



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO TECNOLÓGICO
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

**MUDANÇAS PROVOCADAS PELA IMPLANTAÇÃO DE PROJETO PARA A
PRODUÇÃO DE FORMAS DE MADEIRA EM EMPRESA DE PEQUENO PORTE**

GUSTAVO HENRIQUE SALZER

ORIENTADOR: PROF. DR. RICARDO JUAN JOSÉ OVIEDO HAITO

**FLORIANÓPOLIS
2020**

GUSTAVO HENRIQUE SALZER

**MUDANÇAS PROVOCADAS PELA IMPLANTAÇÃO DE PROJETO PARA A
PRODUÇÃO DE FORMAS DE MADEIRA EM EMPRESA DE PEQUENO PORTE**

Trabalho Conclusão do Curso de Graduação em Engenharia Civil do Centro Tecnológico da Universidade Federal de Santa Catarina como requisito para a obtenção do título de Bacharel/Licenciado em Engenharia Civil.

Orientador: Prof, Dr. Ricardo Juan José Oviedo Haito

FLORIANÓPOLIS

2020

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Salzer, Gustavo Henrique
MUDANÇAS PROVOCADAS PELA IMPLANTAÇÃO DE PROJETO PARA A
PRODUÇÃO DE FORMAS DE MADEIRA EM EMPRESA DE PEQUENO PORTE
/ Gustavo Henrique Salzer ; orientador, Ricardo Juan José
Oviedo Haito, 2020.
68 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) -
Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico,
Graduação em Engenharia Civil, Florianópolis, 2020.

Inclui referências.

1. Engenharia Civil. 2. Projeto para Produção. I. Oviedo
Haito, Ricardo Juan José. II. Universidade Federal de
Santa Catarina. Graduação em Engenharia Civil. III. Título.

Gustavo Henrique Salzer

**MUDANÇAS PROVOCADAS PELA IMPLANTAÇÃO DE PROJETO PARA A
PRODUÇÃO DE FORMAS DE MADEIRA EM EMPRESA DE PEQUENO PORTE**

Este Trabalho Conclusão de Curso foi julgado adequado para obtenção do Título de “bacharel em Engenharia Civil” e aprovado em sua forma final pelo Curso de Engenharia Civil da Universidade Federal de Santa Catarina

Florianópolis 07 de dezembro de 2020.



Documento assinado digitalmente
Ricardo Juan Jose Oviedo Haito
Data: 14/12/2020 21:12:14-0300
CPF: 232.295.638-40

Prof. Ricardo Juan José Oviedo Haito, Dr.
Orientador
Universidade Federal de Santa Catarina

Banca Examinadora:

Profa Fernanda Fernandes Marchiori, Dr^a
Avaliadora
Universidade Federal de Santa Catarina

Engenheiro Rogério Sato
Avaliador

Este trabalho é dedicado aos meus queridos pais e familiares por toda a dedicação e apoio em todo este caminho, e também a minha namorada Marianne Braum Ruiz por toda a ajuda e paciência que teve para comigo.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente gostaria de agradecer aos meus pais Armindo Salzer e Edna Sckrotk Salzer, por todo o carinho e apoio que me deram nesta caminhada, e por nunca me deixar desistir dos meus sonhos e me ajudarem em todos os momentos de dúvidas.

Ao meu irmão Ricardo Augusto Salzer, sua esposa Jaqueline Vidal Ferreira Salzer e seus filhos Arthur Ferreira Salzer e Otávio Ferreira Salzer por todos os momentos de confraternização e alegria vividos.

Agradeço ao professor Ricardo Juan José Oviedo Haito, pelos ensinamentos e pela dedicação durante a execução deste trabalho.

Ao Rogério Sato, por todas as conversas que tivemos e pelos ensinamentos que foram importantes tanto para este trabalho, quanto para a vida profissional.

Aos colegas da BUD construtora, onde trabalho e criei amigos que levarei para toda a vida, além de ter aprendido muito com todos.

Por último, mas não menos importante agradeço à minha namorada Marianne Braum Ruiz, pela paciência para ouvir minhas crises de ansiedade, pelo carinho que nunca faltou, por toda a ajuda concedida durante a execução deste trabalho, e por todo o amor concedido independente da situação.

RESUMO

Diferentemente de outras áreas, as empresas construtoras seguem paradas no tempo, deixando de lado a evolução e conseqüentemente, a inovação. Inovar não se trata apenas de criações de novas tecnologias, pois muitas inovações encontram-se em atitudes básicas no canteiro de obras, em alterar a maneira de realizar uma atividade rotineira, e tratando-se disto a construção civil possui um grande potencial de melhora. Com base neste conceito, o projeto para produção muda o modo que se projeta e que se executa uma obra, e o presente trabalho mostra qual seria o impacto causado pela sua implantação. No modelo em que os projetos são feitos hoje, grande parte das decisões sobram para o canteiro de obras, já que não são especificados detalhes de peças, método de execução, entre outros aspectos importantes para o bom desempenho da obra, e o projeto para produção tem como principal objetivo retirar a responsabilidade do mestre de obras, e fazer com que as decisões mais importantes sejam tomadas ainda na etapa de projeto, evitando diversos imprevistos que normalmente aconteceriam. Com base nisto, foi feito um estudo de quais seriam as conseqüências pela utilização do projeto para produção e também um estudo de caso utilizando uma pequena construtora que não adere ao projeto para produção, e uma empresa especializada em projetos para produção de formas de madeira. Para este estudo foi feito um levantamento de como a construtora trabalha, quais as técnicas construtivas empregadas, quais os controles realizados durante a execução nos canteiros, entre outros aspectos relevantes. Após esta coleta, foi feita uma comparação entre o que é feito na construtora, e o que seria considerado ideal para a implantação de tal tecnologia pela empresa especializada. Com este estudo, foi possível concluir que a utilização do projeto para produção traria mais velocidade à obra, mais racionalização e uma qualidade maior para o produto final. Por tanto a sua utilização tornaria a empresa mais competitiva dentro do mercado.

Palavras-Chave: Inovação, decisão, projetos para produção, implantação.

ABSTRACT

Differently from other areas, the construction companies are still stopped in time, leaving evolution aside and consequently, the innovation. Innovate doesn't mean just creating new technologies, because many innovations are found in basic attitudes at the construction site, change the way you perform a routine activity, and dealing with this the civil construction has a great potential for improvement. Based on this concept, the design for assembly changes the way that projects and constructs, and this paper shows what would be the impact caused by its implementation. In the model that the projects are made today, the majority of the decisions left over to the construction site, since the part details are not specified, method of execution, among other important aspects to the good performance of the construction, and the design for assembly has as main objective to remove the responsibility of the masters of work, and ensure that the most important decisions are made at the design stage, avoiding several unforeseen events that would normally happen. Based on this, a study was made of what would be the consequences by using the design for assembly and also a case study using a small construction company that does not adhere to the design for assembly, and a specialized company in design for assembly of wood shapes. For this study was made a survey of how the construction company works, which construction techniques are employed, which controls are made during the execution in the construction site, among other relevant aspects. After this collection, was made a comparison between what is done in the construction company, and what is considered ideal for the implementation of such technology by the specialized company. With this study, it was possible to conclude that the use of the design for assembly bring more speed to the construction, more rationalization and a higher quality for the final product. Therefore, its use would make the company more competitive within the market.

