

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
ESCOLA DE ENGENHARIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL**

Eduardo Maenfeld Grutcki

**PROJETO DE SISTEMA DE PRODUÇÃO PARA REFORMAS RESIDENCIAIS A
PARTIR DE ESTUDO DE CASO**

**Porto alegre
Outubro 2022**

EDUARDO MAENFELD GRUTCKI

**PROJETO DE SISTEMA DE PRODUÇÃO PARA REFORMAS RESIDENCIAIS A
PARTIR DE ESTUDO DE CASO**

Trabalho de conclusão de curso de graduação apresentado à Comissão de Graduação do Curso de Engenharia Civil da Escola de Engenharia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul como requisito parcial para a obtenção do título de Engenheiro Civil.

Orientadora: Iamara Bulhões

**Porto alegre
Outubro 2022**

EDUARDO MAENFELD GRUTCKI

**PROJETO DE SISTEMA DE PRODUÇÃO PARA
REFORMAS RESIDENCIAIS A PARTIR DE ESTUDO DE
CASO**

Este Trabalho de Diplomação foi julgado adequado como pré-requisito para a obtenção do título de ENGENHEIRO CIVIL e aprovado em sua forma final pela Banca Examinadora, pelo/a Professor/a Orientador/a e pela Comissão de Graduação do Curso de Engenharia Civil da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Porto Alegre, outubro de 2022

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dra. Iamara Rossi Bulhões (Unicamp)

Título (abreviatura) pela Instituição onde este título foi obtido
Orientador/a

Msc. Fabrício Berger Vargas (UFRGS)

Título (abreviatura) pela Instituição onde este título foi obtido

Prof. Dra. Daniela Dietz Viana (UFRGS)

Título (abreviatura) pela Instituição onde este título foi obtido

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus pais, Tanise Maenfeld Grutcki e José Luis Grutcki, por todos os ensinamentos, dedicação, amor e suporte ao longo de toda a minha trajetória pessoal e acadêmica.

À minha orientadora, Professora Dra. Iamara Bulhões, por não ter medido esforços em me auxiliar, dar atenção e transmitir conhecimentos necessários durante essa jornada, garantindo que eu pudesse cumprir minhas metas para realizar este trabalho.

Agradeço também a todos os professores e professoras que ao longo da minha trajetória na UFRGS puderam me transmitir muitos ensinamentos através dos seus ótimos desempenhos no trabalho.

Assim como a UFRGS, como instituição, que me proporcionou diversas oportunidades e experiências.

E por último, agradeço a todos meus amigos e colegas que fiz durante a graduação, que puderam me passar muitos ensinamentos.

RESUMO

Obras de reformas de pequeno e médio porte, geralmente, não possuem um processo de planejamento e controle da produção sistematizado e eficaz, e trabalham com uma margem de lucro baixa frente a tantas incertezas e competitividade. Tendo isso em vista, verificou-se a necessidade de elaborar um planejamento e utilizar ferramentas de gestão de produção e custos, a fim de aumentar o controle e, conseqüentemente, reduzir esses problemas. Sendo assim, este projeto busca, a partir do estudo de caso de uma obra de reforma de pequeno porte, que obteve baixa lucratividade, elaborar um modelo de Projeto do Sistema de Produção (PSP). O intuito é a sua aplicação em obras com características semelhantes desta mesma empresa. O PSP tem o objetivo de antecipar as tomadas de decisões relacionadas ao gerenciamento, estratégias e gestão de produção, devendo ser feito antes do início das atividades de canteiro de obra e buscando uma melhora considerável na execução da obra. O objetivo geral deste projeto é elaborar o PSP para ser utilizado nas próximas obras de reformas de pequeno porte desta empresa, com a intenção de evitar que sejam executadas outras obras pouco lucrativas ou deficitárias. O projeto foi iniciado com uma pesquisa bibliográfica sobre assuntos relacionados à gestão de projetos, PSP e Last Planner System. Após, foi realizado uma coleta de dados e análise dos resultados do estudo de caso, uma obra de reforma residencial de pequeno porte localizada em Porto Alegre/RS. Com base nos resultados obtidos a partir da análise do estudo de caso, e com reuniões com um dos sócios da empresa, foi possível elaborar um modelo genérico de PSP. Esse modelo foi alinhado e validado por esse sócio, e será usado em outras obras semelhantes. Também foram propostas ferramentas de controle de produção e custos, os planejamentos de médio e curto prazos e os mecanismos de comprometimento da mão de obra com o escopo de decisões. Vale ressaltar que o PSP não foi aplicado em nenhuma obra, visto que, depois de finalizado, não foi possível realizar o acompanhamento de uma segunda obra em todas as suas etapas.

Palavras chaves: Projeto do sistema de produção; Ferramentas de controle de produção e custos; Reforma de pequeno porte; Planejamento; PSP.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Processos do projeto.	14
Figura 2: Exemplo de CPM.....	18
Figura 3: Exemplo de gráfico de Gantt	20
Figura 4: Modelo de desenvolvimento de PSP.....	25
Figura 5: Níveis de planejamento baseados no LPS	28
Figura 6: Visualização do fluxo de execução de atividades na LOB.....	29
Figura 7: Planejamento de médio prazo	31
Figura 8: Planejamento de curto prazo.	33
Figura 9: Delineamento da pesquisa.....	35
Figura 10: Quadro social da empresa	37
Figura 11: Organograma funcional da empresa	38
Figura 12: Relação pré-obra entre empresas X e Y.....	39
Figura 13: Planta baixa de layout	40
Figura 14: Planejamento de atividades.....	43
Figura 15: Diagrama espaguete	44
Figura 16: Gráfico do desenvolvimento da obra	45
Figura 17: Indicadores de custos por macro itens	47
Figura 18: Sequenciamento de atividades	50
Figura 19: Linha de balanço	52
Figura 20: Quantidade de pessoas/dia na obra	56
Figura 21: Planejamento de médio prazo	58
Figura 22: Planejamento de curto prazo	59
Figura 23: Exemplo de logística das equipes através das prioridades.....	62

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Problemas que ocorrem com maior frequência nos projetos.....	17
Quadro 2: Formação do preço	22
Quadro 3: Influência das atividades de projeto nos objetivos de desempenho de produção.	23
Quadro 4: Orçamento discriminado	42
Quadro 5: Custos planejados x realizados.....	46
Quadro 6: número de pessoas/equipe	55
Quadro 7: Controle de custos	60
Quadro 8: Níveis de prioridades das tarefas/equipe/obra.....	61

SUMÁRIO

RESUMO	5
LISTA DE FIGURAS.....	6
LISTA DE QUADROS	7
SUMÁRIO	8
1 INTRODUÇÃO	10
1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO	10
1.2 DESCRIÇÃO DO PROBLEMA.....	12
1.3 OBJETIVOS.....	13
1.3.1 OBJETIVO GERAL	13
1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	13
1.4 LIMITAÇÕES DE PROJETO	13
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	14
2.1 GESTÃO TRADICIONAL DE PROJETOS	14
2.2 GESTÃO TRADICIONAL DE PROJETOS NA CONSTRUÇÃO CIVIL.....	17
2.2.1 CPM (CRITICAL PATH METHOD)	18
2.2.2 GRÁFICO DE GANTT.....	19
2.2.3 ORÇAMENTAÇÃO	20
2.2.4 CLASSIFICAÇÃO DE ORÇAMENTOS.....	21
2.2.5 ESTRUTURA BÁSICA DO ORÇAMENTO	21
2.3 PROJETO DO SISTEMA DE PRODUÇÃO (PSP)	23
2.4 PLANEJAMENTO E CONTROLE DA PRODUÇÃO	26
2.5 <i>LAST PLANNER SYSTEM</i>	27
2.5.1 PLANEJAMENTO MESTRE.....	28
2.5.2 PLANEJAMENTO <i>LOOK-AHEAD</i>	30
2.5.3 PLANEJAMENTO DE COMPROMETIMENTO	31
3 MÉTODO DE PESQUISA	34
3.1 DELINEAMENTO DA PESQUISA	34
3.2 DESCRIÇÃO DAS ETAPAS.....	35
3.2.1 ETAPA 1: DEFINIÇÃO DO ESCOPO DO PROJETO	35
3.3 ETAPA 2: REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	36

3.3.1	ETAPA 3: COLETA DE DADOS E ANÁLISE DO ESTUDO DE CASO	36
3.3.2	ETAPA 4: PROPOSTA DE MODELO DE PSP E FERRAMENTAS DE CONTROLE DE PRODUÇÃO E CUSTOS.....	36
3.4	DESCRIÇÃO DA EMPRESA X.....	37
3.5	DESCRIÇÃO DO EMPREENDIMENTO.....	39
4	<u>RESULTADO: ANÁLISE DO ESTUDO DE CASO</u>	41
4.1	ORÇAMENTAÇÃO.....	41
4.2	PLANEJAMENTO DE ATIVIDADES	42
4.3	FLUXOS DE MATERIAIS	44
4.4	DURAÇÃO PLANEJADA X DURAÇÃO REAL DA OBRA	45
4.5	CUSTOS PLANEJADOS X CUSTOS REALIZADOS.....	46
4.6	ANÁLISE DO ESTUDO DE CASO	46
4.7	PROBLEMAS OCORRIDOS	47
5	<u>RESULTADO: PROPOSTA DO PSP</u>	50
5.1	SEQUENCIAMENTO DE ATIVIDADES.....	50
5.2	LINHA DE BALANÇO.....	51
5.3	EQUIPES	55
5.4	PLANEJAMENTO E CONTROLE DA PRODUÇÃO.....	57
5.4.1	PLANEJAMENTO DE MÉDIO PRAZO.....	57
5.4.2	PLANEJAMENTO DE CURTO PRAZO.....	59
5.5	CONTROLE DE CUSTOS	60
5.6	MECANISMOS DE COMPROMETIMENTO ENTRE PROJETOS	61
6	<u>CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</u>	63
6.1	CONCLUSÃO	63
6.2	SUGESTÕES DE PESQUISA.....	63
7	<u>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</u>	64

1 INTRODUÇÃO

Nesse capítulo inicial, são abordados o contexto em que foi elaborado o projeto, a situação problema que motivou a sua realização, os objetivos que procuraram ser alcançados, a metodologia de pesquisa que foi aplicada e por último as limitações impostas ao projeto.

1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO

A Indústria da construção civil é mundialmente reconhecida pela sua baixa eficiência/eficácia, baixa produtividade e grande fragmentação do setor, envolvendo muitos agentes em diferentes frentes de serviço, em um mesmo empreendimento (VRIJHOEF e KOSKELA, 2005). Atualmente, muitas empresas da construção civil executam obras com prazo de entrega preestabelecido baseado nas experiências anteriores, sem a menor preocupação com um planejamento mais detalhado, sem a garantia de cumprimento do prazo preestabelecido e do orçamento (HERNANDES, 2002).

Tendo em vista o constante aumento na oferta e demanda de reformas residenciais e comerciais, e conseqüente, aumento na competitividade, a necessidade de reduzir os custos e otimizar o uso dos recursos materiais e de mão de obra se tornam cada vez mais importantes.

Esse aumento de oferta e demanda, pode ser verificado a seguir, que de acordo com uma matéria na Casa Vogue (2021) que diz que a busca por reformas residenciais saltou desde o início da pandemia e que somente entre março e maio de 2020, a procura por arquitetos avançou 112% em relação ao mesmo período de 2019, segundo um levantamento do aplicativo de serviços GetNinjas. Ainda segundo a Casa Vogue (2021) muito além de uma questão comportamental, o avanço deste mercado também está diretamente relacionado com uma série de questões econômicas que fizeram com que muitas pessoas enxergassem as reformas como um investimento.

Os dados levantados por Exame (2022) também corroboram com essas informações, quando afirma que no Brasil, as reformas residenciais saltaram 57% em 2020 e que, entre os anos de 2019 e 2021, o setor de Casa e Decoração teve um crescimento de 300% nas compras via e-commerce no país. Somente no primeiro trimestre de 2022, houve uma alta de 38% nas compras de materiais de construção no Brasil. Nesse mesmo período, as compras

aumentaram 50% nas lojas de materiais de construção, em relação ao primeiro trimestre de 2020.

Segundo Formoso (2001), devido à grande oferta imobiliária, a maior exigência por parte dos clientes, e em alguns casos, a escassez de recursos para construir, as empresas do ramo da construção civil tem como objetivo serem mais competitivas, buscando gerenciar melhor seu sistema produtivo e investindo em tecnologia, a fim de ampliar a produção e seus lucros. No caso específico do setor de construção civil, especificamente o setor de edificações residenciais, um desafio que se apresenta é a necessidade de oferecer produtos cada vez mais adequados às exigências particulares de cada um dos seus consumidores, tratando-se de um setor fortemente avaliado em termos de cumprimento de prazos e custos (ALBINO, 2005).

Com esse contexto de tantas incertezas, suposições e a busca por eficiência, as ferramentas de planejamento e controle de produção e custos têm um papel fundamental nas obras de construção civil. Essas ferramentas procuram reduzir ao máximo, ou idealmente eliminar, as divergências entre o que foi orçado/planejado e o que, de fato, é executado, sendo almejado o processo de melhoria contínua no gerenciamento do processo produtivo das obras.

Para uma melhor gestão das obras, um dos principais instrumentos é o Projeto de Sistema de Produção (PSP). O PSP cumpre um importante papel no início de qualquer esforço produtivo, tendo por objetivo discutir e traduzir a estratégia de produção desejada por meio de conjunto de decisões sobre o sistema de produção. Essas decisões formam a estrutura que irá apoiar a gestão das diferentes atividades da obra (SCHRAMM et. al., 2006).

Ultimamente tem-se trabalhado bastante com o PSP, como (RODRIGUES, 2006) e (KUNZEL, 2011), porém, notou-se que não há publicações sobre PSP em pequenas obras de reforma. Apesar dos trabalhos publicados sobre PSP, ou mesmo sobre Planejamento e Controle da Produção (PCP), poucos estudos abordam obras de pequenas reformas, sendo esta uma questão de extrema relevância no cenário da construção civil, considerando que o mercado de reformas movimentou apenas no ano de 2020, cerca de R\$115 bilhões com 16 milhões de serviços realizados (RENOVE JÁ, 2021) Além disso, as diversas empresas, de pequeno e médio porte, que atuam neste segmento, não usam sistemas formais de planejamento e controle. Frequentemente se verifica que técnicas que “sempre deram certo” e que são repetitivas para diferentes tipos de obras de reformas, não são eficientes.

1.2 DESCRIÇÃO DO PROBLEMA

Na última década, diversos autores têm apontado que a falta de planejamento pode ser considerada como uma das principais causas para a ocorrência de perdas na construção, sendo, então, importante o desenvolvimento de trabalhos que melhorem o desempenho deste processo (BERNARDES et. al., 2002).

Esses problemas de planejamento foram presenciados pelo autor do projeto, que foi estagiário por aproximadamente um ano e meio na empresa X, atuando nas áreas de orçamento, planejamento e acompanhamento de custos. Verificou-se que algumas obras foram pouco lucrativas ou deficitárias, e dessa forma, evidenciou-se a necessidade de utilização de ferramentas de controle de produção e otimização de processos já existentes.

Em função disso, esse trabalho analisa um caso de uma obra de reforma residencial, localizada em Porto Alegre/RS, que foi executada pela empresa X de engenharia, de médio porte, com sede na mesma cidade. Essa obra foi finalizada no início do ano de 2022, e verificou-se que pontos específicos e fases da obra poderiam ter sido orçados, planejados e executados de forma mais assertiva. Ressalta-se que houve uma baixa lucratividade tanto em relação ao uso de materiais, quanto de mão de obra.

A partir disso, observou-se a necessidade de elaboração de um PSP que considerasse a maior subdivisão de tarefas possíveis, a fim de evitar erros e divergências entre o planejamento e a execução. Os empreendimentos da construção devem ser entendidos como compostos por um grande número de processos, inter-relacionados, nos quais melhorias isoladas não resultam em melhorias substanciais do todo (RODRIGUES, 2006). Neste contexto, o projeto do sistema de produção (PSP) é um processo gerencial que pode contribuir para melhorar o desempenho de empreendimentos de construção, devendo anteceder a etapa de produção (RODRIGUES, 2006).

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 OBJETIVO GERAL

O objetivo geral deste trabalho é elaborar um modelo de Projeto do Sistema de Produção para obras de reformas, a partir de uma análise detalhada de uma obra. Com isso, busca-se resolver os problemas de gestão desse tipo de empreendimento, evitando que os mesmos erros ocorram em obras futuras de características semelhantes.

1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

A partir da elaboração do PSP, procura-se atingir os seguintes objetivos específicos:

- a) Propor modelo para os controles de produção;
- b) Propor modelo para os controles de custos;
- c) Criar mecanismos de comprometimento da mão de obra com os escopos de decisões.

1.4 LIMITAÇÕES DE PROJETO

As informações analisadas são referentes a apenas uma obra, como detalhado nos itens acima. Logo alguns serviços realizados em outras obras não são analisados, assim como alguns serviços muito específicos desta obra são analisados, mas não têm utilidade como regra geral para outras obras. Foi escolhida uma reforma residencial que buscasse ao máximo representar um modelo característico de obras dessa empresa.

Além disso, vale ressaltar que nesse projeto, o PSP elaborado se limita apenas à parte teórica. Dessa forma, não foi avaliada a sua utilização prática como ferramenta de controle de produção em obras de reformas residenciais.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Este capítulo faz uma breve revisão da literatura de temas relacionados ao trabalho, de modo que dê uma base de conhecimentos para o leitor e facilite sua compreensão. São apresentados conceitos e ferramentas tradicionalmente utilizados nos sistemas de produção da construção civil. Dessa forma, foram escolhidos os temas de gestão tradicional de projetos, com ênfase na parte de orçamento e sua estrutura, gestão de projetos na construção civil, PSP e o Sistema *Last Planner*.

