Production Philosophy to Construction: Technical Report**. CIFE, Finland, 1992.

KOSKELA, L.; HOWELL, G. **Reforming project management**: The role of planning, execution and controlling. 9ª Ed. International Group for Lean Construction Conference, National University of Singapore, 2001.

KOSKELA, L. **An exploration towards a production theory and its application to construction**, Helsinki University of Technology, Helsinki, 2000.

LAUFER, A.; TUCKER, R., L. **Is Construction project planning really doing its job? A critical examination of focus, role and process**. Construction management and economics, n. 5, p. 243-266, 1987.

Last Planner System - Business process standard and guidelines, 2015.

LIMMER, V. **Planejamento, orçamento e controle de projetos e obras**. 1ª. ed. Rio de Janeiro: LTC, 1996

LORENZON, I. A.; MARTINS, R. A. **Discussão sobre a medição de desempenho no Lean Construction**. In: Simpósio de Engenharia de Produção, v 13., São Paulo, 1998.

MACHADO, S. **Gestão da Qualidade**. E-tec Braisil, Inhumas, Goiás, 2012.

MANI, S. **Kaizen Philosophy: A review of literature**. *The ICFAI Journal of Operations Management*, vol VIII, nº 2, 2009.

MARTINS, E. **Citação de citação segundo as regras ABNT: acabe com suas dúvidas!**. Blog PPEC, Campinas, v.4, n.1, abr. 2018.

MARCONDES, J. **PDCA - O que é? Conceitos, Metodologia de Gestão de processos**. Gestão de Segurança Privada, 2015.
<https://gestaodesegurancaprivada.com.br/pdca-o-que-e-conceito-ciclos/>, <Acesso em 02 de março de 2022>.

MARIANI, C. **Método PDCA e ferramentas da qualidade no Gerenciamento de Processos Industriais: Um estudo de caso**. Faculdade de Apucarana, Apucarana, 2007.

MATTOS, A. **Planejamento e controle de obras**, 2ª. Ed. Rio de Janeiro: LTC, 2019.

MATTOS, A. **Planejamento e controle de obras**, 1ª Ed. São Paulo. Editora Pini, 2010.

MORALEZ, R. Diretrizes para a gestão do processo de reformas de Edificações. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2019.

MOREIRA, M; BERNARDES S. **Desenvolvimento de um modelo de planejamento e controle da produção para micro e pequenas empresas da construção**. UFRGS, Porto Alegre, 2001.

MOURA, C. Avaliação do impacto do Sistema *Last Planner* no desempenho de empreendimentos da construção civil. UFRGS, Porto Alegre, 2008.

NUNES. J.; LONGO. O.; ALCOFORADO. L.; PINTO. G. **O setor da Construção Civil no Brasil e a atual crise econômica**. UFF, Rio de Janeiro, 2020.

NUNES, T ; BARBOSA, R. **Gerenciamento de riscos em projetos**: aplicação prática em um projeto da construção civil. Belo Horizonte, Revista Petra, v.2, n .2, p. 190-208, 2016.

OGLESBY, C.; PARKER, H.; HOWELL, G. **Productivity Improvement in Construction**. McGraw–Hill, New York. 588 p, 1989.

OLIVIERI, H.; GRANJA, A. D.; PICCHI, F. A. **Planejamento tradicional, Location-Based Management System e Last Planner System**: um modelo integrado. Ambiente Construído. Porto Alegre, v. 16, n. 1, p. 265-283, jan./mar. 2016.

PACANA, A; SIWIEC, D. **Improving the process of analysing the causes of problem by integrating the Ishikawa diagram and FAHP method**. *Scientific papers of Silesian University of technology*, nº 143, Poland, 2020.

PEINADO, J.; REIS, A. **Administração da Produção** : Operações Industriais e de Serviços. Centro Universitário Positivo, Curitiba, 2007.

PFÄFFENZELLER, M.S.; SILVA, G.G.M.P.; BARROS, A.L.; SHINJI, G.; SALLES, M.P.; **Lean Thinking na Construção Civil**: Estudo da Utilização de Ferramentas Lean em Diferentes Fluxos da Construção Civil. *Iberoamerican Journal of Industrial Engineering*, Florianópolis, SC, Brasil, v. 7, n. 14, 2015. p. 86-107.

PRADO, D. **PERT / CPM**. 2. ed. Belo Horizonte: INDG Tecnologia e Serviços LTDA, 2014.

Project Management Institute. **Um guia do conhecimento em gerenciamento de projetos**, GUIA PMBOK 6ª edição. 2017.

QUEIROZ, G. **Modelagem da informação da construção utilizada na coordenação de projetos de edificações**: Estudo de caso e obras de reforma. UFRJ, Rio de Janeiro, 2019.

SALEM, O. GENAIDY, A. **Site implementation and assessment of lean construction techniques**. *Lean Construction Journal*, 2005.

SANTOS, A.; POZZETTI, K.; MORAES, P.; AVELINO, C. **Utilização da ferramenta Diagrama de Pareto para auxiliar na identificação dos principais problemas nas empresas**. Araçatuba, 2020.

SANTOS, C. **A gestão do cronograma do projeto**: uma análise em empresas de engenharia civil sob a ótica do PMBOK. Caruaru, 2014.

SCHMITT, M. **Ferramenta de Gerenciamento de Projetos como Recursos de Aprendizagem**. UFRGS, Rio Grande do Sul, 2011.

SHENOY, R; ZABELLE, T. ***New Era of Project Delivery – Project as production system - PROJECT PRODUCTION INSTITUTE***, 2016.

SILVA, M. **Planejamento e controle de obras**. Salvador, 2011.

STRETTON, A. **Relating causes of project failure to an organizational strategic business framework**. PM World Journal. 2018

STRETTON, A. ***Series on organizational strategic planning and execution: Stage 1. Establish organizational strategic objectives***. PM World Journal, 2018.

TEIXEIRA, L.; CARVALHO, F. A construção civil como instrumento do desenvolvimento da economia brasileira. **Revista Paranaense de Desenvolvimento**, Curitiba, 2005.

TEIXEIRA, L.; CARVALHO, F. A construção civil como instrumento do desenvolvimento da economia brasileira. **Revista Paranaense de Desenvolvimento**, Curitiba, 2011.

VALENTE, A.; AIRES, V. **Gestão de projetos e Lean Construction: Uma abordagem prática e integrada – 1ª Ed**, Editora Appris, 2017.

VASCONCELOS, I. **Informativo Econômico 02/06/2022**. SENAI, Banco de dados – CBIC, 2022.

VASCONCELOS, I. **Informativo Econômico 03/04/2022**. SENAI, Banco de dados – CBIC, 2022.

VIEIRA, T. **Aplicação do sistema lean na construção civil e os critérios competitivos no setor**, LATEC - Laboratório de Tecnologia e Gestão de Negócios da Escola de Engenharia da UFF, Rio de Janeiro, 2015.

WILSON, J. **Gantt charts: A centenary appreciation**. Glasgow University, Escócia, 2003.

WOMACK, J.; JONES, D. **Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in your corporation**. Journal of the Operational Research Society, New York, 2003.

WOMACK, J, JONES, D. e ROOS, D. **The Machine that Changed the World: The Story of Lean Production**. Rawson Associates, New York, EUA, 1990.