Keywords: Innovation, decision, design for assembly, implantation.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Origem das falhas da edificação	12
Figura 2 - Metodologia	15
Figura 3 - Organização da empresa	17
Figura 4: Desperdício dos materiais na construção civil	22
Figura 5-Implantação de uma tecnologia construtiva racionalizada	24
Figura 6 - Projeto Tradicional	26
Figura 7 - Projeto Simultâneo.....	27
Figura 8 - Racionalização da alvenaria	32
Figura 9- Método tradicional de passagem de tubulação	32
Figura 10 - Formas de amarração dos blocos com a estrutura	33
Figura 11 - Alvenaria racionalizada	34
Figura 12 - Metodologia para projeto para produção de vedações verticais	34
Figura 13 - Sistema de formas tradicional para pilares	38
Figura 14 -Sistema de formas tradicional para vigas	38
Figura 15 - Sistema de formas tradicional para lajes	39
Figura 16 - Sistema de formas racionalizadas para pilares.....	41
Figura 17 - Sistema de formas racionalizadas para vigas	41
Figura 18 - Sistema de formas racionalizadas	42
Figura 19 - Planta de locação dos eixos e gachalhos / locação dos pilares e detalhe do gachalho.....	43
Figura 20 - Projeto de distribuição das escoras de viga: travamentos/detalhe das escoras.....	44
Figura 21 - Detalhe da estruturação dos painéis das vigas.....	44
Figura 22 - Detalhe da montagem dos pilares.....	45
Figura 23 -Passo a passo da montagem da forma do pilar.....	46
Figura 24 – Passo a Passo da montagem da forma das vigas e lajes	46
Figura 25 - Metodologia para implantar o PPFM.....	48
Figura 26 - Proposição do estudo de caso.....	55

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Entrevistados	16
Quadro 2 - Metodologia de trabalho da empresa	18
Quadro 3 - Escopo dos projetos tradicional e para produção	30
Quadro 4 - Componentes utilizados	37
Quadro 5 - Componentes utilizados	40
Quadro 6 - Dificuldades para a implantação do projeto para produção	50
Quadro 7 - Benefícios do projeto para produção.....	53
Quadro 8 - Pacote completo do PPFM.....	56
Quadro 9 - Comparação dos materiais	57
Quadro 10 - Partes constituintes dos sistemas de formas do estudo de caso	58
Quadro 11 - Comparação dos procedimentos.....	60
Quadro 12 – Mudanças necessárias identificadas para implantar PPFM em empresa de pequeno porte	64

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
2 OBJETIVOS	13
2.1 OBJETIVO GERAL.....	13
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	14
3 DELIMITAÇÕES	14
4 METODOLOGIA	14
4.1 PEQUENA CONSTRUTORA.....	17
4.1.1 Organização empresarial	17
4.1.2 Metodologia de trabalho e fiscalização	18
4.2 EMPRESA ESPECIALIZADA EM PROJETO PARA A PRODUÇÃO DE FÔRMAS DE MADEIRA	19
5 Revisão Bibliográfica	20
5.1 INOVAÇÃO.....	20
5.2 RACIONALIZAÇÃO	21
5.3 TECNOLOGIA CONSTRUTIVA RACIONALIZADA.....	23
5.4 PROJETOS	25
5.4.1 Projeto Tradicional	25
5.4.2 Projeto Simultâneo	26
5.4.3 Projeto da Produção	27
5.4.4 Projeto para Produção	29
5.4.4.1 <i>Projeto para produção de vedações verticais</i>	31
5.4.4.2 <i>Formas de madeira</i>	36
5.4.4.2.1 Sistema de formas	36
5.4.4.2.2 Projeto para produção de formas de madeira.....	42
6 RESULTADOS	48
6.1 METODOLOGIA PARA IMPLANTAR O PPFM	48
6.2 DIFICULDADES ADVINDAS DA IMPLANTAÇÃO DO PROJETO PARA PRODUÇÃO	50
6.3 BENEFÍCIOS ADVINDOS DA IMPLANTAÇÃO DO PROJETO PARA PRODUÇÃO	52
6.4 ESTUDO DE CASO.....	55
6.4.1 Etapa 1 – Componentes e Partes do sistema de formas	57
6.4.2 Etapa 2 – Sequência de execução	59
6.4.3 Etapa 3 – Possíveis dificuldades para a implantação do PPFM	64
7 CONCLUSÃO	66

1 INTRODUÇÃO

Os projetos apresentam uma grande capacidade de redução de custos e tempo de execução da obra. Melhado (1994) discutiu que a fase do projeto (concepção e fabricação) é responsável por 46% das falhas ocorridas na edificação, sejam estas falhas durante a execução ou pós-execução. Complementarmente, Lopez e Love (2012) discutiram que os custos diretos e indiretos trazidos pelos erros de projeto variam em torno de 6,85 e 7,36% do valor contratual, respectivamente. Analisando as informações acima, nota-se que uma melhora de projeto gera economias tanto de tempo quanto financeiras para a obra; bem como é possível afirmar que muitas das patologias ocorridas durante o uso da edificação, poderiam ser corrigidas ainda na etapa de projeto.

Figura 1 - Origem das falhas da edificação



Fonte: MELHADO (1994)

A Figura 1 mostra a origem das falhas de uma edificação, o que gera retrabalho e gastos adicionais e os projetos tradicionais (conceituais) não são o suficientemente detalhados para realizar uma obra. De acordo com Sabbatini (2019) “[...]. Se você vai construir um prédio só com os projetos conceituais, você tomou menos de 1% das decisões, mais de 99% vão ser tomadas pela mão de obra [...]”. Visto isso, surge uma nova tecnologia para melhorar e retirar a tomada de decisões do canteiro de obras, e colocá-la no local onde deveria estar. Esta inovação é o projeto para produção, que vem com o objetivo de racionalizar a construção e fazer com que os projetos sejam feitos de maneira completa.

O projeto acima citado traz consigo diversas informações que facilitam a obra e a tornam mais intuitiva. Para Dueñas Peña e Franco (2006), um bom projeto para produção deve descrever todo o planejamento e controle da obra, ou seja, ele deve dar suporte integral trazendo todas as técnicas que serão utilizadas durante a execução, a sequência correta, como o material será transportado, qual a configuração do canteiro durante a obra, além dos controles necessários para uma boa execução. Isto significa que a maioria das decisões são definidas ainda em

projeto, e por este motivo a obra se torna mais ágil, já que grande parte da obra está decidida.

O projeto para produção vem para mostrar e determinar como uma obra deve ser construída sem deixar os operários e empreiteiros tomarem decisões importantes. De acordo com Sato (2019) o projeto para produção é feito por especialistas, os quais convivem com obras no seu dia a dia, e por isso possuem um conhecimento acumulado do que funciona e do que não no canteiro de obras.

Se bem aplicado e bem supervisionado, o projeto para produção tem o poder de melhorar a qualidade do produto final, aumentar o grau de racionalização, além de aumentar o ritmo de trabalho, ou seja, terminar a obra em um prazo menor com uma qualidade maior. Todas as etapas da obra podem possuir um projeto para produção, como por exemplo: Formas de madeira, alvenaria, contra piso, revestimentos, impermeabilização, etc. Por tanto, conclui-se que uma melhoria na maneira de projetar, impacta em todo o processo construtivo.

Muitos autores brasileiros já estudaram a inovação vinculada à aplicação do projeto para produção como, por exemplo, Melhado (1994) que fala sobre como o projeto para produção pode trazer melhorias para a construção de edifícios; Fabricio e Melhado (1998) que discute a diferença entre projeto da produção e projeto para produção; Dueñas Peña e Franco (2006) propõem uma metodologia de aplicação do projeto para produção de vedações verticais em alvenaria; Aquino e Melhado (2005) dissertam sobre as dificuldades trazidas pela implantação do projeto para produção em algumas empresas estudadas pelos mesmos; Silva (2003) traz os passos necessários para utilizar o projeto para produção de vedações verticais, entre outros autores; Assahi (2005) que detalha um projeto para produção de formas de madeira; Barros e Sabbatini (2003) que falam sobre as diretrizes para a implantação de tecnologias construtivas racionalizadas. Porém estes focam apenas em edificações de grande porte, pois nelas os resultados trazidos são viabilizados dada a escala das obras. Além disto, as empresas de pequeno porte, por um problema cultural, não possuem a característica de investir em mudanças para melhorar as suas obras, pois de acordo com o especialista (2020), o qual será apresentado a seguir, as empresas olham apenas para o custo do projeto, e não para o seu benefício.