2.1 GESTÃO TRADICIONAL DE PROJETOS

De acordo com Slack et al. (2009), projeto pode ser definido como um conjunto de atividades que tem um ponto inicial e estado final definidos, persegue uma meta definida e usa um conjunto definido de recursos.

Para Turner (1993), um projeto é um empreendimento no qual recursos humanos, materiais e financeiros são organizados de uma forma nova, para empreender um escopo único de trabalho, de especificação fixada, sob restrições de custo e tempo, tanto como para alcançar uma mudança útil definida por objetivos quantitativos e qualitativos.

Para Cândido et al. (2012), o projeto envolve cinco grupos de processos extremamente importantes para sua conclusão, semelhantes aos colocados pelo Guia PMBOK (2017, p.23), conforme mostra a Figura 1, com o “controle” em contato com os demais grupos.

Figura 1: Processos do projeto.



Fonte: Candido et. al. (2012)

Segundo o PMBOK (2017) é possível ter as seguintes definições:

- a) **Iniciação:** A iniciação é, como o próprio nome diz, a fase inicial de qualquer projeto. É nesse momento que o gestor deve analisar o projeto como uma visão macro, perceber quais são os objetivos que se quer alcançar, quais os problemas que se quer resolver, identificar as necessidades e a viabilidade. Além disso, é preciso identificar os riscos, as restrições e a autorização para dar continuidade no projeto.
- b) **Planejamento:** Nessa etapa é preciso ser mais minucioso e olhar para o micro. Essa é a fase mais importante para a conclusão do projeto, por isso, o gestor deve desenvolver todo o plano de ação, que inclui a definição do escopo, o cronograma, a definição e sequência de atividades, a estimativa de custos, os riscos que podem ter, o orçamento disponível, etc. Além das ações, é preciso definir o gerenciamento de qualidade, dos recursos humanos, das comunicações, de risco, das aquisições e das partes interessadas. É necessário também fazer a análise quantitativa e qualitativa dos riscos. O planejamento vai possibilitar que o projeto seja colocado em prática e concluído com sucesso. Então, é importante dedicar tempo e atenção a essa fase do projeto.
- c) **Execução:** Com o planejamento concluído é hora de ir para a execução do projeto. É nessa fase do projeto que tudo o que foi planejado é colocado em prática. Assim, o gestor precisa reunir a sua equipe e fazer o seu gerenciamento enquanto ela executa as tarefas. Aliado a isso, é necessário se manter fiel ao planejamento. Porém, caso surja um imprevisto, que é algo comum de se acontecer, mesmo com o planejamento bem feito, é preciso lidar com isso. Assim, será preciso colocar novas metas ou modificar um pouco o cronograma, se necessário, mas sem que isso cause um grande impacto no prazo ou resultado final. Nesse caso, também se torna necessário atualizar a alocação de recursos, a qual é preciso saber quais recursos reais foram usados até o momento e quais ainda são necessários, sendo feito principalmente através da avaliação da utilização do desempenho.
- d) **Monitoramento e Controle:** O monitoramento e o controle consistem em analisar o que está sendo produzido. Essa fase do projeto é importante para que o gestor possa acompanhar o desenvolvimento do projeto e consiga identificar qualquer situação que exija uma alteração de planos. Sendo assim, o gestor deverá focar em analisar cada

processo da execução do projeto. Por exemplo, se a equipe não está seguindo de forma exata o planejamento, o gestor precisa intervir e saber o que está acontecendo. Sendo assim, isso só é possível se ele estiver monitorando os processos. Então, é necessário controlar tudo, desde os custos até o cronograma. E não podemos esquecer de monitorar os riscos.

- e) **Encerramento:** O encerramento é a última fase de um projeto. É nessa etapa em que ele é aceito e encerrado. Além disso, é importante que o gestor reúna sua equipe e os diretores da empresa para apresentar o relatório final e as informações gerais sobre o trabalho da equipe e o projeto. Aqui também é válido dar e pedir um feedback da equipe de trabalho. Assim, você pode ajudar o outro a melhorar suas qualidades e também saber em que pontos você precisa melhorar.

Tendo em vista esses conceitos explicados acima, é notável a importância da correta elaboração de um projeto, sendo imprescindível todas as suas etapas. Um projeto implantado no local errado, com capacidade insuficiente, com um arranjo físico confuso ou desordenado, com tecnologia inadequada, ou com pessoal incapaz, tende a não satisfazer os consumidores, já que não pode desempenhar de forma eficaz e eficiente sua função (SLACK et. al., 2002).

Em um Benchmarking sobre a eficiência dos projetos, realizado em 2010, no qual participaram 460 organizações públicas e privadas de seis setores distintos: Consultoria, Engenharia & EPC (Engineering, Procurement and Construction), Governo (administração direta e indireta), Indústria, Serviços e Tecnologia da Informação (GEP, 2013).

No Quadro 1 é possível verificar os problemas que aparecem nos projetos com maior frequência. O principal item, que atinge 60,2% das empresas pesquisadas, é o não cumprimento dos prazos, algo que pode prejudicar muito uma obra, por exemplo, tendo em vista a interdependência entre as tarefas, ocasionando um efeito cascata de atrasos nos prazos. Esse item também pode ser ocasionado, ou ocasionar, outros itens descritos nesse quadro, como o ocasionar o não cumprimento do orçamento (item 5), ou ser ocasionado por recursos humanos insuficientes (item 6), por exemplo.

Quadro 1: Problemas que ocorrem com maior frequência nos projetos

Item		Organizações que citaram o item
1	Não cumprimento dos prazos	60,2%
2	Mudanças de escopo constantes	43,0%
3	Problemas de comunicação	40,1%
4	Escopo não definido adequadamente	39,5%
5	Não cumprimento do orçamento	28,3%
6	Recursos humanos insuficientes	28,3%
7	Concorrência entre o dia a dia e o projeto na utilização de recursos	27,6%
8	Riscos não avaliados corretamente	22,9%
9	Mudanças de prioridades constantes ou falta de prioridade	19,8%
10	Problemas com fornecedores	17,7%
11	Estimativas incorretas ou sem fundamento	15,6%
12	Retrabalho em função de falta de qualidade do produto	11,7%
13	Falta de definição de responsabilidades	10,2%
14	Falta de uma metodologia de apoio	7,5%
15	Falta de apoio da alta administração / <i>sponsor</i> (patrocinador)	7,3%
16	Falta de competência para gerenciar projetos	6,9%
17	Falta de uma ferramenta de apoio	6,7%
18	Falta de conhecimento técnico sobre a área de negócio da organização	2,1%

Fonte: PMI (2011).

Segundo Melhado (1994) um projeto na construção civil pode ser definido como a atividade ou serviço integrante do processo de construção, responsável pelo desenvolvimento, organização, registro e transmissão das características físicas e tecnológicas especificadas para uma obra, a serem consideradas na fase de execução. Além do mais, o projeto não pode ser compreendido apenas como ele é visto pela arquitetura ou especialidades da engenharia, mas sim como uma atividade multidisciplinar, envolvendo desde análises de marketing, análise de custos, até decisões acerca da tecnologia e do processo de produção (MELHADO, 1995).

2.2 GESTÃO TRADICIONAL DE PROJETOS NA CONSTRUÇÃO CIVIL

Segundo ARMAC (2021), a gestão tradicional de projetos de construção civil consiste na administração de todas as etapas e de todos os elementos que integram o projeto de uma obra, como o orçamento, os prazos, a mão de obra, os materiais, entre outros. A seguir, é possível verificar algumas ferramentas de planejamento e controle que são utilizados, como o CPM (Critical Path Method), gráfico de Gantt, orçamento e sua estrutura básica, projeto do sistema de produção (PSP) e planejamento e controle da produção.

2.2.1 CPM (CRITICAL PATH METHOD)

De acordo com (SLACK et. al., 2009):

À medida que a complexidade de um projeto cresce, torna-se necessário identificar o relacionamento entre as atividades. Torna-se crescentemente importante mostrar a sequência lógica na qual as atividades devem acontecer. O CPM modela o projeto, esclarecendo o relacionamento entre as atividades.

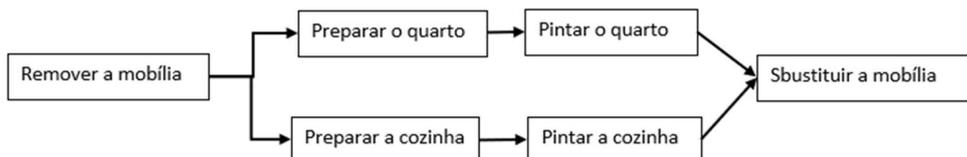
[...]

Em todos os diagramas de rede em que as atividades têm algum tipo de relacionamento paralelo, haverá mais de uma sequência de atividades que levam do início ao final do projeto. Essas sequências de atividades são chamadas de caminhos ao longo da rede. Cada caminho terá uma duração total, que é a soma das durações de suas atividades. O caminho que contém a sequência mais longa de atividade é chamado de caminho crítico da rede. É chamado de caminho crítico porque qualquer atraso em qualquer atividade neste caminho atrasará o projeto todo.

Isso que foi definido pelo autor pode ser exemplificado pela Figura 2.

Figura 2: Exemplo de CPM

Item	Atividade	Predecessora imediata	Duração da atividade (em dias)
a	Remover a mobília	Nenhuma	1
b	Preparar o quarto	a	2
c	Pintar o quarto	b	3
d	Preparar a cozinha	a	1
e	Pintar a cozinha	d	2
f	Substituir a mobília	c, e	1



Fonte: Adaptado de Slack *et al.* (2009).

Na Figura 2 é possível compreender, de forma mais exemplificada, o que foi definido pelos mesmos autores. Após a remoção da mobília, que dura 1 dia, é possível executar, de forma paralela a preparação do quarto e pintura do quarto e a preparação da cozinha e pintura da cozinha. Após a finalização de ambos, as mobílias podem ser substituídas. Nesse exemplo, o caminho crítico ocorre através dos itens abcf.

2.2.2 GRÁFICO DE GANTT

De acordo com (SLACK; CHAMBERS; JOHNSTON, 2009):

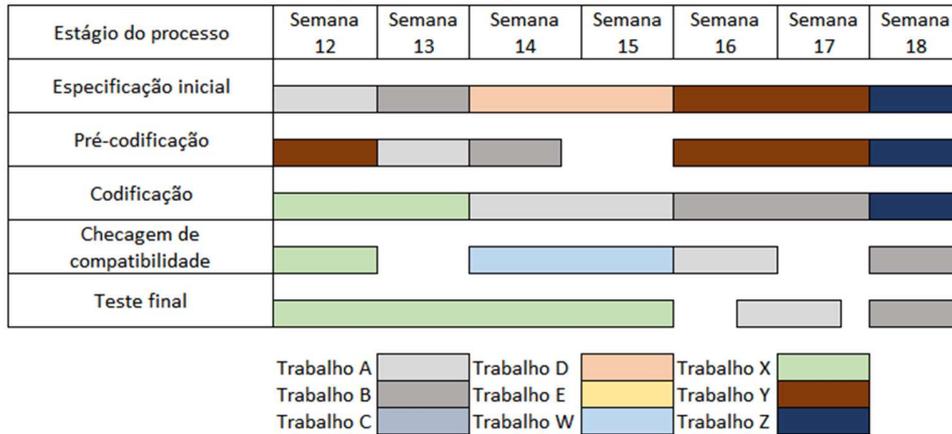
O método de programação mais comumente usado é o do gráfico de Gantt. Um gráfico de Gantt é uma ferramenta simples, que representa o tempo como uma barra num gráfico. Frequentemente, os gráficos são feitos de canaletas de plástico longas, dentro das quais podem ser colocados pedaços de papel para indicar o que está acontecendo com o trabalho ou com o centro de trabalho. Os tempos de início e fim de atividades podem ser indicados no gráfico e, algumas vezes, o progresso real do trabalho também é indicado no mesmo gráfico. As vantagens dos gráficos de Gantt são que eles proporcionam uma representação visual simples do que deveria e do que está realmente acontecendo na operação.

[...]

O gráfico de Gantt não é uma ferramenta de otimização. Ele simplesmente facilita o desenvolvimento de programações alternativas por meio de comunicação eficaz.

Na Figura 3 é possível verificar um exemplo de aplicação de gráfico de Gantt.

Figura 3: Exemplo de gráfico de Gantt



Fonte: Adaptado de Slack *et al.* (2009).

Na Figura 3 é possível observar os trabalhos a serem executados, mostrados na legenda na parte inferior, organizados em estágios do processo. Os trabalhos foram colocados em gráficos de barras que, como já dito anteriormente, representam a duração das atividades e dispostos ao longo de 7 semanas (semana 12 a semana 18).

2.2.3 ORÇAMENTAÇÃO

Antes de iniciar a execução do empreendimento, ou de um projeto, é de extrema importância a realização de um orçamento. De acordo com o SINAPI (2015, p.6), pode-se definir o orçamento como "Identificação, descrição, quantificação, análise e valoração de mão de obra, equipamentos, materiais, custos financeiros, impostos, riscos e margem de lucro desejada para adequada previsão do preço final de um empreendimento". Baeta (2012) define o orçamento como a previsão de custos, considerada a remuneração do construtor, para a oferta de um preço, onde:

- a) Custo é tudo aquilo que onera o construtor; representa o gasto envolvido na produção, ou seja, todos os insumos da obra, assim como toda a infraestrutura necessária para a produção;
- b) Preço é o valor final pago ao contratado pelo contratante; é o custo acrescido do lucro e despesas indiretas.

2.2.4 CLASSIFICAÇÃO DE ORÇAMENTOS

Para este trabalho, vale ressaltar os tipos de orçamentos, que são definidos pelo SINAPI (2015, p.7):

- Estimativa de Custo: Avaliação expedita com base em custos históricos e comparação com projetos similares. Pode-se, inclusive, adotar índices específicos conhecidos no mercado, como o CUB (NBR 12.721/06), ou o custo por MW de potência instalada ou ainda, o custo por km de rodovia construída. Utilizada nas etapas iniciais do empreendimento, para avaliar a viabilidade econômica do projeto básico e viabilidade da obra. É o orçamento utilizado na fase de Estudo Preliminar.
- Orçamento Preliminar: Mais detalhado do que a estimativa de custos, pressupõe o levantamento de quantidades dos serviços mais expressivos e requer pesquisa de preços dos principais insumos. Seu grau de incerteza é menor que o da estimativa de custos.
- Orçamento Discriminado ou Detalhado Elaborado com composições de custos e extensa pesquisa de preços dos insumos. Procura chegar a um valor bem próximo do custo “real”, com reduzida margem de incerteza. Feito a partir de especificações detalhadas e composições de custo específicas. Depende da existência de projetos detalhados e especificações em nível suficiente para o levantamento preciso de quantitativos e para o entendimento da logística de apoio necessária à produção.”

2.2.5 ESTRUTURA BÁSICA DO ORÇAMENTO

Para compreender a estrutura básica do orçamento, o SINAPI (2015, p.9) apresenta as seguintes definições:

- a) Custos Diretos: são o resultado da soma de todos os custos dos serviços necessários para a execução física da obra, obtidos pelo produto das quantidades de insumos empregados nos serviços, associados às respectivas unidades e coeficientes de consumo, pelos seus respectivos preços de mercado. Nestes custos estão os materiais, mão de obra – acrescida dos Encargos Sociais cabíveis, equipamentos e os Encargos

Complementares: EPI's, transporte, alimentação, ferramentas, exames médicos obrigatórios e seguros de vida em grupo.

- b) Custos Indiretos: são o custo da logística, infraestrutura e gestão necessária para a realização da obra. Corresponde à soma dos custos dos serviços auxiliares e de apoio à obra, para possibilitar a sua execução. Englobam os custos previstos para a administração local, mobilização e desmobilização, canteiro e acampamento e Seguros.
- c) Despesas Indiretas: são despesas decorrentes da atividade empresarial que incidem de forma percentual sobre os custos da obra. Trata-se de recursos destinados ao pagamento de tributos; ao rateio dos custos da administração central; à remuneração ao construtor pela assunção de riscos do empreendimento; e à compensação de despesas financeiras ocasionadas pelo intervalo decorrido entre gasto, medição e recebimento.
- d) Lucro ou Bonificação: é a parcela destinada à remuneração da empresa pelo desenvolvimento de sua atividade econômica. Em conjunto com as Despesas Indiretas formam o BDI (LDI).

No Quadro 2 é possível verificar o que está incluso na formação do preço, o que abrange os custos diretos e indiretos, assim como o que faz parte do BDI, como despesa ou como bonificação. De acordo com esse quadro, os custos se referem a obra, e o BDI se refere a sede.

Quadro 2: Formação do preço

PREÇO			
CUSTO		BDI	
DIRETO	INDIRETO	DESPESA	BONIFICAÇÃO
Materiais Mão de Obra Equipamentos Ferramentas E.P.I. Construção de canteiro Outros	RH Gestão Técnica RH Administrativo Manutenção de Canteiro Veículos Mobilização Outros	Tributos Despesas Financeiras Risco Adm Central Outros	Lucro
OBRA		SEDE	
EMPRESA			

Fonte: SINAPI (2015, p.11)

2.3 PROJETO DO SISTEMA DE PRODUÇÃO (PSP)

O PSP pode ser definido como um processo de formulação e análise de diferentes alternativas de estruturação e organização dos processos que constituem o sistema de produção do empreendimento, sendo necessário negociar as principais interdependências e necessidades de fornecedores e subcontratados (SCHRAMM e FORMOSO, 2015).