Dito isso, este trabalho aborda os potenciais impactos trazidos pela implantação do projeto para produção para uma pequena empresa. Para tanto, realizou-se um estudo de caso que mostra quais as mudanças necessárias em uma construtora de pequeno porte para utilizar o projeto para produção de fôrmas de madeira em estruturas de concreto armado.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

- Apresentar os impactos potenciais que a implantação do projeto para produção pode trazer para uma empresa de pequeno porte.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

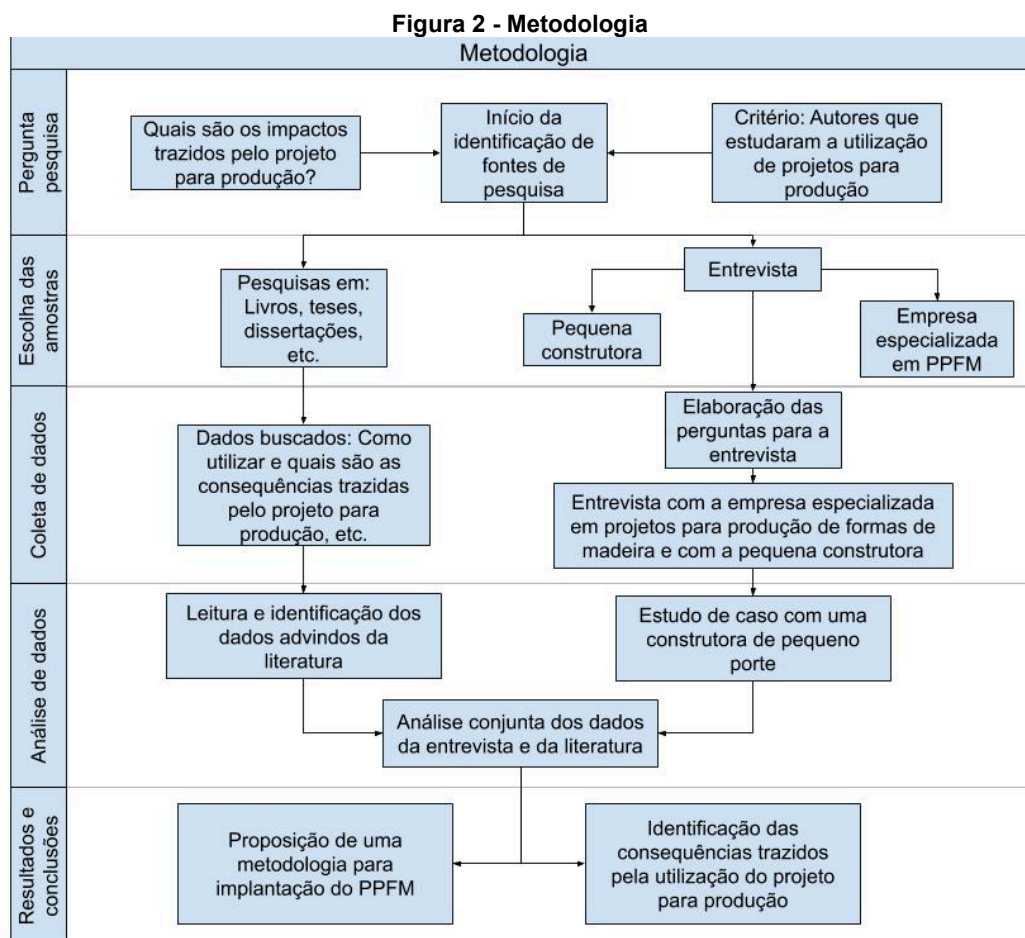
- Comparar os processos e os materiais utilizados pela empresa estudada para a execução da estrutura (desde a locação dos pilares até a concretagem da laje), com os de uma empresa especializada em projeto para produção de formas de madeira;
- Apresentar as consequências (benefícios e dificuldades) que projeto para produção gera para uma empresa que não o utiliza.
- Propor uma sequência teórica para a implantação do projeto para produção de madeira em uma construtora que não o utiliza;

3 DELIMITAÇÕES

O trabalho realizado possui algumas delimitações, as quais serão citadas neste tópico. A primeira delimitação se diz respeito ao estudo de caso teórico, ou seja, tal projeto não foi aplicado na prática para ver os reais problemas e benefícios encontrados com a aplicação do projeto para produção de formas de madeira. Outra delimitação se diz respeito ao custo, já que o mesmo não foi analisado. Por tanto o estudo de caso fez um estudo de quais os impactos o projeto para produção traria para a empresa que o aplicasse, sem analisar os custos de contratação do mesmo.

4 METODOLOGIA

Este trabalho realizou uma pesquisa qualitativa das dificuldades encontradas para a utilização de projetos para produção, e os passos serão comentados seguindo o método proposto por Bryman (2008). Ela possui cinco passos que devem ser seguidos para ser possível fazer uma boa descrição da metodologia qualitativa do projeto. A Figura 2 apresenta como foi feita a metodologia deste trabalho.



Fonte: AUTOR (2020)

A pergunta/problema guia do projeto é: Quais são os impactos trazidos pelo projeto para produção em uma empresa de pequeno porte? Com a definição da pergunta, iniciou-se a pesquisa. Para respondê-la, o critério utilizado para a busca da literatura foi localizar autores que já haviam estudado o projeto para produção.

Após definir a pergunta e o critério de pesquisa, iniciaram-se as pesquisas em livros, teses, dissertações, entre outros. Também foram utilizadas duas empresas para fazer um estudo de caso. A primeira é uma pequena construtora onde o autor deste TCC trabalha; sendo a segunda uma empresa especializada em projetos para produção de fôrmas de madeira. Ambas são descritas nos tópicos seguintes.

Os dados buscados diziam respeito a como utilizar o projeto para produção, quais as dificuldades e benefícios (impactos, consequências) trazidos pela implantação do mesmo, além de outros aspectos necessários de apoio para responder a pergunta, tema do trabalho. Além das pesquisas bibliográficas, foram feitas as entrevistas buscando saber como ambas as empresas trabalham e quais os procedimentos que utilizam para fazerem as suas estruturas. A seguir, será apresentado os entrevistados e quais as suas contribuições.

Quadro 1 - Entrevistados

Entrevistados	Contribuições
Responsável Construtora	Gerente da construtora que contribuiu com informações de como a sua empresa realiza a etapa de estruturas. Isto foi útil para realizar o estudo de caso
Responsável Empresa Especializada (especialista)	Engenheiro responsável da empresa especializada. Contribuiu com diversas informações advindas do projeto para produção, tais como: Dificuldades, benefícios, além de contribuir com o estudo de caso com informações do seu processo da etapa estrutural
Mão de Obra	Mão de obra das empreiteiras contratadas para realizar as obras da construtora. Contribui expondo as suas dificuldades dentro do canteiro de obras

Fonte: AUTOR (2020)

O Quadro 1 apresenta os entrevistados para a realização deste trabalho, ainda é possível ver um breve comentário de quais foram as suas maiores contribuições. Em resumo a construtora foi questionada de como realiza o seu processo para montagem da estrutura. A empresa especializada foi indagada de quais os principais problemas que enfrentava para conseguir entrar no mercado assim como quais os benefícios que o seu projeto trazia para a construção, e respondeu aos questionamentos realizados através de um especialista na área, o qual já foi e será citado mais algumas vezes neste trabalho, e sempre será mencionado como especialista. Esta entrevista está ilustrada no Apêndice A. A mão de obra foi questionada sobre quais problemas ela enfrenta durante a execução das obras, sejam estas dificuldades relacionadas aos projetos, ou a algum problema relacionado ao canteiro de obras. Além das empresas e da mão de obra foi levada em conta a vivência do autor deste trabalho, pois o mesmo participa no desenvolvimento dos projetos na pequena construtora e percebe que os mesmos são falhos e muitas vezes, como mostrado na introdução, a sua melhoria pode trazer um ganho grande em qualidade da obra como um todo.

Por fim, depois de todos os parâmetros analisados e investigados foi possível determinar quais são os impactos trazidos pelo projeto para produção, tanto suas dificuldades quanto seus benefícios, além de obter as respostas do estudo de caso que tem como objetivo ver o que deveria ser alterado em uma pequena construtora para implantar o projeto para produção de fôrmas em seu dia a dia. Além disto, foi possível criar uma metodologia para implantar o projeto para produção de formas de madeira em uma empresa que ainda não o utiliza. Esta metodologia engloba a empresa que deseja realizar todos os processos do projeto internamente, ou contratar tal projeto para uma etapa da obra específica.

A seguir são apresentadas as empresas participantes do estudo de caso. Estas são: empresa especializada que trabalha exclusivamente como projetos para produção de fôrmas de madeira; e a pequena construtora que é onde se avalia implantar tal projeto.

4.1 PEQUENA CONSTRUTORA

A estruturação da construtora é descrita em duas partes: organização empresarial, que trata de como ela se estrutura internamente, e metodologia de trabalho, que se refere ao modo em que a empresa trabalha suas obras. Os dados apresentados abaixo foram obtidos através de entrevistas com os sócios, além da vivência do autor desde trabalho no cotidiano da empresa.

4.1.1 Organização empresarial

A empresa analisada no estudo de caso, é uma construtora de pequeno porte, localizada na cidade de Florianópolis/SC. A empresa em questão foi criada há cerca de 3 anos e atua realizando a construção, fiscalização de obras e confecção de projetos. A grande maioria das obras e projetos são também de pequeno porte, normalmente variando de 120m² a 250m², portanto, a sua organização empresarial foi montada para atender a essas demandas. Na Figura 3 mostra-se o organograma da empresa.

Figura 3 - Organização da empresa



Fonte: AUTOR (2020)

A Figura 3 representa a organização da empresa e como é subdividido o trabalho na mesma. Os dois diretores são os responsáveis pela gestão da construtora, sendo que o Diretor 1 atua mais com a área de captação de clientes e análises de investimentos externos. O Diretor 2 atua na gestão dos projetos realizados internamente, é o responsável por fazer a compra de materiais, cotação de preços, trâmites legais (aprovações de projetos, habite-se, retirada de alvarás, etc.), entre outras atividades que dizem respeito ao gerenciamento da empresa, e junto com o Gerente de obras, acompanhar fiscalizar e dar o suporte necessário para as obras.

Além dos diretores, existe também o Gerente que trabalha frente à fiscalização da mão de obra e junto ao estagiário de obras, realiza toda a documentação necessária para o controle das mesmas (diário de obras, manual do

proprietário, memorial descritivo), entre outras atividades que são vinculadas ao canteiro. Por fim, os Projetistas são os responsáveis por produzir e compatibilizar os projetos realizados pela empresa. E por fim, auxiliando o Diretor 1 existe o setor financeiro, que faz toda a contabilidade da empresa.

Por fim, as empreiteiras são contratadas para realizarem as obras e ficam sob a supervisão do gerente de obras. Tais empreiteiras são responsáveis por contratarem a mão de obra e entregar os serviços nos prazos pré-estabelecidos.

A organização empresarial citada não é a melhor possível, pois muitas tarefas ficam concentradas no diretor 2, e por este motivo grande parte das decisões passam por suas mãos, o que causa um grande acúmulo de responsabilidade.

4.1.2 Metodologia de trabalho e fiscalização

A seguir serão apresentados alguns aspectos relacionados ao modo em que a construtora realiza suas obras. Este quadro foi montado com base na vivência do autor deste trabalho na empresa, e também com base em conversas diárias com os representantes da empresa (diretor 1 e 2).

Quadro 2 - Metodologia de trabalho da empresa

Aspectos de trabalho	Respostas
Tipo de obra realizada	As obras realizadas pela empresa normalmente são edificações unifamiliares.
Método de construir as obras	As obras são subcontratadas, e são construídas através dos métodos tradicionais (sem muita racionalização).
Organização do canteiro de obras	Não existe uma preocupação com a organização do canteiro de obras, ficando a cargo do mestre de obras definir o seu layout.
Cronograma	A empresa realiza um cronograma prévio e busca segui-lo em suas obras.
Supervisão em obra	As obras não são muito supervisionadas. Existe apenas um funcionário responsável por supervisionar todas as obras. Porém pela quantidade de obras, ele não consegue realizar uma fiscalização adequada.
Segurança dos funcionários	Não há uma fiscalização frente ao uso dos EPI's e EPC's, ficando a cargo do funcionário utilizar ou não. A empresa fornece os equipamentos, porém não fiscaliza o seu uso.

Quadro 2: Metodologia de trabalho da empresa

Aspectos de trabalho	Respostas
Qualidade das obras da empresa	As obras possuem um padrão médio/alto de acabamento, porém como citado anteriormente, por haver pouca racionalização na obra, existe muito desperdício de materiais e consequentemente, perda de eficiência e também perda econômica.
Controle de qualidade dos materiais	A empresa não realiza o controle de qualidade dos materiais recebidos em obra.

Fonte: AUTOR (2020)

O Quadro 2 traz o método de trabalho da construtora frente as suas obras. Ele mostra alguns pontos considerados importantes para que haja um bom entendimento de como a empresa realiza suas obras. É possível visualizar que a empresa realiza obras de pequeno porte (normalmente edificações unifamiliares) e que a mesma não se preocupa muito com a racionalização dos materiais, e por este motivo, existe um grande desperdício de insumos. Além disso, a empresa não realiza controles de qualidade nos materiais recebidos em obra e também não realiza fiscalizações frente ao que foi realizado pela mão de obra. Outro ponto a se destacar é a falta de fiscalização frente aos EPI's e EPC's, e também frente ao canteiro de obras, já que a organização do mesmo fica a cargo dos mestres de obras.

Analisando estes pontos, é possível entender melhor qual o padrão construtivo da construtora analisada, tanto relacionada a execução, quanto a fiscalização dos serviços realizados.

4.2 EMPRESA ESPECIALIZADA EM PROJETO PARA A PRODUÇÃO DE FÔRMAS DE MADEIRA

A empresa especializada é localizada na cidade e Estado de São Paulo, atuando no mercado desde o ano de 1982. Esta organização trabalha no ramo de projetos para estruturas de concreto armado, sendo que o seu foco está no projeto para produção de formas de madeira (PPFM). Embora a empresa esteja localizada em São Paulo, ela presta serviços para empresas de todo o Brasil e já possui nos dias atuais mais de 1.200 contratos assinados e executados.

Ela é procurada graças à grande qualidade de seus projetos, pois eles adequam-se à norma ABNT NBR 15696 - Fôrmas e escoramentos para estrutura de concreto, além de outras normas referentes ao desempenho de estruturas de concreto armado como, por exemplo, a ABNT NBR 6118. Além da qualidade do projeto do produto a companhia se preocupa com a qualidade de execução em obra, e para tal realiza acompanhamentos e treinamentos da mão de obra e supervisores.

Para conseguir garantir a qualidade do produto final, a empresa está em constante contato com os fornecedores, além de auxiliar os clientes a comprar os materiais que foram especificados em projeto, além é claro, da qualidade da mão de obra.