O PSP integra as diversas informações que envolvem um projeto e busca alinhá-las. Desta forma, ele se estende desde a organização global e interesses da empresa/cliente, até as operações, definindo os papéis de cada agente nos processos envolvidos. Difere dos processos tradicionais, que são focados em dividir o trabalho sem a visão holística do projeto e da interdependência entre estas partes (DURANTE, 2016).

O projeto do sistema de produção é uma atividade de gestão de operações que deve ser realizada antecipadamente em relação ao início das atividades de produção. Quanto maior a sobreposição temporal entre as atividades de projeto do produto e de projeto do sistema de produção, maiores serão as oportunidades para a redução da parcela de atividades que não agregam valor no sistema de produção (SCHRAMM, 2004).

No Quadro 3 é possível verificar uma comparação entre a influência do projeto do produto e a influência do projeto do sistema de produção para os objetivos de qualidade, rapidez, confiabilidade, flexibilidade e custo. Nessa comparação, é possível notar que as influências dos dois tipos de projetos são complementares, melhorando juntos os resultados obtidos.

Quadro 3: Influência das atividades de projeto nos objetivos de desempenho de produção.

Objetivo	Influência do Projeto do Produto	Influência do Projeto do Sistema de Produção
Qualidade	Pode eliminar falhas potenciais e aspectos "propensos a erro" do produto	Pode prover os recursos adequados que são capazes de produzir o produto conforme suas especificações de projeto
Rapidez	Pode especificar produtos que podem ser produzidos rapidamente (e.g. utilizando princípios de projeto modular)	Pode movimentar materiais e informações através de cada estágio do processo sem demoras
Confiabilidade	Pode ajudar a tornar cada estágio do processo previsível ao exigir processos padronizados	Pode fornecer tecnologia e pessoal que são intrinsecamente confiáveis
Flexibilidade	Pode permitir variações que possibilitem oferecer uma gama de produtos aos consumidores	Pode prover recursos que podem ser modificados rapidamente de forma a criar um gama de produtos
Custo	Pode reduzir custos de cada componente ou os custo de combiná-las	Pode assegurar alta utilização de recursos e, portanto, processos eficientes e de baixo custo

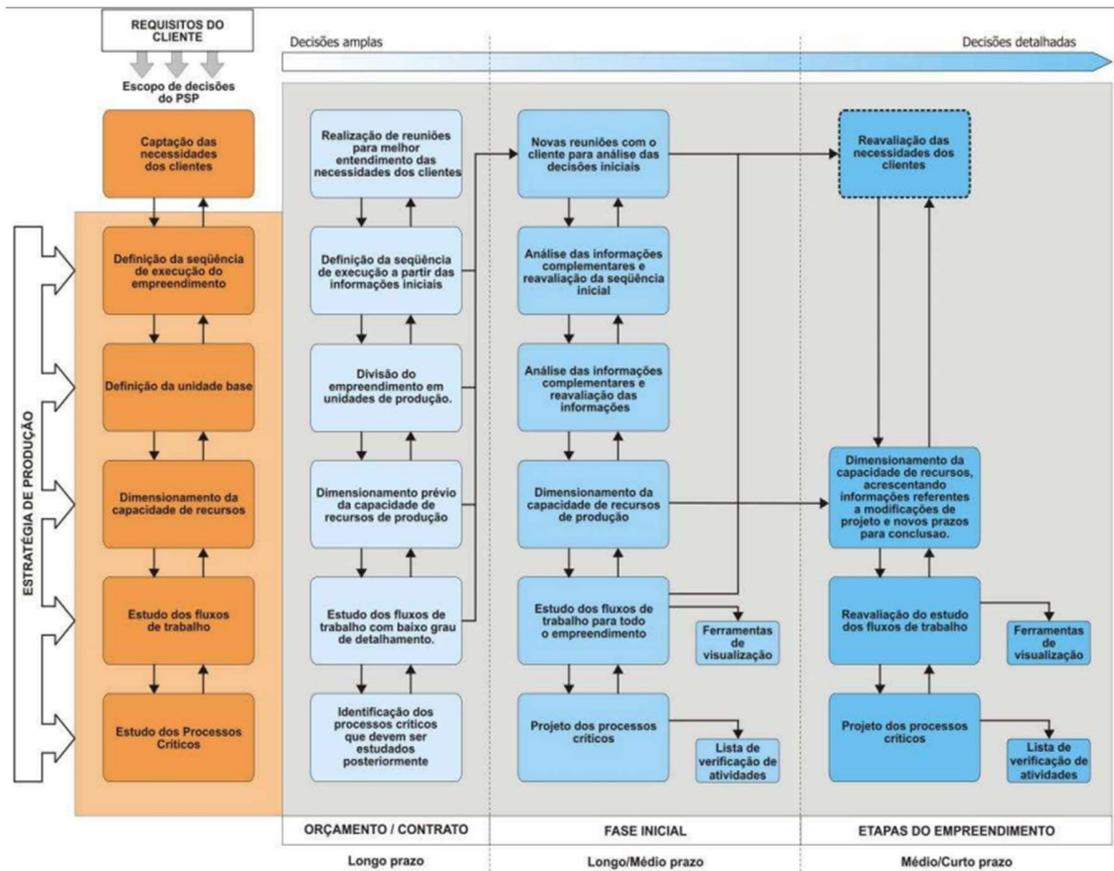
Fonte: Adaptado de Slack et. al. (2009).

Para desenvolver um PSP, qualquer que seja o setor produtivo, deve-se considerar alguns fatores que caracterizam a natureza dos sistemas de produção e que contribuem para o aumento de sua complexidade, como a variabilidade, a incerteza, a interdependência e a interconectividade (GIDADO, 1996; ROBINSON, 2003).

De acordo com o modelo de PSP, para obras repetitivas, de Schramm (2004), é possível dividir o empreendimento em unidades-base iguais. Dentro do planejamento para cada unidade-base, é necessário definir a sequência de execução, elaborar o pré-dimensionamento da capacidade dos recursos de produção e realizar o estudo dos fluxos de trabalho. Com essas definições finalizadas, define-se o que é necessário para o empreendimento, como definição da estratégia de execução, estudo dos fluxos de trabalho, dimensionamento da capacidade dos recursos de produção e identificação e projeto de processos críticos. Vale ressaltar que esse processo é iterativo e todos os itens, tanto da unidade-base, quanto do empreendimento, podem ser modificados, sendo revisados e redefinidos de acordo com as alterações necessárias. Esse modelo é muito útil para obras repetitivas, como um prédio com apartamentos tipo, por exemplo.

Na Figura 4 é possível verificar o modelo de desenvolvimento do PSP para projetos complexos, proposto por Rodrigues (2006). Este modelo é de extrema importância no estudo de caso realizado nesse trabalho, pois foi desenvolvido para projetos não repetitivos e com elevado número de elementos diferentes que o constituem.

Figura 4: Modelo de desenvolvimento de PSP.



Fonte: Rodrigues (2006).

No PSP proposto por Rodrigues (2006), assim como no modelo proposto por Schramm (2004), mostrado anteriormente, nos empreendimentos complexos as decisões não são tomadas de forma linear, sendo que as modificações em uma das etapas podem levar modificações em outras etapas.

O escopo de decisões do PSP é organizado através de uma estratégia de produção, vinculando as decisões mais amplas até as mais detalhadas, através de um processo iterativo de longo, médio e curto prazos. A estratégia de produção é iniciada com a captação das necessidades dos clientes. Após isso, devem ser definidas a sequência da execução do empreendimento e definição da unidade-base, dimensionamento da capacidade de recursos, estudo dos fluxos de trabalho e estudo dos processos críticos. Esse “pacote” de estratégia de produção vai sendo cada vez mais detalhado, na medida em que os planejamentos avançam.

Para as decisões mais amplas, durante as fases de orçamento e contratação, é muito importante o contato com o cliente, sendo adequada a realização de reuniões para o melhor entendimento das necessidades deles e com isso, poder desempenhar as etapas seguintes com maior eficiência. A partir desse item é possível saber o que e como os serviços precisam ser feitos. Com essas informações iniciais, é possível definir com clareza a sequência de execução, dividir o empreendimento em unidades de produção, dimensionar a capacidade de recursos de produção, elaborar o estudo dos fluxos de trabalho com baixo grau de detalhamento e identificar os processos críticos. Essas etapas são mais superficiais, sendo um planejamento de longo prazo.

Para as decisões um pouco mais detalhadas, na fase inicial, esses itens descritos anteriormente são mais desenvolvidos. São realizadas novas reuniões com o cliente para avaliar as decisões iniciais, e a partir disso, o restante dos itens são reavaliados. Caso haja necessidade, devem ser feitas alterações. Nessa fase de longo/médio prazo, é importante utilizar uma ferramenta de visualização dos fluxos de trabalho e elaborar uma lista de verificação de atividades no projeto de processos críticos.

Na fase de médio/curto prazo, onde estão sendo definidas as decisões mais detalhadas, as necessidades do cliente são reavaliadas, e, conseqüentemente, o restante dos itens também. Com essa última atualização do “pacote” de estratégia de produção, o PSP de Rodrigues (2006) é finalizado.

O PSP tem como produto a estratégia da obra que origina o plano de longo prazo. Dessa forma, para fazer a conexão entre as diferentes fases do PSP, que é finalizado antes da obra começar, pode-se implementar o PSP através de um processo de planejamento e controle de produção. Esse planejamento é dividido em longo, médio e curto prazos, a fim de gradativamente ir aumentando o detalhamento, podendo ser usado o Sistema *Last Planner*.

2.4 PLANEJAMENTO E CONTROLE DA PRODUÇÃO

De acordo com (SLACK et.al., 2009):

Planejamento e controle diz a respeito à conciliação entre o que o mercado requer e o que as operações podem fornecer. As atividades

de planejamento e controle proporcionam os sistemas, procedimentos e decisões que juntam diferentes aspectos da oferta e da demanda.

Os autores ainda complementam que a distinção entre planejamento e controle não é clara, mas há algumas características que nos permitem fazer a distinção. Planejamento é a formalização do que se pretende que aconteça em determinado momento no futuro, é a declaração de intenção de que aconteça. Controle é o processo de lidar com as variações que podem ocorrer entre o planejamento e o que realmente acontece.

Para Formoso (2001):

Existem duas formas de proteger a produção da incerteza e variabilidade. A primeira é através da hierarquização do processo de planejamento, na qual algumas decisões são adiadas até que se tenha mais informações sobre a disponibilidade ou não de determinados recursos. Neste caso, programa-se a utilização de recursos, sejam eles, financeiros, físicos, (materiais, equipamentos, mão de obra) ou espaço somente quando eles já estão devidamente comprometidos. A outra forma de evitar problemas desta natureza é alocar os recursos redundantemente. Ou seja, se necessário, pode haver a alocação de recursos acima do mínimo necessário (por exemplo, equipamentos cuja quebra tem um impacto muito negativo na produção). Perde-se em eficiência, mas ganha-se em confiabilidade, o que pode tornar a operação envolvida probabilisticamente mais econômica.

A seguir, podemos ver uma ferramenta extremamente importante de hierarquização do processo de planejamento, citado acima pelo autor.

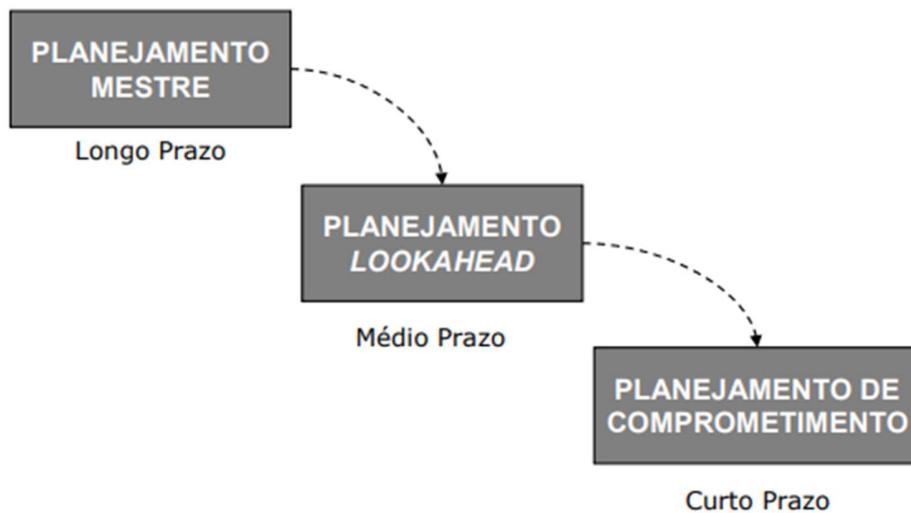
2.5 LAST PLANNER SYSTEM

No *Last Planner System* (LPS), existe uma hierarquização do processo de planejamento, para evitar o detalhamento excessivo dos planos nas etapas iniciais do empreendimento. No LPS,

o planejamento e controle da produção (PCP) normalmente é dividido entre 3 níveis: Planejamento de longo prazo (plano mestre), planejamento de médio prazo (look-ahead) e planejamento de curto prazo (plano de comprometimento).

Na Figura 5 é possível ver de forma mais clara a relação entre os diferentes níveis de planejamentos.

Figura 5: Níveis de planejamento baseados no LPS



Fonte: Ballard e Howell (1998 *apud* MOURA 2008)

Na Figura 5, pode-se verificar o processo de hierarquização entre os níveis de planejamento, que têm suas decisões mais detalhadas gradativamente. Assim como é possível verificar que com o LPS, novos planejamentos, ou detalhamentos de planejamentos iniciais, são gerados de forma participativa entre os colaboradores envolvidos, à medida que são obtidas informações adicionais sobre os objetivos do empreendimento ou sobre o status do sistema de produção (MOURA e FORMOSO, 2010).

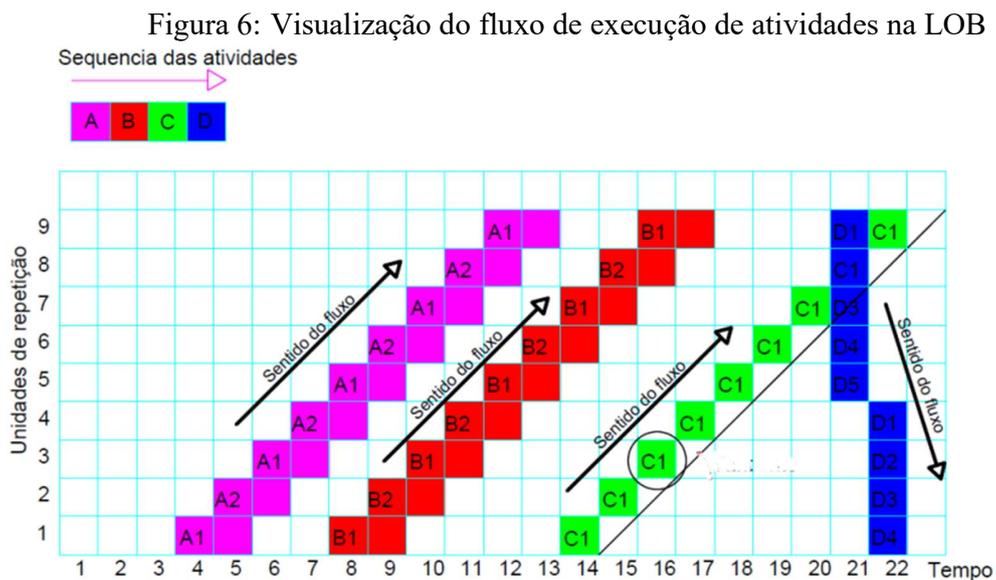
2.5.1 PLANEJAMENTO MESTRE

Na maioria dos empreendimentos de construção civil, é realizado um planejamento mestre, referente a toda fase de construção. Esses planos servem para muitos propósitos, desde a coordenação de algumas atividades no longo prazo, a projeção de gastos e desembolso. Esses planos não devem ser muito detalhados, devido à falta de informações sobre as reais durações

e entregas. O planejamento mestre deve estabelecer alguns objetivos e restrições que norteiam o empreendimento como um todo (BALLARD, 2000).

Uma ferramenta muito utilizada nessa etapa do planejamento é a linha de balanço (LOB), que representa as atividades sendo executadas nas diversas unidades repetitivas das obras (pavimento, apartamento e ambientes, por exemplo) em relação a unidades de tempo, preservando constante a taxa de saída ou produção por unidade de tempo (SARRAJ, 1990). O balanceamento adequado das atividades na LOB assegura a continuidade dos serviços, sincronismo, apropriado tempo de folga, redução da variabilidade com melhor utilização dos recursos e mão de obra, maior garantia do prazo de finalização da obra, além de aumento da transparência do processo (DEPEXE et.al., 2006).

Pode-se observar na Figura 6 um exemplo de linha de balanço de um empreendimento.



Fonte: Adaptado de Moura e Heineck, 2014

A partir dessa figura, é possível visualizar melhor o que foi definido anteriormente. Pode-se entender, por exemplo, que a atividade A, dividida em 2 equipes (A1 e A2), é executada nas 9 unidades de repetição, com sentido de fluxo linear e duração de 2 dias.

2.5.2 PLANEJAMENTO *LOOK-AHEAD*

O planejamento de médio prazo (Figura 5) constitui-se no segundo nível de planejamento. Formoso (1999) considera esse nível como tático, com a função de fazer a vinculação entre o plano mestre e os planos operacionais. Nesse nível, o planejamento tende a ser móvel, por essa razão denominado de *Look ahead planning* (“planejamento olhado para frente”). Em relação ao caráter móvel desse planejamento, deve-se ao fato de que, a cada 1 ou 2 semanas, o planejamento é revisado de acordo com o que está sendo realizado de fato, e caso necessário, são inclusas novas atividades e novos períodos temporais no horizonte de planejamento em questão.