Para que tudo seja feito conforme projeto, toda a mão de obra é treinada através do protótipo de fôrmas, que consiste na confecção de 2 (dois) pilares e 1 (uma) viga para que seja possível os treinadores explicar todo o processo de montagem das fôrmas, além de mostrarem todos os pontos de inspeção necessários, e com isso podem garantir que tudo está sendo feito de acordo com o projeto. O PPFM é um projeto voltado para os carpinteiros onde existem todos os passos que devem ser tomados na confecção e na montagem das fôrmas, por isso, o próprio trabalhador consegue enxergar quando o projeto está sendo executado de forma correta.

Outro aspecto que ficou nítido durante as entrevistas com a empresa especializada é a sua constante preocupação com a limpeza e com a organização no canteiro de obras. Esta preocupação acontece, pois com o canteiro limpo e organizado a perda de materiais em transporte é menor, assim como a perda de tempo em deslocamentos.

5 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

5.1 INOVAÇÃO

Embora o termo inovação esteja atrelado a algo novo que será implementado, não necessariamente tem a mesma aplicação para todas as empresas. De acordo com o Manual de Oslo (2006, p. 56)

“Algumas empresas inserem-se em projetos de inovação bem definidos, como o desenvolvimento e a introdução de um novo produto, enquanto outras realizam primordialmente melhoramentos contínuos em seus produtos, processos e operações.”

Ainda seguindo o que o Manual de Oslo (2006) diz, existem 4 grandes grupos de inovação, sendo eles: do produto, do processo, de marketing e organizacional. Isto significa que mesmo que a inovação busque a melhoria da empresa, ela pode ser aplicada e vista de maneiras diferentes nas empresas, ou seja, algumas organizações priorizam colocar um novo produto no mercado, enquanto outras buscam, através de pequenas mudanças, melhorar os seus processos, por exemplo.

Não é necessária uma grande mudança para ser considerada inovação. Pois de acordo com Sousa (2015, p. 12) “[...] em muitos casos, a inovação pode surgir a partir de uma destinação diferente para aquilo que já existe [...]”, ou de acordo com o Manual de Oslo (2006, p. 56) “[...] processos e métodos que as empresas são as pioneiras a desenvolver e aqueles que foram adotados de outras empresas ou organizações”. Isso quer dizer que as inovações não precisam ser algo literalmente novo, mas sim algo que altere para melhor o aquilo onde está sendo aplicado.

Portanto, inclusive uma pequena mudança de pensamento, que tenha por objetivo melhorar o processo ou o produto ou a organização é considerada inovação.

Mesmo que pequenas alterações sejam consideradas inovações, não adianta deixá-las no papel, ou apenas na ideia. Isto é afirmado com base no que é mostrado pelo Manual de Oslo (2006), já que é dito que para ser considerada inovação, o produto deve ter sido implantado, ou seja, deve ter sido introduzido no mercado de forma satisfatória. Dito isto, pode-se concluir que não basta apenas ter uma ideia revolucionária e deixá-la na imaginação, somado a esta invenção, é necessário reproduzi-la e aplicá-la no mercado para poder ser chamada de inovação.

A inovação é o melhor caminho para o incremento de qualidade na construção civil. Embora o setor construtivo possua uma enorme capacidade e margem de crescimento, infelizmente não há incentivos para que tal evolução aconteça, pois a maioria das empresas não faz investimentos no setor de P&D (pesquisa e desenvolvimento), diferentemente de outros ramos da indústria (YEPES et al., 2010). Este problema se dá devido à cultura do setor da construção, pois os responsáveis pelas mudanças possuem medo de inovar e preferem permanecer na construção “tradicional”, pois a mesma é realizada há muitos anos desta forma.

5.2 RACIONALIZAÇÃO

Racionalização significa raciocinar antes de tomar qualquer decisão. Como diz Rosso (1980)

“Pode-se entender por racionalização de um processo de produção um conjunto de ações reformadoras que se propõem a substituir as práticas rotineiras convencionais por recursos e métodos baseados em raciocínio sistemático, visando eliminar a casualidade nas decisões”.

Isto significa que é necessário pensar antes de qualquer passo que se deseja tomar, para diminuir o imprevisto e a incerteza existentes no canteiro de obras. Ainda é possível dizer que a racionalização começa na etapa de concepção dos projetos e termina no pós obra.

Mesmo que já existam estudos que comprovem os benefícios trazidos por ela, muitas vezes algumas empresas não os entendem. A racionalização busca diminuir os prazos e conseqüentemente aumentar os lucros, e para atingir tal objetivo, os pontos críticos (projeto, logística, execução, mão de obra, materiais, entre outros) do processo construtivo devem ser atacados de forma intensiva, para que estes se tornem menos críticos e a empresa melhore como um todo (BARROS 1996). Por tanto, a racionalização deveria ser algo muito mais presente no cotidiano de todas as empresas que querem de alguma forma crescer e se manter competitivas no mercado, que a cada dia que passa aumenta mais as exigências.

Este processo embora possua muitos benefícios para a construtora, também ajuda o cliente. De acordo com Novelli (2017)

“[...] ao idealizar um projeto prévio, estabelecendo planos e ações específicas que serão necessárias, antes de começar a obra propriamente

dita, garante ao profissional uma visão ampla, e a possibilidade de prever algumas situações que podem ou não sair do controle”.

Isso significa que a empresa consegue prever o andamento da obra e não ser “pega de surpresa”, e como o projeto foi todo idealizado, os problemas de execução serão mitigados, portanto beneficiarão o cliente, já que o produto final terá uma qualidade maior.

Por fim, os benefícios trazidos pela racionalização são inúmeros. Como mostra Novelli (2017) com os pontos abaixo.

- Redução do processo de mão de obra;
- Redução do tempo hábil da construção;
- Redução de gastos desnecessários;
- Consumo consciente do material de construção;
- Redução do custo total da obra;
- Melhorias na qualidade do serviço;
- Como também na qualidade do produto;
- Planejamento prévio de todas as etapas;
- Visualização antecipada de imprevistos;
- Organização e administração construtiva;
- Maior capacidade de resolução de problemas;
- Redução de problemas construtivos;
- Padronização dos projetos construtivos;
- Análise de riscos associado à construção;

A partir desta lista, é possível ver que os benefícios incluem a redução de gastos total da obra, melhoria da qualidade dos serviços e também da qualidade do produto final, além de reduzir o tempo de execução da mesma.

Outro aspecto de extrema importância que pode ser citado é a preservação do meio ambiente. Já que grande parte dos resíduos gerados pela construção civil não são reciclados, e por esta razão o desperdício no canteiro de obras deve ser evitado e combatido. Na Figura 4 mostra-se a porcentagem de desperdício de alguns materiais na construção civil.

Figura 4: Desperdício dos materiais na construção civil



Fonte: Matuti; Santana (2019)

A Figura 4 mostra a importância da racionalização e uso consciente dos materiais construtivos, pois uma boa parcela deles é perdida em obra, e evitar estes desperdícios traz um ganho econômico e um ganho ambiental, pois além de muito desperdício, não é regra na construção civil realizar a reciclagem de seus resíduos.

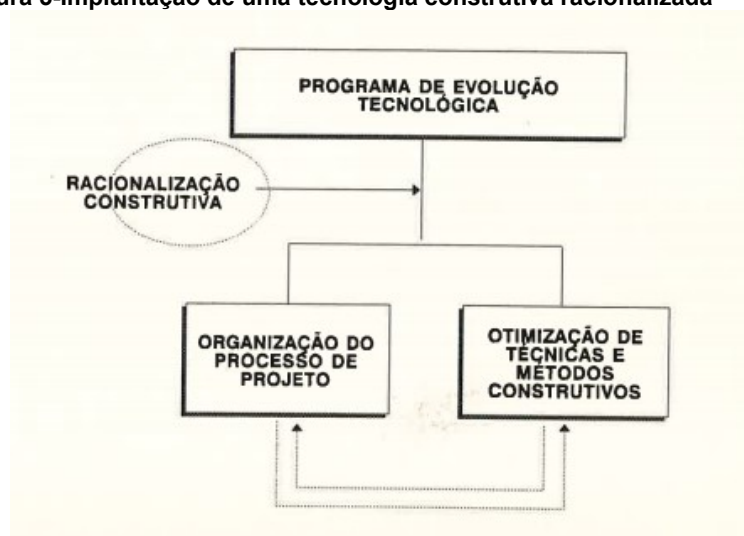
5.3 TECNOLOGIA CONSTRUTIVA RACIONALIZADA

De acordo com Barros (1996) a tecnologia construtiva racionalizada é um conjunto de vários conhecimentos empíricos e científicos que somados ajudam a desenvolver alguma parte da edificação e que por sua vez, buscam aperfeiçoar todos os recursos, sejam eles financeiros, materiais ou humanos. Isto significa que esta tecnologia deve ser incentivada e desenvolvida por todos dentro da organização empresarial, pois a mão de obra, normalmente, possui muito conhecimento empírico, porém a parte científica deve ser tratada e empregada por quem possui tal conhecimento.

Embora seja algo crescente no mercado, não existe o devido incentivo para o desenvolvimento de novas tecnologias construtivas racionalizadas. Segundo Melhado (1994, p. 89) “[...] a construção de edifícios dispõe de tecnologia desenvolvida ao longo dos tempos e de forma quase sempre empírica”, e ainda segundo este mesmo autor, no Brasil a tecnologia construtiva é estudada e aprimorada de forma totalmente descoordenada, e por não haver um investimento nesta área os esforços não se somam em busca de um objetivo comum, e fazem com que os resultados obtidos fiquem abaixo da expectativa. Isto é visto no dia a dia de muitas empresas, já que grande parte das mesmas não possui um programa tecnológico, ou seja, acabam ficando dependentes da tecnologia desenvolvida de forma empírica, a qual demora muito para evoluir, nem busca a inovação e fontes externas às suas operações.

A Figura 5 mostra como funciona a implantação de uma tecnologia construtiva racionalizada com base em estudos técnicos.

Figura 5-Implantação de uma tecnologia construtiva racionalizada



Fonte: MELHADO (1994)

Na Figura 5 é possível ver que o primeiro passo é possuir um programa de evolução tecnológica, que nem sempre existe dentro da empresa, e sem este componente, a cadeia inteira fica comprometida. Além disto, é visível que o processo deve ser retroalimentado e fazer uma análise constante dos resultados, já que é essencial estar o tempo todo aperfeiçoando as técnicas e métodos construtivos e para que isto seja possível é preciso estar sempre melhorando a organização do processo, além de ser necessário buscar incessantemente novas tecnologias para sempre melhorar e evoluir o setor.

Visto isto, pode-se dizer que a principal barreira para a implantação das tecnologias construtivas racionalizadas é a mentalidade de quem as implanta. Barros (1996, p. 101) fala que *“muitas empresas ansiosas por resultados, acabam perdendo o estímulo inicial, sendo difícil fazer a ‘qualidade’ chegar aos canteiros de obras”* e de acordo com Melhado (1994) um dos principais obstáculos a se superar, é a impaciência dos envolvidos para ter os resultados e na incredulidade nos mesmos. Analisando a figura acima e o que os dois autores expuseram as tecnologias construtivas racionalizadas não evoluem tanto, pois infelizmente muitas vezes o resultado não é imediato, e por isso as pessoas responsáveis pela empresa acabam desistindo e não investindo mais no programa de tecnologia.

A aplicação destas tecnologias deve ser feita de forma controlada. Barros (1996, p. 124) discutiu que, antes de serem ofertadas no mercado, as tecnologias devem ser testadas *“[...] em uma escala experimental em condições de trabalho diferente da construção industrial [...] para que a detecção das deficiências não cause problemas em níveis elevados.”* As tecnologias construtivas racionalizadas podem ser desenvolvidas em locais especiais, como universidades, por exemplo, para só depois efetivamente irem ao mercado. Isto mostra mais uma vez que é um processo lento e que exige investimento e paciência, algo que está em falta nesta área.

Para finalizar, é necessária uma mudança profunda para que seja possível a implantação destas tecnologias. De acordo com Barros (1996) não existem soluções

prontas para tudo no mercado, e por isso é necessário que toda a empresa se sinta engajada e encorajada para procurar saídas tecnológicas para os problemas que vem surgindo, pois apenas mudando o pensamento de todos dentro da mesma é possível fazer com que as tecnologias construtivas racionalizadas ganhem força e realmente atinjam o potencial de mudança que elas possuem. Isto significa que não podem ser tomadas apenas medidas localizadas dentro de uma única obra, mas sim, mudar o modo de agir, pensar, fazer e se organizar para que as mudanças trazidas pelas novas tecnologias consigam realizar o seu papel.

5.4 PROJETOS

Neste tópico descrevem-se os diferentes tipos de projetos que este trabalho considerou, comentando quais são as principais características de cada um deles, além de salientar as maiores diferenças, e onde cada um é aplicado dentro da engenharia civil. Nesta discussão incluem-se os seguintes projetos: Projeto tradicional, projeto simultâneo, projeto da produção e projeto para produção.

5.4.1 Projeto Tradicional

O projeto tradicional não leva em conta todos os aspectos necessários para o bom desenvolvimento da obra. De acordo com Aquino e Melhado (2005, p. 1)

“[...]os engenheiros que concebiam o produto faziam-no sem levar em consideração os custos incorridos no processo de fabricação e as vantagens e inconvenientes de uma determinada proposta de projeto quanto ao modo como produzi-lo. Da mesma forma, os gerentes de produção ignoravam algumas potenciais exigências funcionais do produto, atendendo às especificações estritamente necessárias, que não comprometessem o andamento do processo de fabricação. O resultado era a baixa qualidade do produto final com altos custos de produção.”

Ou seja, o projeto tradicional não se preocupa com a obra como um todo, mas sim com o produto, sem olhar para as dificuldades encontradas nas outras etapas da obra.

Porém embora esta modalidade de projeto seja muito presente ainda nos dias de hoje, ela não é a mais eficiente. Isso se dá pelo fato de que a obra não anda como um conjunto, pois muitas atividades só começam após o término de suas predecessoras (AQUINO; MELHADO 2005). Seguindo esta filosofia, cada etapa acontece de forma isolada, sem ter uma devida comunicação com os outros responsáveis, e com isso algumas exigências acabam sendo deixadas de lado, como se mostra na Figura 9.

Figura 6 - Projeto Tradicional



Fonte: RUSSELL; TAYLOR (2011)

Como dito anteriormente, a Figura 6 representa o modelo ultrapassado, porém ainda muito encontrado do projeto tradicional, onde cada responsável por sua tarefa fica isolado, sem um contato devido com os outros, fazendo com que às vezes não haja a devida compreensão do que está sendo executado. O maior problema encontrado é que esta modalidade de projeto foca apenas no produto final e de acordo com Aquino e Melhado (2005, p. 2)

“são observados comumente erros de projeto, ausência de detalhes relativos ao processo de produção, retrabalhos, desperdícios, demora para lançamento de novos produtos, alto custo de produção e baixa qualidade dos produtos finais.”

Isto também se dá ao fato de não existir uma boa gestão da produção e por isso, fica difícil de fazer uma integração de todo o trabalho.