Para Formoso (1999) as atividades definidas no plano mestre são detalhadas e segmentadas nos lotes em que deverão ser executados, de acordo com o zoneamento estabelecido. A soma das durações de cada grupo de atividades do médio prazo, devem atender as datas marco definidas no planejamento de longo prazo (COELHO, 2004).

Para Coelho (2004) o planejamento de médio prazo é elaborado para permitir que o gerente possa identificar e selecionar a partir do plano de longo prazo quais trabalhos deverão ser executados nas semanas seguintes. Após a determinação de quais atividades serão executadas, cabe ao gerente tomar as providências necessárias para que essas atividades realmente possam ser executadas.

Neste nível de planejamento ocorre uma das principais etapas de proteção da produção previsto no sistema de controle *Last Planner*: a análise das restrições. As restrições são os limitantes da execução de determinada atividade. Podem ser restrições de materiais, mão de obra, equipamentos, projetos, espaços, entre outras.

A partir da remoção das restrições, são liberados pacotes de trabalhos executáveis. Esses pacotes são executáveis por não possuírem nenhum tipo de restrição a sua execução, estando liberados, portanto, para serem inseridos no planejamento de curto prazo (BALLARD e HOWELL, 1997).

Na Figura 7 está apresentada uma planilha com um exemplo de um planejamento de médio prazo. É possível verificar as atividades de forma mais detalhada que o planejamento de

longo prazo, as datas que estão previstas para acontecer, as restrições e os responsáveis pela remoção das restrições.

Figura 7: Planejamento de médio prazo

Empresa X		Planejamento de Médio Prazo						Obra: F	Engenheiro de obra:	Assistente técnico:	Técnico Administrativo: TA						
		Análise de restrições						Período: Março a maio	Gerente Geral Obras:	Estagiários: E							
Atividades	Cronograma						Data de início	Data limite p/ remoção de restrições	Restrições/Responsável								
	Abril		Maio		Junho				Material	Mão de obra	Equip.	Projeto	Espaço	Outras	OK		
Área interna	1	2	3	4	1	2	3	4									
1 Radier																	
2 Conclusão da terraplanagem								Definir									Definir
3 Muro (refazer)																	
4 Alvenaria inferior																	
5 Laje superior																	
6 Alvenaria superior																	
7 Laje cobertura																	
8 Escada (fabricação)																	
9 Escada (montagem)																	
10 Distribuição hidráulica																	
11 Impermeabilização (banheiros superiores)																	
12 Contrapiso inferior																	
13 Contrapiso superior																	
14 Distribuição GLP								16/abr	13/abr	Contratar GGDC	Contratar GGDC						
15 Boneca																	
16 Chapisco interno																	
17 Taliscamento																	
18 Reboco interno																	
19 Batente inferior																	
20 Batente superior																	
21 Contramarco								Definir	Definir	Contratar EO	Contratar EO						
22 Entiação																	
23 Gesso								16/abr	13/abr		Aprovação do contrato AT						
24 Bancada								07/mai	04/mai	Contratar	Contratar						Detalhes AT
25 Cerâmica interna								14/mai	11/mai	Comprar E e TA							
26 Charrasqueira (montagem)																	
27 Gradil de sacada/escada								03/abr	02/abr	Chegar TA							
28 Chapisco externo																	
29 Reboco externo																	
30 Telhado								23/abr	20/abr	Contratar GGDC	Contratar GGDC						
31 Gail								23/abr	20/abr	Comprar E, TA, AT	Contratar GGDC, EO	Locar					

Fonte: Autor

2.5.3 PLANEJAMENTO DE COMPROMETIMENTO

Segundo Formoso (1999), o planejamento de curto prazo tem o papel de orientar diretamente a execução da obra. Em geral, é realizado em ciclos semanais, sendo caracterizado pela atribuição de recursos físicos (mão de obra, equipamentos e ferramentas) às atividades programadas no plano de médio prazo, bem como o fracionamento dessas atividades em lotes menores, que são designados por tarefas ou pacotes de trabalho.

Ainda segundo o autor, o planejamento nesse nível deve ter forte ênfase no engajamento da equipe com as metas estabelecidas, por isso é denominado de planejamento de comprometimento. Tal engajamento pode ser obtido através da realização de reuniões semanais, as quais ocorrem na própria obra, contando, em geral, com a participação do gerente da obra, mestre de obras, subempreiteiros e líderes de equipe. Essas reuniões fecham o ciclo de planejamento e controle através da avaliação das equipes de produção quanto ao cumprimento das metas no período anterior.

Duas importantes avaliações podem ser realizadas através da aplicação do planejamento de curto prazo. A primeira é o PPC (porcentagem da programação concluída), que é a relação entre o número total de tarefas concluídas completamente na semana em relação ao número total de tarefas programadas. Esse indicador avalia a eficácia do planejamento de curto prazo. Segundo Ballard e Howell (1997 apud MOURA, 2008), esse indicador é também uma medida de confiabilidade, uma vez que mede o grau com que estão sendo incluídas no plano de curto prazo tarefas confiáveis, ou seja, que atendem os requisitos de qualidade e têm grande probabilidade de serem concluídas.

Para Formoso (1999) a segunda avaliação se refere a identificação das causas do não cumprimento das metas estabelecidas, as quais são registradas numa coluna da planilha. Após os ciclos de planejamento, pode-se gerar gráficos apresentando as principais causas que podem retroalimentar todo o processo de planejamento e controle.

Na Figura 8 é possível visualizar um exemplo de uma planilha com um planejamento de curto prazo. Nesse planejamento, está informando a equipe responsável por executar o serviço, a data de início e fim e a relação entre o que era planejado e o que foi executado.

Figura 8: Planejamento de curto prazo.

		PLANEJAMENTO SEMANAL Planejamento x Execução		Class. Responsável Gerente: Responsável Engº: Responsável Mestre: Responsável		Período 11							FM111.02		
						20/9/2006							26/9/2006		
						PPC = soma 100%							1ª Semana 12/7/2006		
						total itens							Data: 23/5/2006		
Equipe	Visto	Pacote de Trabalho	Início	Fim	Nº de	20	21	22	23	24	25	26	27	% Exec	Problema
		NOME DA OBRA	20-set	26-set											
1	Empreiteiro A	Desforma das vigas e sapatas M1, M2 e M3 - Interno	20-set	20-set	0 P 0 E	x	x	x	x	2	x	x	x	100 %	
2	Empreiteiro A	Impermeabilização das vigas e sapatas Internas	21-set	22-set	0 P 0 E		1	1						100 %	
3	Empreiteiro A	Forma e Armadura das bases de Ar Condicionado AC1 e AC2	22-set	22-set	0 P 0 E			4					2	100 %	
4	Empreiteiro A	Forma Piso dos Sanitários e Copa	21-set	21-set	0 P 0 E		2							100 %	
5	Empreiteiro A	Concreto das Bases AC1 e AC2	23-set	23-set	0 P 0 E				4				x	100 %	
6	Empreiteiro A	Concreto do Piso dos Sanitários e Copa	23-set	23-set	1 P 1 E					x				100 %	
7	Empreiteiro B	Montagem dos Pilares M1, M2 e M3	20-set	21-set	0 P 0 E	4	4							100 %	
8	Empreiteiro B	Montagem das tesouras M1, M2 e M3	21-set	21-set	1 P 0 E		x	4	4					100 %	
9	Empreiteiro B	Colocação das terças de cobertura, corniéis e frantes	21-set	25-set	3 P 3 E		x	x	x	4	4	4	2	50 %	5.3
10	Empreiteiro B	Instalação dos suportes para fixação do cabo-vida	26-set	26-set	1 P 0 E								x	0 %	5.3
11	Empreiteiro B	Colocação das telhas de cobertura M1	26-set	26-set	0 P 0 E								4	0 %	5.3
12	Empreiteiro C	Colocação da tubulação de esgoto sanitário / copa	21-set	22-set	0 P 0 E		3	3						100 %	
13	Empreiteiro C	Execução da tubulação principal de esgoto e água potável	21-set	23-set	2 P 2 E		x	x	3					100 %	
14	Empreiteiro C	Colocação dos kanaflex no piso (Alimentação do Painel de Energia / IDF / Auto-Trafo)	21-set	21-set	0 P 0 E		2							100 %	
15	Empreiteiro D	Regularização do piso M1, M2 e M3	20-set	20-set	0 P 0 E		R							100 %	
16	Empreiteiro D	Compactação da sub-base - área do piso	21-set	21-set	0 P 0 E		R						R	100 %	
17	Empreiteiro D	Colocação de Brita e Compactação - área do piso	21-set	22-set	1 P 0 E		x	R						0 %	8.2
18	Empreiteiro D	Aterro Estacionamento 1/4 da área - lado noroeste 2/2	20-set	26-set	0 P 0 E	T	T	T				T	T	75 %	8.2
19	Empreiteiro E	Colocação de Armadura no Piso M3 e M2 1/2	25-set	25-set	0 P 0 E								10	0 %	5.3
20	Empreiteiro E	Concreto do piso M3 e M2 1/2	26-set	26-set	0 P 0 E								10	0 %	5.3
		PLANEJADO		TOTAL		10	12	12	11	4	14	14			
		EXECUTADO		Empresa		0	0	0	0	0	0	0	0		
				TERCEIROS		10	12	12	11	4	14	14			
				Empresa		0	0	0	0	0	0	0	0		
				TERCEIROS		10	12	12	11	4	14	14			

Fonte: MOURA (2008)

3 MÉTODO DE PESQUISA

O trabalho adota como método de trabalho o estudo de caso, que de acordo com Yin (2001), se trata de uma investigação empírica que analisa um fenômeno contemporâneo dentro do seu contexto na vida real. O autor apresenta a ideia de que a adoção do estudo de caso é adequada quando são propostas questões de pesquisa do tipo “como” e “por que”. A questão de pesquisa proposta neste estudo é compreender como o PSP permite antecipar decisões de planejamento a fim de melhorar a eficiência da obra e trazer impactos positivos no custo. Isso foi feito a partir da coleta e análise de dados do estudo de caso, compreendendo por que houve uma baixa lucratividade, e, dessa forma, a partir do PSP, elaborar um planejamento de longo prazo, que funcione em conjunto com os planejamentos de médio e curto prazos, utilizando ferramentas de controle de produção e custos.

Neste capítulo é apresentado e desenvolvido o processo de pesquisa utilizado. Inicialmente é apresentado o delineamento da pesquisa, de forma que apresente as etapas do método, e em seguida as descrições detalhadas delas.

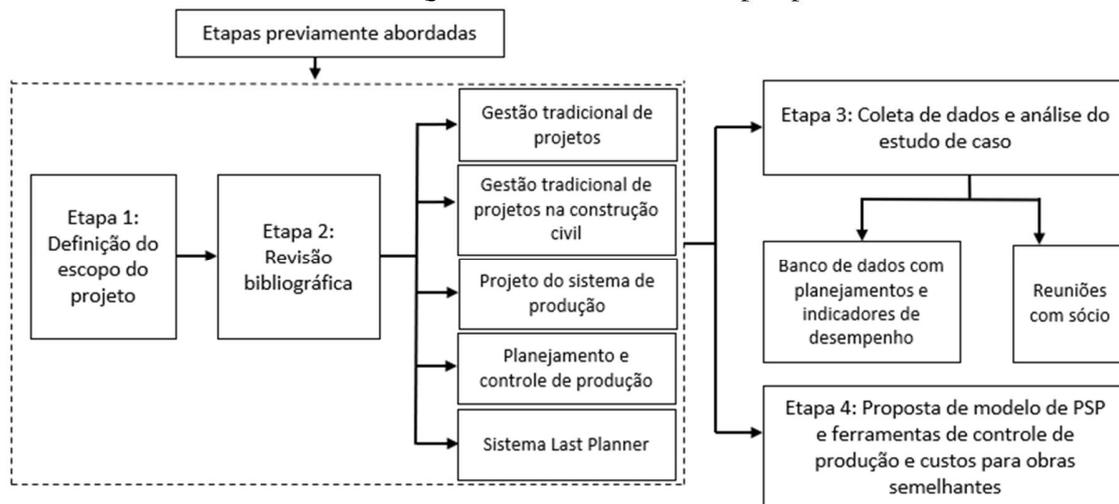
3.1 DELINEAMENTO DA PESQUISA

Esse projeto foi dividido em 4 etapas, conforme mostrado na Figura 9, denominadas de: definição do escopo do projeto, revisão bibliográfica, coleta de dados e análise do estudo de caso e proposta de modelo de PSP e ferramentas de controle de produção e custos para obras de características semelhantes.

Inicialmente, na 1ª etapa, definiu-se o quais dados seriam necessários para o estudo e disponibilidade desses dados, para alcançar os objetivos do trabalho. Com isso, na 2ª etapa foi feita uma revisão bibliográfica de conteúdos importantes para o conhecimento e compreensão de assuntos pertinentes ao projeto. A partir disso, na 3ª etapa, já com o escopo do projeto definido, foi feita a revisão bibliográfica e foi escolhida a obra mais adequada para a realização do estudo. Levou-se em consideração qual obra da empresa possuía um banco de dados com todas as informações pertinentes para a análise, além da possibilidade de contar com a colaboração de um dos sócios da empresa. Após a análise realizada, foi possível

elaborar o modelo de PSP e das ferramentas de controle de produção e custos que poderão ser utilizados em obras de características semelhantes dessa empresa.

Figura 9: Delineamento da pesquisa



Fonte: Autor

3.2 DESCRIÇÃO DAS ETAPAS

Neste subcapítulo, são descritos de forma mais detalhadas as etapas realizadas no método de pesquisa.

3.2.1 ETAPA 1: DEFINIÇÃO DO ESCOPO DO PROJETO

Para realizar este projeto, inicialmente foi necessário organizar o escopo, ou seja, todo trabalho que seria necessário para se tornar possível alcançar os resultados desejáveis.

No escopo, pretendia-se mostrar como a falta de planejamento nas obras de reforma podem causar uma baixa lucratividade ou até um déficit, e posteriormente propor um PSP modelo para obras semelhantes a ele, de forma que os problemas observados na obra analisada sejam evitados futuramente. Para mostrar isso, o caso escolhido foi uma obra de reforma, da empresa, que foi pouco lucrativa, e foi acompanhada diretamente pelo autor desse trabalho, sendo possível verificar todos dados de planejamento e custos, além dos indicadores dos

resultados que foram obtidos depois de sua finalização. Para realizar a análise e propor o modelo de PSP presentes no trabalho, foi necessário realizar uma revisão bibliográfica dos assuntos pertinentes.

3.3 ETAPA 2: REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A revisão bibliográfica foi dividida em 5 partes: Gestão tradicional de projetos, gestão tradicional de projetos na construção civil, PSP, PCP e Sistema *Last Planner*.

Em relação a Gestão tradicional de projetos, foram apresentados, definidas e comentadas as etapas de projeto, relacionando-as e mostrando a importância de sua correta elaboração. Esse item teve ênfase em partes que são abordadas no projeto. Para a gestão tradicional de projetos na construção civil, foram abordados o CPM (Método do caminho crítico), gráfico de Gantt e orçamentação (com ênfase em suas classificações e estruturas). Sobre o PSP, foram apresentadas as suas etapas, a importância de sua utilização e sua importância na tomada de decisões de projeto. Para planejamento e controle de produção (PCP), foram definidos 3 níveis hierárquicos de planejamento: longo, médio e curto prazos, mostrando as suas importâncias e relações de dependências. Como modelo de PCP estudou-se o Sistema Last Planner proposto por Ballard e Howell em 1997.

3.3.1 ETAPA 3: COLETA DE DADOS E ANÁLISE DO ESTUDO DE CASO

Nessa etapa foram coletados todos dados sobre o estudo de caso, tanto em relação à parte pré-obra, como dados de planejamento, quanto em relação à pós-obra, com indicadores dos resultados obtidos. Com todos esses dados, e após reuniões com um dos sócios da empresa, foi possível analisar e entender os porquês de ter obtido tais resultados.

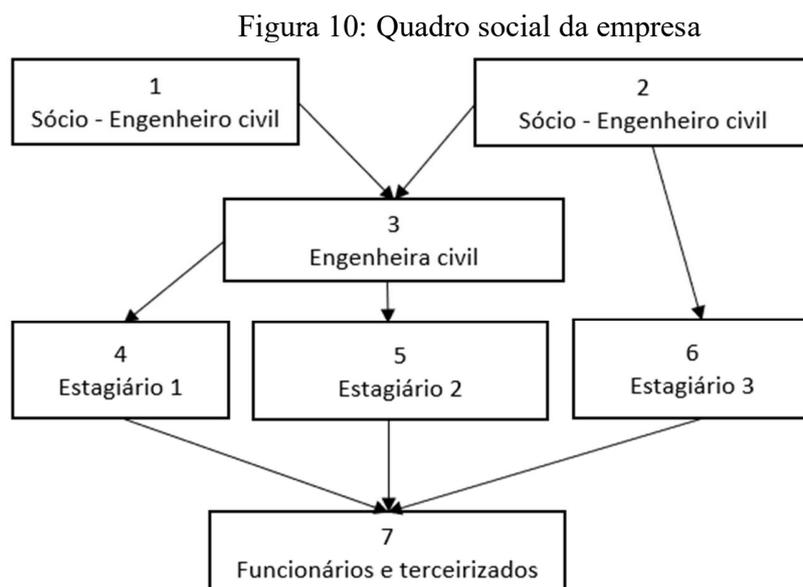
3.3.2 ETAPA 4: PROPOSTA DE MODELO DE PSP E FERRAMENTAS DE CONTROLE DE PRODUÇÃO E CUSTOS

Com a análise dos dados completa, foi possível elaborar o PSP, e dessa forma gerar o planejamento de longo prazo, utilizando um modelo genérico, com a ferramentas de sequenciamento e linha de balanço. O objetivo desse modelo genérico é que para as próximas

obras dessa empresa, que possuem características semelhantes ao estudo de caso, seja possível utilizá-lo, deixando apenas as atividades que serão executadas e as equipes que atuarão. Em relação às ferramentas de controle de produção e custos, foram utilizados os planejamentos de médio e curto prazos. Como são muito específicos, não há a possibilidade de elaborar planos genéricos. Sendo assim, para mostrar detalhadamente as atividades inseridas em cada macro tarefa, no planejamento de médio prazo, foram listadas todas as atividades presentes na linha de balanço. Já no planejamento de curto prazo, as informações inseridas são relativas ao estudo de caso.