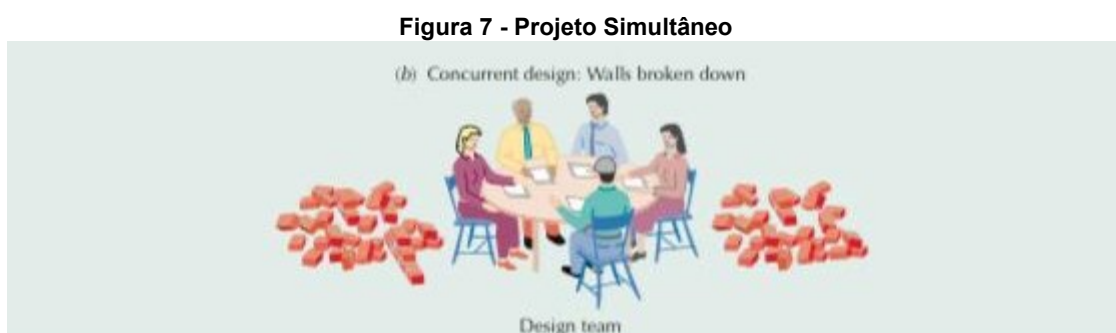
O projeto tradicional sofre de vários problemas, dentre eles está à ausência de informações. De acordo com Silva (2003) os projetos tradicionais não estão cumprindo a função básica, que seria fornecer dados suficientes para que execução da obra fosse feita de maneira adequada, ou ainda os projetos são enviados para o canteiro com erros técnicos, dificultando a sua execução. Isto significa que os projetos possuem uma qualidade inferior ao que deveriam ter, já que pela falta de dados, ou pelos erros, é necessário que a mão de obra faça interpretações e executem da maneira que achem melhor. Por tanto é necessário pensar em uma maneira mais eficiente para a realização dos projetos, para que ele possua informações suficientes para uma boa execução da obra.

5.4.2 Projeto Simultâneo

O projeto simultâneo é uma modalidade diferenciada de se trabalhar, algo de extrema importância nos dias de hoje, onde cada vez mais é necessário competitividade dentro da empresa. Aquino e Melhado (2005, p. 3) dizem que “[...] o enfoque do projeto simultâneo é, portanto, integrar o desenvolvimento do produto (que tem ênfase nas necessidades e expectativas dos clientes) ao desenvolvimento dos demais processos envolvidos, por meio de cooperação entre os diversos

agentes”. Isso significa dizer que o projeto simultâneo integra todas as etapas da obra, desde a idealização do produto, até a sua devida execução. Se bem realizado, esta modalidade garante a qualidade que o cliente deseja, sem diminuir a eficiência necessária garantida pelo projetista, fornecedor e responsável pela execução da obra.

Porém embora seja necessária uma interligação entre os agentes que compõem o processo, apenas isso não garante um bom resultado. Todos os envolvidos devem ter em mente o mesmo propósito, e caminharem juntos para atingirem o objetivo almejado, como mostrado na Figura 7.



Fonte: RUSSELL; TAYLOR (2011)

Como podemos ver na Figura 7, a comunicação entre todos os agentes é de extrema importância. Se bem coordenado e bem executado, a possibilidade de o projeto atender a todas as exigências do cliente aumenta de forma drástica, além de outros pontos positivos, citados por Aquino e Melhado (2005), tais como:

- Formação de equipes multidisciplinares
- Projetos elaborados em menos tempo;
- Melhoria nos processos;
- Produto final com um incremento de qualidade;
- Custos reduzidos;
- Aumento na competitividade da empresa.

Por fim, o principal objetivo do projeto simultâneo, é reduzir as incertezas que o projeto tradicional deixava, e isto é feito através da criação de equipes multidisciplinares, que garantirão a qualidade desejada pelo cliente.

5.4.3 Projeto da Produção

O projeto da produção, também conhecido como projeto do processo, é uma etapa muito importante para a empresa. Segundo Santos e Moccellini (1999, p. 6)

“etapa onde, através de políticas e estratégias produtivas de desenvolvimento do processo de trabalho e da organização e planejamento da produção, são definidas as atividades produtivas e sua seqüência tecnológica de produção bem como sua base técnica”.

Ou seja, é nesta etapa onde se definem, com base nas técnicas utilizadas pela empresa, as atividades e as seqüências de produção que serão utilizadas.

Um bom projeto pode aumentar a quantidade de opções de processos que a empresa utiliza no canteiro de obras, ou seja, possuir um maior número de possibilidades para resoluções de problemas. Santos e Moccellini (1999, p. 6) ainda complementam dizendo que o projeto da produção é:

“uma etapa do ciclo de produção de edificações fundamental para que as empresas deste segmento consigam ampliar o domínio do processo de trabalho em canteiro, a partir do qual, através de uma política de desenvolvimento contínuo, se possa alcançar patamares de qualidade e produtividade mais elevados”.

Além de definir as atividades que a empresa realiza no canteiro de obras, através de um bom projeto da produção é possível que a empresa melhore a qualidade e a produtividade de suas tarefas.

O projeto da produção é diferente na construção civil quando comparado com a indústria seriada. Porém, mesmo com esta diferença, Melhado e Fabricio (1998, p. 733) afirmam que

“o fato de uma determinada empresa utilizar, na produção de diferentes obras, uma mesma tipologia de sistema construtivo permite a criação de normas e procedimentos padronizados que, se dificilmente chegariam a prescrever os tempos e movimentos conforme os ideais tayloristas, podem claramente definir as técnicas construtivas e os padrões de qualidade exigidos em cada serviço.”.

Ou seja, isso se dá ao fato de a empresa estabelecer uma metodologia de trabalho, que embora não possa ser repetida rigorosamente igual todas às vezes, existe um padrão de referência que deve ser seguido para uma boa execução da atividade em questão. Isto pode ser visualizado nas obras residenciais, por exemplo, onde a empresa define quais controles são necessários, quais ferramentas serão utilizadas, quais técnicas serão empregadas para cada parte da obra, e mesmo que cada residência possua uma arquitetura própria, os passos seguidos para a sua execução, são sempre os mesmos. Sendo assim, pode-se afirmar que uma empresa que conhece bem seus processos, e estabelece um bom projeto da produção possui um maior controle das suas forças e fraquezas.

As empresas que desejam ser competitivas necessitam de um projeto da produção coerente. Esta afirmação é feita, pois o projeto da produção possui um caráter estratégico e com um devido monitoramento em obra, com a ideia de melhoria contínua bem implantada na visão da empresa, é possível assimilar novas tecnologias da construção civil às obras com mais facilidade (MELHADO; FABRICIO, 1998). Visto este ponto, pode-se afirmar que as empresas mais bem organizadas conseguem se adaptar de maneira mais fácil, já que com um bom controle dos procedimentos internos é mais simples ver onde a nova tecnologia se encaixa, e o que deve ser alterado para a sua devida utilização.

Vale acrescentar que esta metodologia de projeto é de extrema importância e facilita a colocação de novas tecnologias em prática. Inclusive, o projeto para produção visto no tópico seguinte, é mais bem empregado quando o projeto da produção é bem desenvolvido.

5.4.4 Projeto para Produção

O projeto para produção é uma tecnologia que vem para ajudar a melhorar a qualidade da obra, detalhando melhor as atividades realizadas no canteiro. O mesmo é caracterizado por Melhado e Fabricio (1998, p. 735) como

“Conjunto de elementos de projeto elaborados de forma simultânea ao detalhamento do projeto executivo, para utilização no âmbito das atividades de produção em obra, contendo as definições de: disposição e seqüência de atividades de obra e frentes de serviço; uso de equipamentos; arranjo e evolução do canteiro; dentre outros itens vinculados às características e recursos próprios da empresa construtora”.

Visto isso, a ideia central do projeto para produção é fornecer todas as diretrizes necessárias para a boa execução das tarefas, já que este fornece, detalhadamente, todas as etapas que devem ser realizadas do início ao fim da obra. Com esta explicação, conclui-se que o projeto para produção tem o potencial de aumentar a produtividade da obra, já que serão minimizadas as tomadas de decisões no canteiro, pois tudo vem previamente definido em projeto.