3.4 DESCRIÇÃO DA EMPRESA X

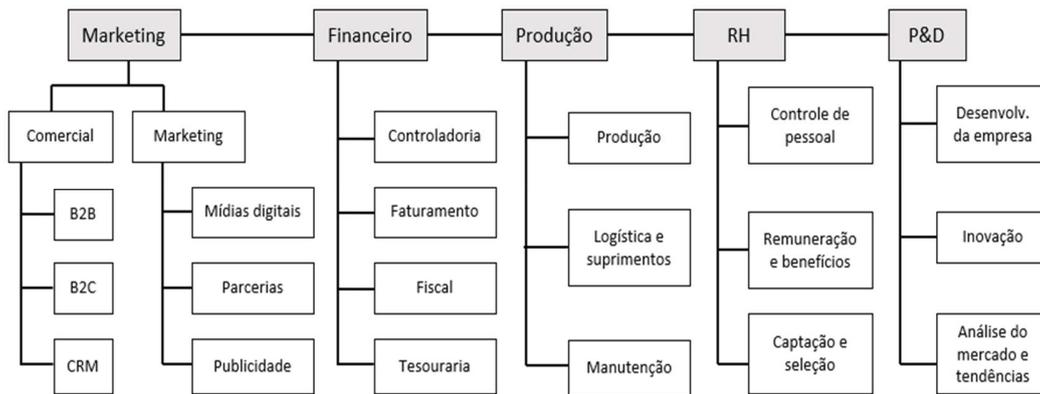
A Empresa X. foi fundada em 2017 na cidade de Porto Alegre/RS, é responsável pelo planejamento e execução de construções e reformas residenciais e comerciais, trabalhando na maioria das vezes em parceria com empresas de arquitetura ou, eventualmente, diretamente com os clientes. A empresa é composta por 2 sócios engenheiros civis, 1 engenheira civil e 3 estagiários, além de 3 pedreiros. O restante dos trabalhadores (eletricistas, ceramistas, hidráulicos, serventes, gesseiros, entre outros) são terceirizados, não possuindo vínculos empregatícios. Na Figura 10 é possível ver o esquema do seu quadro social.



Fonte: Autor

Cada um dos cargos presentes nesse quadro social são responsáveis por determinadas atividades da empresa. Alguns possuem atividades semelhantes, diferenciando-se pela maior responsabilidade e autonomia nos serviços. Na Figura 11 é possível verificar um organograma funcional da empresa.

Figura 11: Organograma funcional da empresa



Fonte: Autor

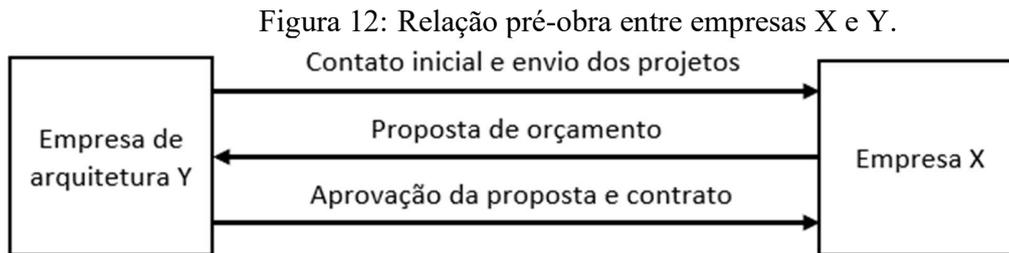
As atividades de marketing, financeiro e RH são desempenhadas majoritariamente pelo sócio e engenheiro civil – 2 (Figura 10), auxiliado em algumas atividades pelo estagiário 3 (Figura 10). As atividades de produção são realizadas exclusivamente pelo sócio e engenheiro civil – 1 (Figura 10), sendo auxiliado em algumas atividades pelos estagiários 1 e 2 (Figura 10). As atividades de P&D (pesquisa e desenvolvimento) são exercidas por ambos os sócios.

Como dito anteriormente, a empresa opta por manter a maioria dos seus trabalhadores como terceirizados. Isso se deve pela praticidade e pela relativa variabilidade entre os serviços nas diferentes obras, visando uma redução de custos fixos. Segundo Marchiori (2009), em virtude da alta competição do mercado imobiliário, as empresas ligadas à construção precisam aumentar as receitas ou cortar custos a fim de aumentarem ou manterem a margem de lucro desejada.

Outra estratégia que facilita a realização dos trabalhos de reforma é ter empresas de arquitetura parceiras. Para auxiliar no entendimento do projeto, e não ficar repetitivo, as empresas de arquitetura são chamadas, de forma genérica, de Empresa Y, lembrando que são

várias empresas parceiras, mas há apenas colaboração de uma empresa por obra. Nesse modelo de colaboração, ambas empresas acompanham a obra, dividindo as responsabilidades e compartilhando informações.

Na Figura 12 é possível verificar a relação inicial, de forma resumida, entre as empresas, antes de iniciar a obra.



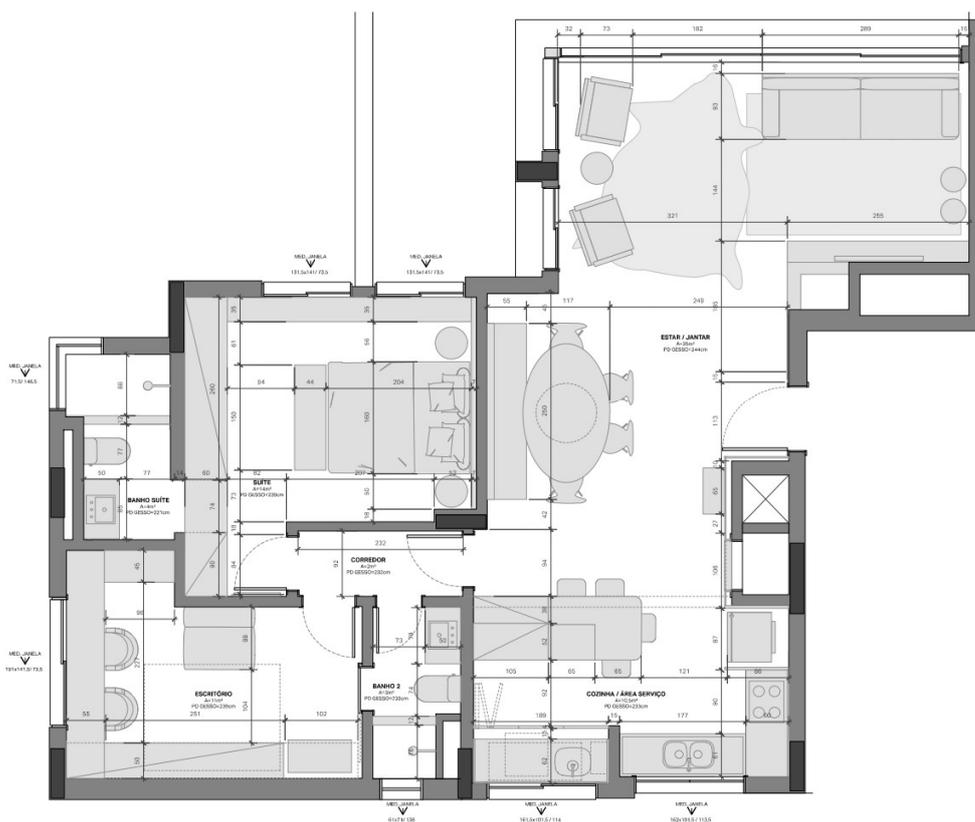
Fonte: Autor

Outro aspecto importante a ser ressaltado diz respeito a questão dos materiais. Por padrão, a empresa X não compra materiais, que podem variar de acordo com o gosto pessoal do cliente, delegando essa responsabilidade para as empresas de arquitetura. Dessa forma, produtos como revestimentos de pisos e paredes, acabamentos elétricos e hidrossanitários e pedras, geralmente, são adquiridos pela empresa Y e executados/instalados pela empresa X. Sendo assim, a Empresa X é responsável pela execução de atividade da obra civil e compra de materiais construtivos, que independem das preferências do cliente, como argamassa e alvenaria, por exemplo, e as empresas de arquitetura são responsáveis pela compra e entrega de materiais de acabamentos e no relacionamento com os clientes.

3.5 DESCRIÇÃO DO EMPREENDIMENTO

A obra de reforma que servirá como estudo de caso para análise se refere a um apartamento, no 2º pavimento, de uma edificação residencial de 10 pavimentos, localizada no bairro Petrópolis, em Porto Alegre/RS. As metragens aproximadas da unidade são 80 m² para área interna e 90 m² para área externa. Na Figura 13 está apresentado uma parte do projeto arquitetônico, planta baixa de layout da área interna desta unidade residencial, a fim de contextualizar de forma mais clara o que é tratado no capítulo seguintes.

Figura 13: Planta baixa de layout



Fonte: Empresa de arquitetura

Para preservar a identidade da empresa, que muitas vezes utiliza fotos e vídeos desse empreendimento em mídias sociais, neste projeto não são mostradas imagens referentes ao estudo de caso.

4 RESULTADO: ANÁLISE DO ESTUDO DE CASO

A partir da coleta de dados e análise do estudo de caso, foi possível alcançar os resultados desejados. Neste capítulo, são abordados a orçamentação, planejamento de atividades, fluxos de materiais, duração planejada x real da obra, custos planejados x realizados, análise da obra e, por último, os problemas ocorridos.

4.1 ORÇAMENTAÇÃO

Após o envio dos projetos por parte da empresa de arquitetura interessada, o estagiário da empresa X realiza o levantamento de quantitativos e, após isso, elabora a proposta de orçamento. Caso permaneçam dúvidas do projeto, o estagiário faz contato direto com a empresa de arquitetura Y, de forma que as informações fiquem totalmente claras. Por último, a proposta é avaliada e, se necessário, corrigida pelo engenheiro responsável. Vale ressaltar que, em alguns casos, é necessário realizar uma visita técnica na obra durante essa etapa, a fim de esclarecer dúvidas pertinentes dos projetos. No estudo de caso, por exemplo, isso não foi necessário

Considerando a necessidade do maior grau de precisão possível, opta-se pelo orçamento discriminado. No Quadro 4 pode-se verificar o orçamento elaborado para o estudo de caso. Para manter a confidencialidade dos valores praticados, os itens discriminados foram agrupados em macro itens.

Quadro 4: Orçamento discriminado

		ORÇAMENTO DISCRIMINADO					
Item	Descrição	Valor sem BDI			Valor do serviço		
		Valor M.O.	Valor Material	Total	Mão de obra	Material	Total
1	SERVIÇOS PRELIMINARES/ACOMPANHAMENTO	R\$ 3.750,00	R\$ 265,00	R\$ 4.015,00	R\$ 5.363,00	R\$ 380,00	R\$ 5.743,00
2	PROTEÇÕES	R\$ 161,00	R\$ 824,00	R\$ 985,00	R\$ 231,00	R\$ 1.180,00	R\$ 1.411,00
3	REMOÇÕES E DEMOLIÇÕES	R\$ 4.993,00	R\$ 1.350,00	R\$ 6.343,00	R\$ 7.145,00	R\$ 1.931,00	R\$ 9.076,00
4	REFORÇO ESTRUTURA	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
5	COBERTURA	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
6	ALVENARIA / REBOCO / CONTRAPISO	R\$ 3.763,00	R\$ 2.306,00	R\$ 6.069,00	R\$ 5.385,00	R\$ 3.303,00	R\$ 8.688,00
7	IMPERMEABILIZAÇÃO	R\$ 150,00	R\$ 240,00	R\$ 390,00	R\$ 215,00	R\$ 344,00	R\$ 559,00
8	INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS/GÁS	R\$ 1.220,00	R\$ -	R\$ 1.220,00	R\$ 1.745,00	R\$ -	R\$ 1.745,00
9	INSTALAÇÕES ELÉTRICAS	R\$ 7.380,00	R\$ -	R\$ 7.380,00	R\$ 10.557,00	R\$ -	R\$ 10.557,00
10	INSTALAÇÃO DE AR CONDICIONADO	R\$ 2.100,00	R\$ -	R\$ 2.100,00	R\$ 3.003,00	R\$ -	R\$ 3.003,00
11	ESQUADRIAS	R\$ 1.000,00	R\$ -	R\$ 1.000,00	R\$ 1.430,00	R\$ -	R\$ 1.430,00
12	GESSO	R\$ 2.304,00	R\$ 1.444,00	R\$ 3.748,00	R\$ 3.297,00	R\$ 2.066,00	R\$ 5.363,00
13	REVESTIMENTOS	R\$ 7.980,00	R\$ 1.244,00	R\$ 9.224,00	R\$ 11.414,00	R\$ 1.781,00	R\$ 13.195,00
14	PINTURA	R\$ 5.139,00	R\$ 5.389,00	R\$ 10.528,00	R\$ 7.354,00	R\$ 7.713,00	R\$ 15.067,00
15	SERVIÇOS FINAIS	R\$ 400,00	R\$ 50,00	R\$ 450,00	R\$ 572,00	R\$ 72,00	R\$ 644,00
16	ALUGUEIS DE EQUIPAMENTOS	R\$ -	R\$ 400,00	R\$ 400,00	R\$ -	R\$ 572,00	R\$ 572,00
BDI	30%						
Imposto	10%	R\$ 40.340,00	R\$ 13.512,00	R\$ 53.852,00	R\$ 57.711,00	R\$ 19.342,00	R\$ 77.053,00
		74,91%	25,09%				

Fonte: Empresa X

No Quadro 4 é possível verificar os macro itens que foram considerados, tendo seu valor dividido em mão de obra e material, ambos com e sem BDI. Nesse caso, foi considerado um BDI, para mão de obra e materiais, de 30%, além de considerar um valor aproximado de 10% para os impostos.

Além disso, o orçamento que é enviado ao cliente não possui exatamente esse formato. Como dito anteriormente, além do agrupamento dos itens descritos, as informações referentes ao custo e BDI são ocultadas, de forma que preserve os dados da empresa.

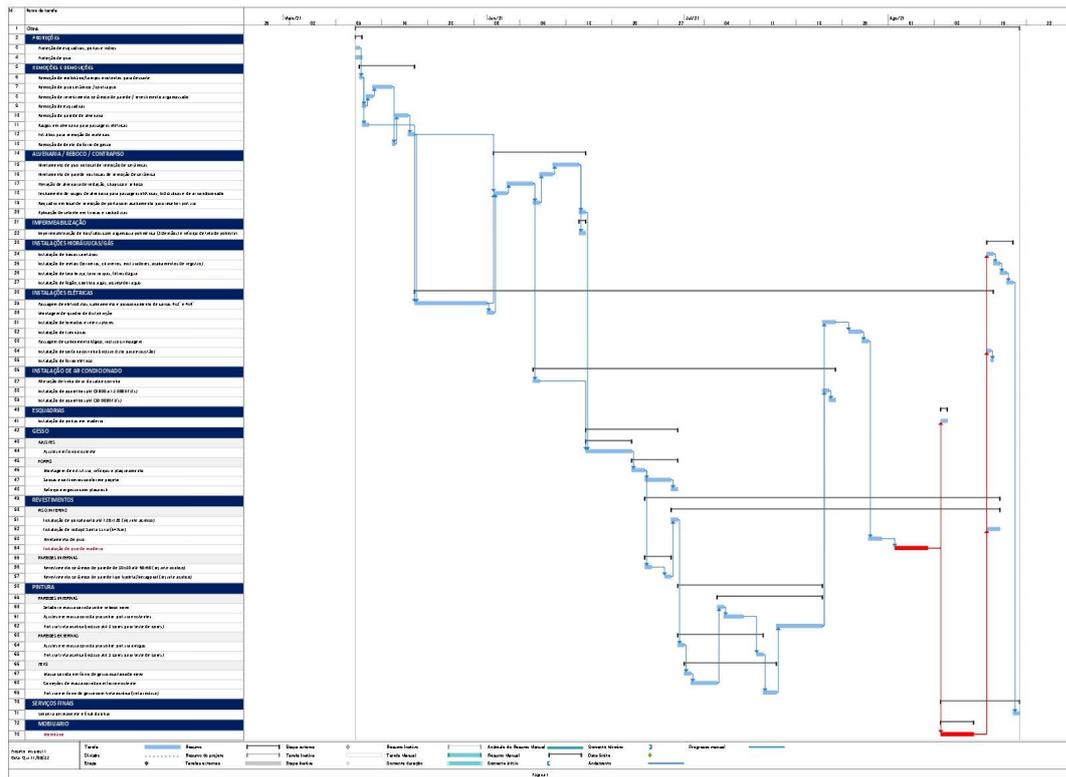
4.2 PLANEJAMENTO DE ATIVIDADES

Após a aprovação do orçamento enviado, e posterior contrato entre as partes, é elaborado o sequenciamento e planejamento de atividades que deverão ser executadas. Essa etapa é elaborada pelo estagiário juntamente com o engenheiro, de forma colaborativa.

Inicialmente é usado um sequenciamento base, com as principais atividades, já que a lógica de execução é muito semelhante entre os diferentes empreendimentos. A partir disso, são inseridas e organizadas as novas atividades e definidos os tempos de execução de cada atividade, de forma que otimize o tempo e minimize a chance de erro, adequando o tempo de execução de cada atividade.

Após finalizado o planejamento (Figura 14), o relatório é impresso e colado na parede da obra, no primeiro dia de execução, juntamente com o restante das plantas plotadas. Esse mesmo relatório é usado pela equipe do escritório para ir acompanhar os serviços. O planejamento é feito no *software MS Project*.

Figura 14: Planejamento de atividades



Fonte: Empresa X

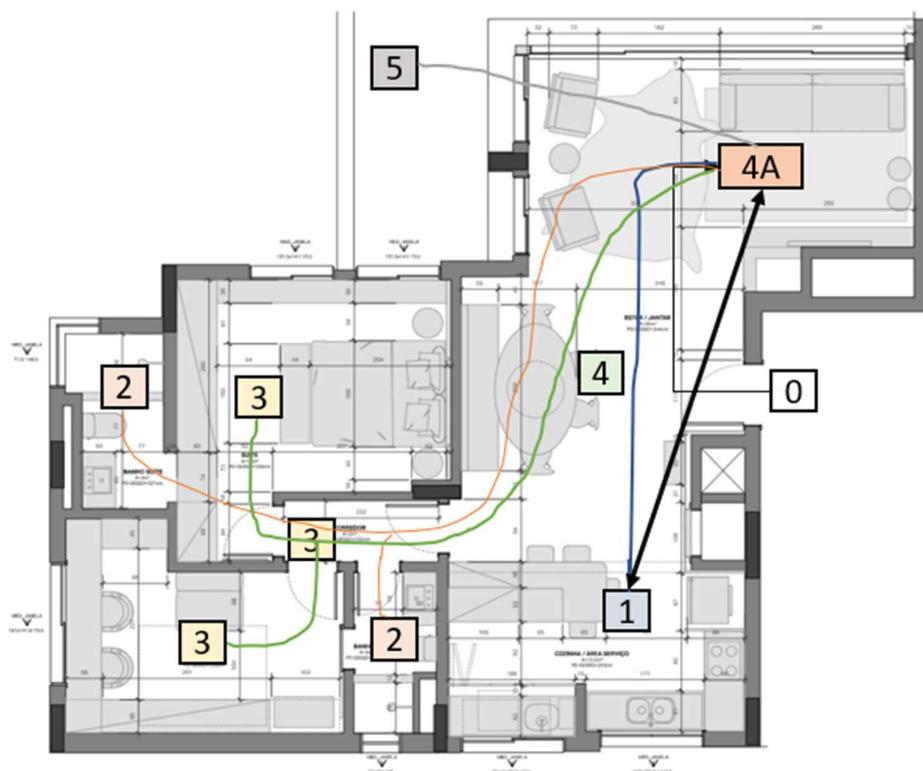
Pela observação da Figura 14 é possível notar que na parte final do Gráfico de Gantt, há barras vermelhas, que diferem do restante das atividades. Esse serviço é referente à parte de mobiliário e marcenaria, que apesar de não serem executados pela empresa X, devem ser considerados no planejamento, já que interfere no restante das atividades.

A obra em questão, como é possível verificar na Figura 14, foi planejada para ser executada em um tempo total de 73 dias, aproximadamente 10 semanas.

4.3 FLUXOS DE MATERIAIS

O fluxo de materiais é planejado de forma que simplifique o seu transporte dentro da obra, da forma mais organizada possível. A ferramenta escolhida para elaboração do fluxo de materiais foi o diagrama espaguete, que de acordo com Sule (2008), pode ser definido como uma ferramenta de representação gráfica utilizada para exibir ou esboçar a movimentação de materiais, pessoas, equipamentos numa dada área de trabalho, visando identificar quaisquer melhorias possíveis no fluxo envolvido. O diagrama, apresentado na Figura 15, foi obtido a partir do traçado de linhas entre os ambientes do apartamento, identificando os fluxos por meio de diferentes cores.

Figura 15: Diagrama espaguete



Símbolo	Fluxo		Nº	Ambientes
→	0 → 4A	Entrada e armazenamento de materiais	0	Entrada
→	4A → 1	Serviços no setor 1	1	Cozinha/área de serviço
→	4A → 2	Serviços no setor 2	2	Banheiros áreas íntimas
→	4A → 3	Serviços no setor 3	3	Área íntima (quartos/circulação)
↔	4A → 1 → 4A	Alguns serviços no setor 4 e 4A	4	Sala de estar/jantar/hall
→	4A → 5	Serviços no setor 5	4A	Parte da sala destinada ao armazenamento
			5	Cobertura

Fonte: Banco de dados da empresa

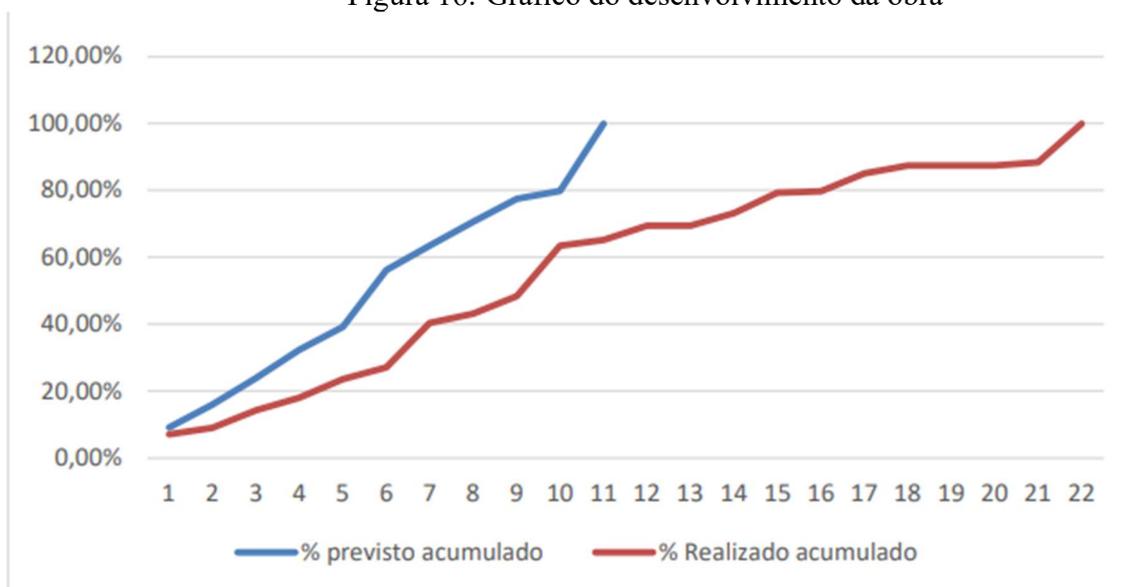
Observando o fluxo de materiais (Figura 15), o armazenamento principal foi na sala de estar, numa parte que não trancasse a circulação para o restante dos ambientes. Essa escolha também se deve ao fato da sala de estar ser o último ambiente por serviço a ser executado. Durante os serviços executados na suíte, por exemplo, os materiais necessários para sua execução eram mantidos no próprio ambiente, criando um sub armazenamento.

Para a instalação do piso cerâmico na sala de estar, os materiais restantes foram movidos para a cozinha/área de serviço. Após a execução do piso e a aplicação da proteção com manta salva piso, os materiais voltaram a ser armazenados na sala de estar.

4.4 DURAÇÃO PLANEJADA X DURAÇÃO REAL DA OBRA

Como dito item 4.2, o prazo para a execução da obra foi de aproximadamente 10 semanas. Para a comparação entre o prazo previsto e o prazo realizado foi elaborado o gráfico apresentado na Figura 16, no qual se pode observar que a duração real foi de aproximadamente 22 semanas.

Figura 16: Gráfico do desenvolvimento da obra



Fonte: Autor

Os motivos dessa grande discrepância de planejamento são tratados posteriormente.

4.5 CUSTOS PLANEJADOS X CUSTOS REALIZADOS

Conforme observado na Figura 16, o prazo de execução da obra foi de aproximadamente o dobro do previsto, o que ocasionou um aumento dos custos realizados, também superiores ao previsto. A seguir é apresentado o Quadro 5, no qual é possível verificar os gastos realizados em relação aos planejados, divididos por macro itens:

Quadro 5: Custos planejados x realizados

Subitem	Verba	Cons. Líquido		% Relativo
3.01.01 - Proteções	R\$ 985,00	R\$ 1.178,00	✘	120%
3.01.02 - Remoções e demolições	R\$ 6.343,00	R\$ 7.821,00	✘	123%
3.01.03 - Estrutural	R\$ -	R\$ -		0%
3.01.04 - Cobertura	R\$ -	R\$ -		0%
3.01.05 - Alvenaria/Reboco/Contrapiso	R\$ 6.069,00	R\$ 6.950,00	✘	115%
3.01.06 - Impermeabilização	R\$ 390,00	R\$ 432,00	✘	111%
3.01.07 - Hidráulico/gás	R\$ 1.220,00	R\$ 1.543,00	✘	126%
3.01.08 - Elétrico	R\$ 7.380,00	R\$ 7.839,50	✘	106%
3.01.09 - Instalações de ar-condicionado/exaustão	R\$ 2.100,00	R\$ 2.354,50	✘	112%
3.01.10 - Instalação de esquadrias	R\$ 1.000,00	R\$ 1.000,00	✘	100%
3.01.11 - Gesso	R\$ 3.748,00	R\$ 4.520,00	✘	121%
3.01.12 - Revestimentos	R\$ 9.224,00	R\$ 10.644,80	✘	115%
3.01.13 - Pintura	R\$ 10.528,00	R\$ 11.737,15	✘	111%
3.01.14 - Serviços finais/limpeza	R\$ 450,00	R\$ 422,20	⚠	94%
3.01.15 - Aluguel de equipamentos	R\$ 400,00	R\$ 770,00	✘	193%
Total	R\$ 49.837	R\$ 57.212	✘	115%

Valor dispendido x Verba total



Fonte: Autor

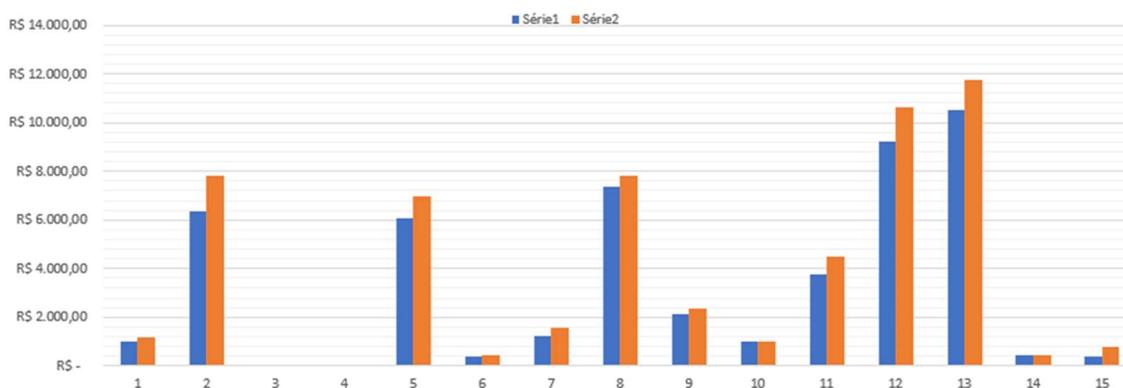
Como é possível verificar no Quadro 5, quase a totalidade das macro tarefas tiveram seu custo realizado superior ao planejado, com um custo total 15% superior ao que era previsto

4.6 ANÁLISE DO ESTUDO DE CASO

Após finalizada a execução da obra, foi possível fazer uma análise detalhada. Na Figura 17 está apresentado um comparativo entre os custos totais planejados e realizados. Além disso,

na parte inferior, é possível verificar essas informações um pouco mais detalhadas, como, por exemplo, custos diretos e indiretos planejados e realizados.

Figura 17: Indicadores de custos por macro itens



Custo esperado	Custo real	Custos indiretos esperados	Custos indiretos reais	Custos totais esperados	Custos totais reais
R\$ 49.837,00	R\$ 57.212	R\$ 4.015,00	R\$ 7.644,00	R\$ 53.852,00	R\$ 64.856,15

Receita bruta	Receita líquida	Lucro líquido esperado	Lucro líquido real	Lucro real/lucro esperado	Margem esperada	Margem real
R\$ 77.053,00	R\$ 70.025,00	R\$ 16.173,00	R\$ 5.168,85	31,96%	30%	8%

Fonte: Autor

Conforme pode ser observado na Figura 17, os itens descritos de 1 a 16 são referentes aos mesmos serviços descritos no Quadro 5. Sendo assim, o item 1 da Figura 17 é o mesmo que o 3.01.01 no Quadro 5, por exemplo.

Os custos indiretos apresentado na Figura 17 são referentes ao acompanhamento da obra realizado pelo engenheiro civil, emissão de ART e plotagem dos projetos. Como é possível verificar no Quadro 5, o retorno esperado foi extremamente baixo frente ao que era esperado, fato decorrente dos acontecimentos que são descritos no item 4.7.

4.7 PROBLEMAS OCORRIDOS

Os principais problemas observados na execução da obra foram:

1- Dificuldade para ligar a energia elétrica: o período entre a assinatura do contrato e o início das obras é muito curto, sendo assim, conseqüentemente o tempo disponível para empresa fornecedora de energia elétrica da região autorizar sua ligação também é curto. Nesse caso, as atividades de demolições que foram planejadas para serem executadas com ferramentas

elétricas, como talhadeiras para abrir os rasgos para passagem de infra e remover os revestimentos e martelotes rompedores para remover paredes de alvenaria, foram substituídas por ferramentas manuais, aumentando o seu tempo de execução;

2 - Mudanças de projetos de infraestrutura elétrica e hidráulica: isso ocorreu pelo fato de o cliente não possuir/não ter disponibilizado a planta executiva estrutural do empreendimento. Sendo assim, alguns acabamentos elétricos e hidráulicos foram planejados para ficarem, ou passarem por pilares, o que comprometeria a segurança estrutural do prédio;

3 - Mudanças no layout dos móveis e marcenarias: como descrito no item 1, alguns acabamentos tiveram que ter sua posição modificada em relação ao projeto inicial, resultado em algumas mudanças no layout dos móveis e marcenaria. Os ajustes foram feitos e validados com os clientes;

4 - Qualidade dos serviços: alguns serviços prestados, que restringem outras frentes de serviço, foram mal executados, gerando um atraso para o restante das equipes dependentes. Um exemplo disso foi a execução dos revestimentos argamassados no banheiro social. A equipe responsável por esses serviços executou o emboço fora do esquadro, e como não houve verificação por parte do estagiário da obra, e nem do engenheiro, essa má execução só foi observada quando uma outra equipe foi instalar os revestimentos cerâmicos. Esse detalhe comprometeu a logística, tendo em vista que a equipe que realizou os revestimentos argamassados teve que voltar para obra especialmente para esse retrabalho e a equipe de revestimentos cerâmicos teve que voltar outro dia. Como essa última equipe é terceirizada, mudanças de última hora no itinerário podem comprometer o andamento da obra, visto que elas não estão sempre disponíveis;

5 - Custos fixos: como o tempo de duração da obra foi aproximadamente o dobro do previsto, alguns custos fixos também foram quase o dobro do previsto. Os serviços realizados por funcionários e por terceirizados, não foi muito comprometedor, tendo em vista que os funcionários estavam realizando serviços em outras obras, e os terceirizados só eram pagos pelos serviços prestados. Entretanto, o custo fixo com acompanhamento da obra por parte do engenheiro civil contratado não segue essa lógica, visto que o pagamento é feito na forma mensal, prejudicando a previsão de custos realizada;

6 - Mudanças nos preços dos materiais: como já foi dito anteriormente, o tempo entre a assinatura do contrato e o início das obras é muito curto, e a empresa não possui estoque central de material para as obras, apenas estoca materiais na própria obra, assim os materiais são comprados muito próximos do momento que efetivamente serão usados. Com isso, os preços de compra foram mais caros, e com variações superiores ao INCC, já que possui mais intermediários do que se comprado diretamente de fábrica.

Como foi possível verificar, há uma dependência muito grande, e que necessita de muita atenção, entre as diferentes tarefas a serem executadas na obra. Com base no estudo de caso, e em outras obras semelhantes realizadas pela empresa X, é possível observar erros comuns e pontos de atenção por parte dos gestores. A proposta deste trabalho vai no sentido da realização de um PSP antes do início da obra e que se adeque os planejamentos para minimizar os erros e que soluções estratégicas possam ser implementadas para mitigar esses erros.

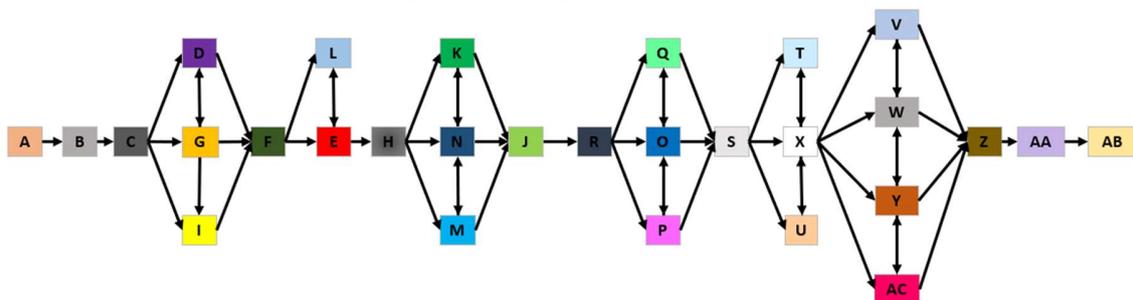
5 RESULTADO: PROPOSTA DO PSP

Neste capítulo, está apresentado de forma detalhada o Projeto do Sistema de Produção, elaborado a partir da análise do caso descrito no capítulo anterior, que teve como resultado um modelo genérico de planejamento de longo prazo, utilizando as ferramentas de sequenciamento de atividades e a linha de balanço. Além disso, são apresentadas ferramentas de controle de produção e custos, como os planejamentos de médio e curto prazos e um indicador de desvios de custos. Por último, é abordada uma estratégia proposta para a mão de obra cumprir com os escopos de serviços propostos.

5.1 SEQUENCIAMENTO DE ATIVIDADES

Baseado nas informações coletadas e analisadas no estudo de caso, além de reuniões com um dos sócios da empresa X, foi possível elaborar um sequenciamento de atividades genérico para obras de reforma, que possuem características semelhantes ao estudo de caso (Figura 18). Vale ressaltar que também foi levado em conta o conhecimento e experiência que o autor e o sócio da empresa possuem devido a execução de diversas obras semelhantes.

Figura 18: Sequenciamento de atividades



A	Serviços iniciais	P	Instalação de pisos vinílicos e proteção
B	Proteções de esquadrias, móveis e itens que permanecerão	Q	Instalação de pisos de madeira e proteção
C	Remoções/rasgos em paredes existentes/demolições	R	Instalação de revestimentos de parede
D	Reforços estruturais (em alguns casos de remoções de paredes)	S	Pinturas
E	Alvenaria/revestimentos argamassados/concreto	T	Esquadrias de madeira
F	Contrapiso	U	Esquadrias de alumínio
G	Impermeabilização	V	Instalação dos acabamentos hidráulicos
H	Abertura de canaletas em paredes novas	W	Instalação dos acabamentos elétricos
I	Passagem das tubulações hidráulicas no piso	Y	Instalação dos ares condicionados/exaustor
J	Gesso acartonado	Z	Serviços finais - checklist
K	Passagem de elétrica	AA	Retrabalhos
L	Serviços na cobertura - telhamento, platibanda, itens de proteção	AB	limpeza
M	Passagem das tubulações de ar condicionado	AC	Instalação de pedras - soleiras, molduras
N	Passagem das tubulações hidráulicas nas paredes	X	Marcenaria (serviço não executado pela empresa)
O	Instalação de pisos cerâmicos e proteção		

Fonte: Autor

Pela análise da Figura 18 é possível notar a interdependência e simultaneidade entre as diversas frentes de serviço, como após a finalização da marcenaria, os serviços de instalação de acabamentos hidráulicos, elétricos, ares-condicionados/exaustores e pedras podem ser executados ao mesmo tempo. Então, caso haja um atraso por parte da equipe de marcenaria, atrasará todos esses itens descritos. Em função disso é de extrema importância o sequenciamento correto. É importante ressaltar que nesse sequenciamento está contemplando todos os tipos de atividades possíveis para obras de reforma, o que é muito improvável de acontecer. Sendo assim, cabe ao estagiário e engenheiro removerem as atividades que não serão executadas na reforma em questão.

5.2 LINHA DE BALANÇO

Como ferramenta de planejamento de longo prazo optou-se para o modelo genérico de PSP a Linha de Balanço (LOB). Ela traz mais informações do que o planejamento de atividades elaborado no *MS Project*, pois divide o apartamento modelo entre setores. Esses ambientes podem variar, de obra para obra, mas foi considerado um modelo genérico semelhante ao estudo de caso (Figura 19). Os setores foram divididos entre áreas molháveis e molhadas, área íntima, área social e cobertura, além de uma zona que se refere a todo apartamento, ou seja, pode ser executada em todos os ambientes ao mesmo tempo, sem nenhum problema.

A legenda informada na Figura 18 é a mesma para LOB.

Esse planejamento de longo prazo genérico se inicia com os serviços iniciais, que envolvem a distribuição de equipamentos de proteção individual (EPIs) para os funcionários, plotagens de projetos e documentos e distribuição adequada na obra, verificação do funcionamento de água e luz e, por último, alinhar escopo com funcionários e terceirizados. Essa primeira etapa não precisa ser subdividida entre os setores do apartamento, e é realizada pelos estagiários e o engenheiro da obra. Após a sua finalização, a equipe B, composta por pedreiros, que são funcionários, protegem com papelão as esquadrias, móveis, portas e vidros que irão permanecer na obra, além da proteção do piso que irá permanecer.

Com todos os itens protegidos, as equipes C1 e C2, ambas compostas por funcionários, podem iniciar as remoções, demolições e rasgos nas paredes. Essas equipes são divididas por setores, a fim de otimizar seu serviço. A equipe C1 inicia no setor 1, após finalizado, vai para o setor 2, já a equipe C2, inicia no setor 4 e, após o término, vai para o setor 3. Após a finalização dessa fase, é chamada a equipe D, também dividida por setores, de reforços estruturais, composta por terceirizados. Nessa etapa, caso tenham sido removidas paredes de alvenaria anteriormente, seu trabalho pode ser necessário, com a colocação de chapas metálicas de reforço estrutural, por exemplo. Para o setor 4, de cobertura, a equipe L já pode iniciar os serviços após a finalização das remoções e demolições, mas deixa-se alguns dias de folga, caso a equipe C2 tenha atrasos.

Após a saída da equipe D, a equipe G, também composta de terceirizados, pode iniciar seu serviço de impermeabilização de laje em áreas molháveis e molhadas, para posteriormente liberar para equipe I, também nesse setor, possa passar as tubulações hidráulicas no piso. Após a finalização desse serviço, que só é necessário no setor 1, a equipe F pode executar o contrapiso. No restante dos setores, essa etapa é feita em seguida da finalização dos serviços da equipe D. Vale ressaltar, que os serviços de contrapiso, de preferência, são executados nos dias finais da semana, a fim de aproveitar o fim de semana para secagem.

Após a finalização do serviço da equipe F, pode ser iniciada a etapa de serviços de alvenaria e revestimentos argamassados. A equipe E1, iniciando pelo setor 1 e posteriormente indo para o setor 2 e 3 de forma simultânea, já que após a execução da primeira camada de revestimento argamassado (emboço), é necessário esperar alguns dias para fazer o chapisco. Com a finalização desses serviços, a equipe H pode abrir as canaletas para passagem de

infraestrutura elétrica, hidráulica e de ar-condicionado. Após isso, simultaneamente, as equipes M, N e K, responsáveis pela passagem de infraestrutura de ar-condicionado e exaustor, hidráulica e elétrica, respectivamente, podem iniciar seus serviços. As equipes M e K iniciam pelo setor 1, indo posteriormente para os setores 2 e 3. A equipe N tem serviços apenas no setor 1, visto que por padrão, não há passagem de tubulação hidráulica na área íntima e sala de estar e jantar. Depois de finalizar toda passagem de infraestrutura, a equipe E2 executa os fechamentos dos rasgos.

Com toda infraestrutura passada pelo empreendimento, a equipe J pode executar as paredes e forros de Drywall. Caso haja pontos elétricos nessas paredes, deve-se fazer os ajustes na infra, mas a equipe K já deixa organizado para isso, por exemplo. Depois de finalizado os serviços de gesso acartonado, pode-se instalar os pisos. As equipes O, P e Q são responsáveis pela instalação de pisos cerâmicos, vinílicos e de madeira, respectivamente. Cada tipo de piso é executado por uma equipe especializada. No planejamento, os 3 tipos de pisos estão sendo instalados simultaneamente por setor, mas isso é um caso genérico apenas para facilitar a organização, visto que dificilmente o mesmo setor vai ter mais de um tipo de piso. Para o piso, é usada a mesma lógica do contrapiso, de buscar instalar mais para o final da semana, a fim de aproveitar sábado e domingo, que não há circulação de pessoas, para o correto assentamento. Após instalação e proteção do piso, a equipe R pode instalar os revestimentos de parede, também organizada em setores. O tempo no setor 1 é maior, visto que áreas molhadas e molháveis geralmente possuem revestimentos, e áreas internas e sala de estar e jantar (setores 2 e 3), geralmente recebem pintura na maior parte da sua área. Com os revestimentos instalados, pode-se iniciar a pintura. A pintura é dividida em duas equipes, S1 e S2.

Após a finalização da pintura, está liberado para equipe de marcenaria executar seus serviços. Nessa etapa, que não é executada pela empresa X, evita-se outros trabalhos simultâneos que possam atrapalhar essa equipe. Nesse modelo genérico, foi proposto para as equipes de instalação de esquadrias de madeira e alumínio, T e U respectivamente, possam executar o serviço ao mesmo tempo da equipe de marcenaria, visto que são serviços bem independentes. Após a finalização dos serviços de marcenaria e instalação de esquadrias, pode-se fazer a instalação de equipamentos elétricos, hidráulicos, ar-condicionado e exaustor e instalação de pedras, simultaneamente, pelas equipes W, V, Y e AC, respectivamente. Após essas fases, a

equipe Z realiza um checklist geral nos setores, para verificar se está tudo de acordo com o planejado. Caso a equipe Z relate algum problema, a equipe genérica AA é chamada para fazer retrabalhos. Essa equipe não pode ser definida no modelo genérico de LOB, visto que vai depender de qual serviço vai precisar ser refeito. Estando tudo certo, é executada a limpeza geral da obra, em todos os ambientes, pela equipe AB.

Nessa linha de balanço, como dito anteriormente, é organizado em setores e possui uma estimativa de tempo padrão de 50 dias, ou seja, 10 semanas trabalhadas de segunda-feira a sexta-feira. Vale ressaltar que a linha de balanço foi elaborada para uma obra genérica, sendo assim, há uma possibilidade extremamente baixa, quase nula, que todas as atividades possíveis sejam executadas em todos os setores. Dessa forma, assim como no sequenciamento, cabe ao responsável adequar as durações e frentes de serviço que serão executadas para cada obra.

5.3 EQUIPES

Como foi mostrada na linha de balanço apresentada na Figura 19, há uma diversidade muito grande de tarefas a serem executadas, e como a empresa X utiliza mão de obra especializada para todos os serviços, a organização das equipes possui muita relevância. No Quadro 6 é possível verificar o número de pessoas/equipe.

Quadro 6: número de pessoas/equipe

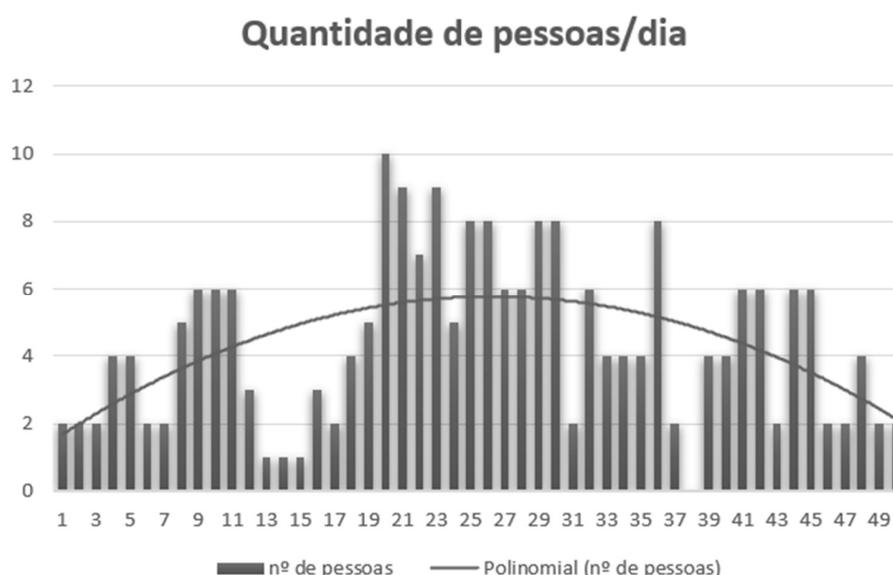
Número de pessoas/equipe					
A	2	I	2	S1	2
B	2	H	1	S2	2
C1	2	J	3	T	2
C2	2	K	2	U	2
D	2	L	2	V	2
E1	2	M	2	W	1
E2	1	N	2	Y	1
F	1	O	2	Z	2
G1	2	P	2	AA	?
G2	1	Q	2	AB	2
		R	2	AC	2

Fonte: Autor

Uma observação importante é em relação à equipe genérica AA, responsável pelos retrabalhos. Não é possível saber exatamente qual retrabalho vai ser necessário no final dos serviços, antes da limpeza. Geralmente, esses retrabalhos são referentes a ajustes nas pinturas e revestimentos, que podem ser danificados durante a etapa de marcenaria, serviço não executado pela empresa X.

Foi elaborado um gráfico com o número total de pessoas que podem estar na obra no mesmo dia (Figura 20). Vale lembrar que há uma baixíssima chance de todas as equipes terem serviços para executar. Para a equipe genérica AA, foram considerados 2 trabalhadores.

Figura 20: Quantidade de pessoas/dia na obra



Fonte: Autor

Pela polinomial formada é possível verificar que, mesmo com muitas irregularidades, inicialmente é feito um movimento crescente até aproximadamente metade do tempo de execução, e após isso, é iniciado o movimento decrescente. Diferentemente de um modelo para construção, no qual já é possível prever todos os serviços que vão ser executados, a imprevisibilidade de obras de reforma faz com que esse gráfico tenha uma baixa precisão, já que para possuir o formato da Figura 18, todas as equipes devem ter serviços para executar.

Entretanto, assim como no sequenciamento de atividades e na linha de balanço, quando as atividades que não serão executadas forem removidas do planejamento, esse gráfico ficará

preciso, o que vai ajudar o estagiário e engenheiro responsável pelo planejamento a coordenar as equipes. Pode-se evidenciar que ao final do processo de PSP se tem o plano de longo prazo, e a partir da obra, é de extrema importância os ciclos de PCP (médio e curto prazos).

5.4 PLANEJAMENTO E CONTROLE DA PRODUÇÃO

Para a implementação do PSP é fundamental que haja um controle do que está sendo produzido na obra, visto que o grau de detalhamento do planejamento de longo prazo é baixo e, conseqüentemente, ao iniciar a execução da obra, pode haver variações em relação ao que havia sido planejado. Para lidar corretamente com essas possíveis variações, tanto em relação a serviços, mão de obra e materiais, é extremamente importante a adoção do planejamento e controle da produção, que pode ser organizado em planejamento de médio e curto prazos.

5.4.1 PLANEJAMENTO DE MÉDIO PRAZO

Para o planejamento de médio prazo, não há a possibilidade de fazer um modelo genérico para ser utilizado em outras obras. Dessa forma, a fim de exemplificar, de forma mais detalhada todas as macro tarefas explicadas no capítulo 5.1, foi elaborado um planejamento de médio prazo hipotético, cujo extrato está apresentado na Figura 21. Nesse planejamento (Figura 21), é possível verificar todas as atividades executadas por cada equipe, os dias em que serão realizadas, o dia limite e responsável pela remoção de restrições de casa serviço, além dos materiais e mão de obra necessários. Nesse modelo de planejamento, as datas de início e término e relação entre as atividades estão alinhados com o modelo genérico de linha de balanço. Considerando que as obras de reforma possuem um tempo de execução relativamente curto, é interessante que todas as restrições já estejam organizadas no início da obra.

5.4.2 PLANEJAMENTO DE CURTO PRAZO

Assim como no caso do planejamento de médio prazo, não é possível fazer um modelo genérico para ser utilizado em outras obras. Sendo assim, na Figura 22, é possível verificar um exemplo do planejamento de curto prazo, levando em conta os dados do estudo de caso, de forma que exemplifique o que deve ser feito e facilite a compreensão para se utilizar essa ferramenta de controle de produção nas outras obras.

Figura 22: Planejamento de curto prazo

PLANEJAMENTO DE CURTO PRAZO										Período: Dia 1 ao dia 7						
Item	Tarefas	Eq.	Setor	RESPONSÁVEL		Dias da semana							% exec	CAUSAS		
				Empresa	Encarregado	Semana 1				Semana 2						
						1 S	2 T	3 Q	4 Q	5 S	6 S	7 T				
1	Distribuição de EPIS para funcionários	A	5	Próprios funcionários	Estagiário	P									100%	-
						E										
2	Plotagens e distribuição na obra	A	5	Próprios funcionários	Estagiário	P									100%	-
						E										
3	Verificar funcionamento da luz e água	A	5	Próprios funcionários	Engenheiro	P									0%	Atraso documentação
						E										
4	Alinhar horários e detalhes com os funcionários e trabalhadores	A	5	Próprios funcionários	Engenheiro	P									100%	-
						E										
5	Proteção de esquadrias, móveis, portas e vidros	B	5	Próprios funcionários	1	P									100%	-
						E										
6	Remoção de mobiliário/tampas existentes para descarte	C1	1	Próprios funcionários	2	P									100%	-
						E										
7	Remoção de esquadrias e vedação das esquadrias externas	C1	1	Próprios funcionários	2	P									100%	-
						E										
8	Remoção de piso cerâmico / contrapiso	C1	1	Próprios funcionários	2	P									100%	-
						E										
9	Remoção de revestimento cerâmico de parede	C1	1	Próprios funcionários	2	P									100%	-
						E										
10	Remoção de parede de alvenaria	C1	1	Próprios funcionários	2	P									30%	Sem luz - utilizaram ferramentas manuais
						E										
11	Rasgos em alvenaria e contrapiso para passagens de	C1	1	Próprios funcionários	2	P									50%	Sem luz - utilizaram ferramentas manuais
						E										
12	Remoção de forro de gesso	C1	1	Próprios funcionários	2	P									100%	-
						E										
13	Remoção de gola	C1	1	Próprios funcionários	2	P									100%	-
						E										
14	Remoções de entulhos	C1	1	Próprios funcionários	2	P									100%	-
						E										
15	Lixação de esquadrias de madeira	C1	1	Próprios funcionários	2	P									100%	-
						E										
															PPC	80%

Fonte: Autor

Vale ressaltar que o PPC (porcentagem da programação concluída), é calculado da seguinte forma: total de atividades 100% concluídas/total de atividades previstas. Dessa forma, é possível compreender que foram finalizadas apenas 12 de 15 atividades previstas, obtendo um PPC de 80%. Por exemplo, a causa determinante para ter esse valor de PPC foi a dificuldade de ligar a luz no empreendimento, afetando as atividades seguintes que

necessitavam de ferramentas elétricas, como a abertura de rasgos nas paredes para passagem de infraestrutura elétrica, hidráulica e de ar-condicionado e a demolição de paredes de alvenaria.

5.5 CONTROLE DE CUSTOS

Em relação ao controle de custos, pode ser considerado um indicador de gastos, atualizado diariamente e verificado semanalmente, semelhante ao que é feito pela empresa X, que foi indicado no Quadro 5. Entretanto, para ficar mais detalhado e com um controle mais eficaz, o modelo de controle de custos vai ser feito por tarefas, como estão dispostas no planejamento de médio prazo, assumindo os custos por tarefa específica. Com isso, fica muito mais claro o monitoramento e compreensão do que e porque estão acontecendo gastos diferentes do planejado. No quadro 7, com valores hipotéticos, é possível verificar o uso desse indicador simples.

Quadro 7: Controle de custos

	ATIVIDADES	Equipe	Custo planejado MO	Custo realizado MO	Custo planejado MAT	Custo realizado MAT	Custos MO plan. x real.	Custos MAT plan. x real.
5	Proteção de esquadrias, móveis, portas e vidros	B	R\$ 300,00	R\$ 300,00	R\$ 600,00	R\$ 800,00	100%	133%
7	Remoção de mobiliário/tampas existentes para descarte	C1	R\$ 300,00	R\$ 450,00	R\$ 100,00	R\$ 100,00	150%	100%
8	Remoção de esquadrias e vedação das esquadrias externas	C1	R\$ 300,00	R\$ 300,00	R\$ 200,00	R\$ 300,00	100%	150%
10	Remoção de piso cerâmico / contrapiso	C1	R\$ 600,00	R\$ 450,00	R\$ 200,00	R\$ 300,00	75%	150%
11	Remoção de revestimento cerâmico de parede	C1	R\$ 600,00	R\$ 450,00	R\$ 200,00	R\$ 150,00	75%	75%
12	Remoção de parede de alvenaria	C1	R\$ 450,00	R\$ 600,00	R\$ 100,00	R\$ 150,00	133%	150%
13	Rasgos em alvenaria e contrapiso para passagens de infra	C1	R\$ 600,00	R\$ 600,00	R\$ 100,00	R\$ 150,00	100%	150%
14	Remoção de forro de gesso	C1	R\$ 300,00	R\$ 450,00	R\$ 100,00	R\$ 150,00	150%	150%
17	Remoções de entulhos	C1	R\$ 300,00	R\$ 450,00	R\$ 600,00	R\$ 600,00	150%	100%
20	Elevação de alvenaria e revest. Argamassados	E1	R\$ 300,00	R\$ 300,00	R\$ 600,00	R\$ 450,00	100%	75%
21	Fechamento de rasgos	E2	R\$ 300,00	R\$ 300,00	R\$ 200,00	R\$ 200,00	100%	100%
22	Requadro em local de remoção de porta	E1	R\$ 300,00	R\$ 300,00	R\$ 100,00	R\$ 100,00	100%	100%
24	Nivelamento de parede no local de remoção de cerâmicas	E1	R\$ 300,00	R\$ 300,00	R\$ 200,00	R\$ 200,00	100%	100%

Fonte: Autor

Vale ressaltar que o objetivo principal desse controle de custos é apenas indicar o que está custando mais caro do que o planejado, cabendo aos responsáveis entender e ir atrás dos porquês disso. E, a partir disso, buscar reduzir os custos com as atividades.

5.6 MECANISMOS DE COMPROMETIMENTO ENTRE PROJETOS

Até o presente momento neste projeto, foram abordadas estratégias de planejamento e controle de produção e custos, mas para tudo isso funcionar, é extremamente importante o comprometimento da mão de obra com os escopos de decisões dos responsáveis. Ao final do estágio, o autor e um dos sócios já tinham discussões acerca desse assunto, pois era um problema recorrente nas obras.

Para fazer com que a mão de obra se comprometa com os escopos de decisões, foi elaborada a ideia de fazer uma lista de prioridades para os diversos funcionários e terceirizados entre as diversas obras que ocorrem simultaneamente, estabelecendo em 3 camadas de prioridades (alta, média e baixa). É possível verificar, por exemplo, no Quadro 8 uma planilha genérica, para facilitar a compreensão, mostrando 3 equipes, que possuem serviços em 3 obras diferentes.

Quadro 8: Níveis de prioridades das tarefas/equipe/obra

Semana X	Obra 1			Obra 2			Obra 3		
Prioridade	Alta	Média	Baixa	Alta	Média	Baixa	Alta	Média	Baixa
Equipe C	Tarefa 1	Tarefa 2	Tarefa 3	Tarefa 1	Tarefa 2	Tarefa 3	Tarefa 1	Tarefa 2	Tarefa 3
Equipe D	Tarefa 1	Tarefa 2	Tarefa 3	Tarefa 1	Tarefa 2	Tarefa 3	Tarefa 1	Tarefa 2	Tarefa 3
Equipe O	Tarefa 1	Tarefa 2	Tarefa 3	Tarefa 1	Tarefa 2	Tarefa 3	Tarefa 1	Tarefa 2	Tarefa 3

Fonte: Autor

Esse planejamento, com as atividades, é passado para os responsáveis das equipes no primeiro dia da semana, de forma que as informações estejam alinhadas. Dessa forma, os pagamentos para as equipes, que são feitos no último dia da semana, são baseados nos resultados obtidos em relação a esse planejamento.

Por exemplo, considerando que a equipe C, formada por 2 funcionários da empresa X, receba normalmente um pagamento semanal de R\$1000,00. Com esse planejamento, organizado em 3 níveis, a equipe C vai receber um pagamento gradual com o nível de prioridade, podendo ser R\$800,00 se executar todas as tarefas com alta prioridade, R\$1400,00 se executar todas as tarefas com alta e média prioridades e R\$1800,00 se executar todas as tarefas com alta, média e baixa prioridades. Esse modelo de comprometimento da mão de obra tende a aumentar a produtividade, pois aumenta o interesse do trabalhador em executar a tarefa o

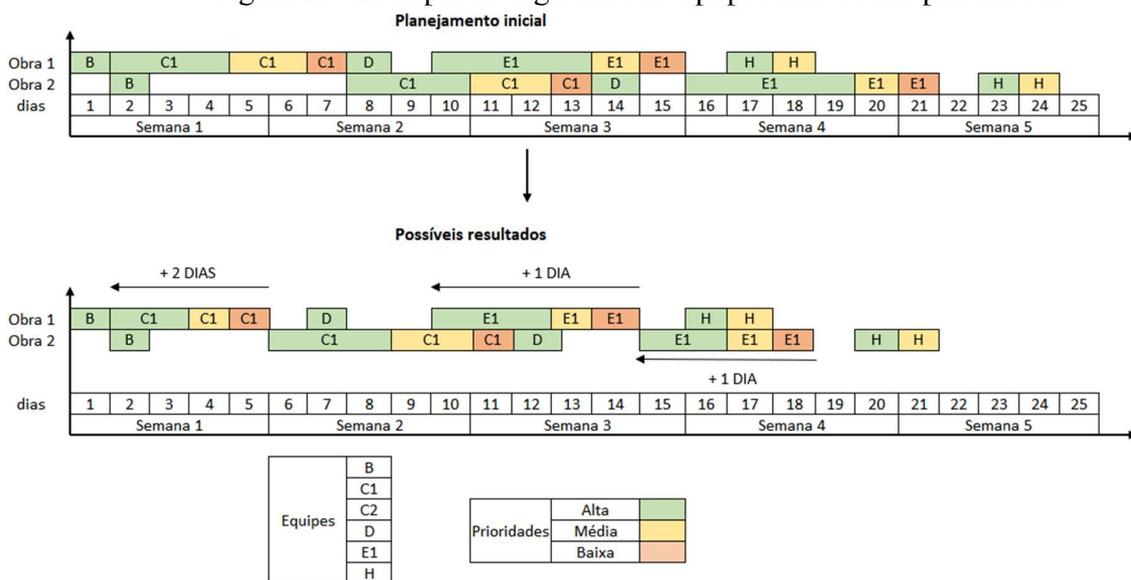
mais rápido possível. Lembrando que caso os serviços precisem ser refeitos posteriormente, não são considerados como finalizados.

Vale ressaltar que os valores acima são hipotéticos, assim como as atividades reais que são informadas no quadro 7, que são as atividades semanais informadas no planejamento de curto prazo, mostrado na Figura 22

A seguir, na figura 23, é possível verificar duas linhas de balanço com um exemplo hipotético da logística das equipes entre as obras, para facilitar o entendimento do que foi explicado no Quadro 8. Para o exemplo, foram consideradas 2 obras com inícios simultâneos, com as equipes B, C1, C2, D, E1 e H. A equipe A não foi considerada, visto que é formada por engenheiros e um estagiário de obra, que não tem remuneração variável.

Na primeira linha de balanço, é possível verificar o planejamento inicial, considerando os tempos de execução semelhantes ao modelo genérico de linha de balanço na Figura 19. Na segunda linha de balanço, é possível ver os possíveis resultados que essa forma de pagamento através de níveis de prioridades pode trazer. Vale ressaltar que essa estratégia é útil para funcionários ou terceirizados que recebem por diária.

Figura 23: Exemplo de logística das equipes através das prioridades



Fonte: Autor

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste capítulo, são abordadas e discutidas as conclusões acerca do trabalho que foi realizado, além de sugestões de pesquisas sobre o assunto.

6.1 CONCLUSÃO

O problema identificado do trabalho foi analisar os porquês de o estudo de caso ter tido problemas de lucratividade. A partir das análises dos resultados realizadas acerca dessa obra, foi possível entender os motivos e falhas de planejamento que causaram tantos problemas. E, dessa forma, com esse conhecimento obtido através da análise, foi possível atender o objetivo do projeto, que é elaborar um modelo genérico de PSP, que irá auxiliar a empresa em obras semelhantes. O modelo genérico de PSP tem o objetivo de servir como base de planejamento, cabendo ao responsável excluir ou modificar as durações das tarefas quando necessário.

Com todo esse estudo, foi possível concluir que deve sempre ser feito um planejamento adequado e exclusivo para cada obra de reforma. E que, muitas vezes, por se tratar de obras de reforma de pequeno/médio porte, alguns gestores menosprezam suas peculiaridades, usando planejamentos existentes de outras obras, criando, dessa forma, padrões que não são verdadeiros. Sendo assim, é possível verificar que sempre é necessário ter um planejamento adequado, além de um controle de produção e custos eficiente, para que erros como no estudo de caso não se repitam em outras obras.

6.2 SUGESTÕES DE PESQUISA

Para pesquisas sobre esse assunto, o autor recomenda que seria extremamente interessante e útil aplicar um modelo de PSP em um caso real, fato que não pode acontecer nesse projeto devido às limitações. E, dessa forma, avaliar a eficiência e usabilidade desse modelo.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- VRIJHOEF, Ruben; KOSKELA, Lauri. Revisiting the three peculiarities of production in construction. 2005.
- HERNANDES, Fernando Santos et al. Análise da importância do planejamento de obras para contratantes e empresas construtoras. 2002.
- LANTELME, Elvira; TZORTZOPOULOS, Patrícia; FORMOSO, Carlos. Indicadores de planejamento e controle da produção. NORIE/UFRGS/CNPq. Porto Alegre, 2001.
- ALBINO, JCDA et al. Competitividade e inovação na construção civil: Uma experiência rumo à personalização em massa. 2005.
- VISIOLI, Rita de Cássia et al. Metodologia para Gestão de Obras residenciais de pequeno porte: um estudo de caso. 2002.
- BIOTTO, Clarissa Notariano; FORMOSO, Carlos Torres; ISATTO, Eduardo Luis. Uso de modelagem 4D e Building Information Modeling na gestão de sistemas de produção em empreendimentos de construção. Ambiente Construído, v. 15, p. 79-96, 2015.
- RODRIGUES, Alana Araújo. O projeto do sistema de produção no contexto de obras complexas. 2006.
- KÜNZEL, Ramon. O projeto do sistema de produção de condomínios horizontais de médio porte. 2011.
- SOARES, Sérgio RA; BERNARDES, Ricardo S. CORDEIRO NETTO, Oscar de M. Relações entre saneamento, saúde pública e meio ambiente: elementos para formulação de um modelo de planejamento em saneamento. Cadernos de saúde pública, v. 18, p. 1713-1724, 2002.
- RODRIGUES, Alana Araújo. O projeto do sistema de produção no contexto de obras complexas. 2006.
- CANDIDO, Roberto et al. Gerenciamento de projetos. 2012.
- PMI. Um Guia do Conhecimento em Gerenciamento de Projetos. Guia PMBOK®. Quinta Edição – EUA: Project Management Institute, 2011.
- SILVA, Guilherme Lucas; RODRIGUES, Rafael. Proposta de implementação de ferramentas do lean manufacturing para redução de desperdícios e melhoria contínua dos processos. Revista Científic@ Universitas, v. 3, n. 2, 2014.
- Turner, J.R. The handbook of project-based management. London: McGraw-Hill. 1993.
- MELHADO, Silvio Burrattino. Qualidade do projeto na construção de edifícios: aplicação ao caso das empresas de incorporação e construção. 1994. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.
- MELHADO, Sílvio Burrattino; AGOPYAN, Vahan. Conceito de Projeto na Construção de Edifícios: diretrizes para sua elaboração e controle. 1995.

BAÊTA, Adelaide Maria Coelho et al. A política de ciência, tecnologia e inovação na formação do sistema nacional de inovação. *Perspectivas em Políticas Públicas*, v. 5, n. 10, p. 19-40, 2012.

SINAPI. Metodologias e conceitos: Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil / Caixa Econômica Federal. Brasília: CAIXA, 2015.

SCHRAMM, Fábio Kellermann; FORMOSO, Carlos Torres. Projeto de sistemas de produção na construção civil empregando simulação no apoio à tomada de decisão. *Ambiente Construído*, v. 15, p. 165-182, 2015.

DURANTE, Fábio Kischel. Proposta de diretrizes para o desenvolvimento do projeto do sistema de produção apoiado pelos processos BIM. 2016.

SCHRAMM, Fábio Kellermann. O projeto do sistema de produção na gestão de empreendimentos habitacionais de interesse social. 2004.

GIDADO, K. I. Project complexity: The focal point of construction production planning. *Construction Management & Economics*, v. 14, n. 3, p. 213-225, 1996.

BREAKSPEAR, Michael; BRAMMER, Mick; ROBINSON, Peter A. Construction of multivariate surrogate sets from nonlinear data using the wavelet transform. *Physica D: Nonlinear Phenomena*, v. 182, n. 1-2, p. 1-22, 2003.

LAUFER, Alexander; TUCKER, Richard L. Is construction project planning really doing its job? A critical examination of focus, role and process. *Construction management and economics*, v. 5, n. 3, p. 243-266, 1987.

BALLARD, Glenn; HOWELL, Greg. What kind of production is construction. In: *Proc. 6 th Annual Conf. Int'l. Group for Lean Construction*. 1998. p. 13-15.

MOURA, Camile Borges; FORMOSO, Carlos Torres. Análise quantitativa de indicadores de planejamento e controle da produção: impactos do Sistema Last Planner e fatores que afetam a sua eficácia. *Ambiente construído: revista da Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído*. Porto Alegre, RS. Vol. 9, n. 3 (jul./set. 2009), p. 57-74, 2010.

BALLARD, Glenn. Lookahead planning: the missing link in production control. In: *Annual conference of the international group for lean construction*. Gold Coast: IGLC, 1997. p. 13-25.

AL SARRAJ, Zohair M. Formal development of line-of-balance technique. *Journal of Construction Engineering and Management*, v. 116, n. 4, p. 689-704, 1990.

DEPEXE, Marcelo Dalcul et al. Modelo de análise da prática da qualidade em construtoras: focos da certificação e custos da qualidade. 2006.

FORMOSO, Carlos Torres et al. Termo de referência para o processo de planejamento e controle da produção em empresas construtoras. 1999.

COELHO, Henrique Otto. Diretrizes e requisitos para o planejamento e controle da produção em nível de médio prazo na construção civil. 2004.

BALLARD, Glenn; HOWELL, Greg. Implementing lean construction: improving downstream performance. *Lean construction*, p. 111-125, 1997.

MOURA, Camile Borges. Avaliação do impacto do Sistema Last Planner no desempenho de empreendimentos da construção civil. 2008.

YIN, R. Estudo de caso de planejamento e métodos. 2^a ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.

MARCHIORI, Fernanda Fernandes. Desenvolvimento de um método para elaboração de redes de composições de custo para orçamentação de obras de edificações. São Paulo, 2009.

SULE, D. R. Manufacturing Facilities: Location, Planning, and Design. Boca Raton: Third Edition; CRC Press, 2008