Embora na indústria seriada o projeto para produção possua um valor fundamental, na construção civil o mesmo ainda está sendo descoberto, isso se deve ao fato de que na indústria seriada, caso haja um erro, este é produzido em série. Outras empresas descobriram o seu valor há algum tempo e de acordo com Aquino e Melhado (2005, p. 5)

“[...] o projeto voltado à produção é o resultado do esforço consciente e integrado dos diversos agentes do processo que, na tentativa de minimizar custos, aumentar a produtividade, melhorar a qualidade final do produto e facilitar a produção, discutem e optam por alternativas de projeto que considerem esses aspectos.”

Por esta ótica, é visível que um projeto bem feito é, potencialmente, capaz de reduzir erros, aumentar produtividade e conseqüentemente diminuir custos e prazos, porém infelizmente esta modalidade de projeto ainda é pouco explorada na construção.

Como dito anteriormente, o projeto para produção deveria ser desenvolvido simultaneamente ao projeto executivo. Porém não é o que ocorre na prática, já que tais projetos normalmente são contratados apenas após a compatibilização dos executivos (BARROS e SABATTINI, 2003). Dito isto, é visível que o potencial de melhoria da construção civil através da exploração desta modalidade de maneira correta. Um exemplo do que poderia ser explorado, é o posicionamento das instalações seguindo as características da alvenaria. Ou seja, posicionar ainda em projeto a exata localização onde as tubulações irão passar, e caso necessário inserir um *shaft* para a passagem das mesmas, no entanto como o projeto para a produção só é desenvolvido posteriormente, esta medida se torna inviável.

O projeto para produção começou a ser explorado na construção civil de maneira tímida, apenas para a compatibilização de projetos, isto é, o seu verdadeiro potencial não é extraído de maneira adequada. Embora esta compatibilização tenha sido um avanço em relação ao projeto tradicional, apenas pequenas distorções eram corrigidas, já que como todos os projetos estavam prontos, não era possível fazer

amplas alterações (AQUINO; MELHADO, 2005). Isto reforça a ideia de que a maneira mais correta da aplicação é junto à idealização dos projetos “tradicionais”, pois quando realizado desta maneira, a integração dos projetos é feita de forma melhor, gerando um resultado final superior.

De acordo com Silva (2003) uma das principais premissas do projeto para produção é fornecer todos os detalhes necessários para a construção, para que não haja tomada de decisões por quem apenas executa. Isto é, o objetivo é fazer com que todas as definições sejam feitas ainda na fase de projeto e garanta que todas as etapas estejam claramente definidas, para que o operário não tenha espaço para interpretação e não tome decisões equivocadas, já que este, muitas vezes, não possui o preparo necessário para tomar tais decisões.

É visível que pela tendência do mercado aos poucos o projeto tradicional seja substituído pela junção dos outros três (simultâneo, da produção e para produção), já que unidos eles garantem que todos os agentes trabalhem juntos dentro do molde de padrão da construtora, e que cheguem a um produto final de melhor qualidade, já que todas as suas etapas estarão bem detalhadas. A diferença entre um projeto tradicional e a junção dos outros pode ser visto no Quadro 3.

Quadro 3 - Escopo dos projetos tradicional e para produção

Modalidade	Projeto Tradicional	Projeto para produção
Objetivos	Possui o objetivo de mostrar quais são as características gerais do produto final, através de desenhos gráficos.	Tem o objetivo de definir quais são os métodos que serão utilizados para realizar cada tarefa.
Escopo	<ul style="list-style-type: none"> • Especificações para aquisição e entrega do produto; • Parâmetros de desempenho; • Definição dos padrões de qualidade; • Tolerâncias admissíveis para a qualidade. 	<ul style="list-style-type: none"> • Técnicas e métodos construtivos; • Soluções para as interfaces; • Equipamentos utilizados; • Sequências de execução • Definição dos materiais; • Definição dos controles que serão feitos; • Definição dos padrões de qualidade; • Logística de produção (canteiro de obras).

Fonte: Aquino; Melhado (2005)

Analisando o Quadro 3 é nítido ver que os objetivos dos dois projetos são distintos. Enquanto o projeto para produção define os passos e métodos que deverão ser empregados em cada etapa da obra, o projeto tradicional define apenas os aspectos gerais, deixando o projeto incompleto. Outro ponto a se destacar é que o escopo do projeto tradicional não está obsoleto, pois o mesmo contém informações necessárias para que o projeto para produção tenha o resultado desejado.

Por fim, existem projetos para a produção nos mais diversos serviços presentes em uma obra, como por exemplo, os projetos para produção de vedações verticais, contra piso, formas de madeira, impermeabilização, esquadrias,

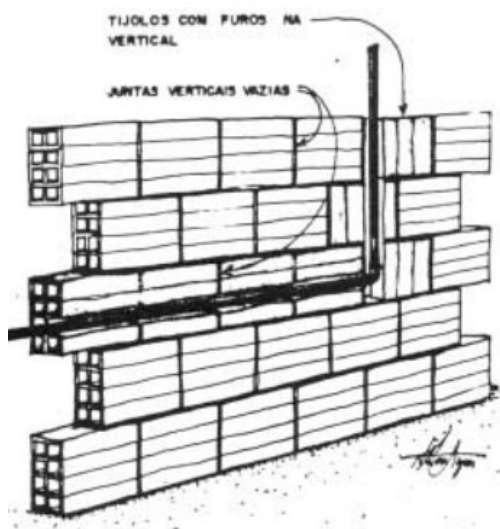
revestimentos, etc. Estes projetos compartilham as características discutidas por Aquino e Melhado (2005); para exemplificar sua utilização. A seguir será explicado de maneira mais aprofundada os projetos para produção de vedações verticais e de formas de madeira.

5.4.4.1 Projeto para produção de vedações verticais

As vedações verticais são compostas de diversos subsistemas. Segundo Aquino e Melhado (2005), estas são compostas por todos os elementos que de alguma forma servem para limitar verticalmente os ambientes e conseqüentemente funcionando como uma barreira dos agentes externos, sendo estes a temperatura, chuva, umidade, etc. Desta forma os principais componentes são as esquadrias, revestimentos e alvenarias, os quais possuem um grande potencial de racionalização.

Um ponto importante é a qualidade que o projeto para produção de vedações verticais (PPVV) traz para a obra. Silva (2003) salienta que o projeto para produção de vedações verticais possui um grande potencial, já que este possui o poder de compatibilizar informações advindas de diversas fontes, sendo elas os projetos arquitetônicos, sistemas prediais (estrutural, hidrossanitário, elétrico), além das especificações técnicas. O principal fator de racionalização é a alvenaria, já que é por estas que passam as instalações hidráulicas, elétricas e também onde são empregados os revestimentos e esquadrias.

Embora o custo das alvenarias em si não seja muito elevado, a sua racionalização pode ter um grande impacto na economia da obra. Aquino e Melhado (2005, p. 8) dizem que: *“quando são consideradas as interferências do vedado com as instalações elétricas e hidrossanitárias, esquadrias e com os revestimentos, esse custo pode chegar a 20% do custo total de execução do edifício.”*. Dessa forma, foi mostrado o impacto que a racionalização deste subsistema pode trazer economia, além de melhorar a qualidade da obra.

Figura 8 - Racionalização da alvenaria

Fonte: SILVA (2003)

Na Figura 8 é possível ver como funciona a racionalização da alvenaria. Nela está sendo relatada a interação entre os componentes hidráulicos e a vedação vertical. Além disto, é mostrado que os furos dos blocos cerâmicos são utilizados para a passagem da tubulação, logo as juntas devem estar vazias (como indicado na figura), para que a passagem de um bloco para o outro ocorra sem nenhum tipo de restrição. Utilizando-se desta ferramenta, a quebra dos blocos é mitigada para a posterior inserção da tubulação, portanto diminui a geração de resíduos como mostrado na Figura 9.

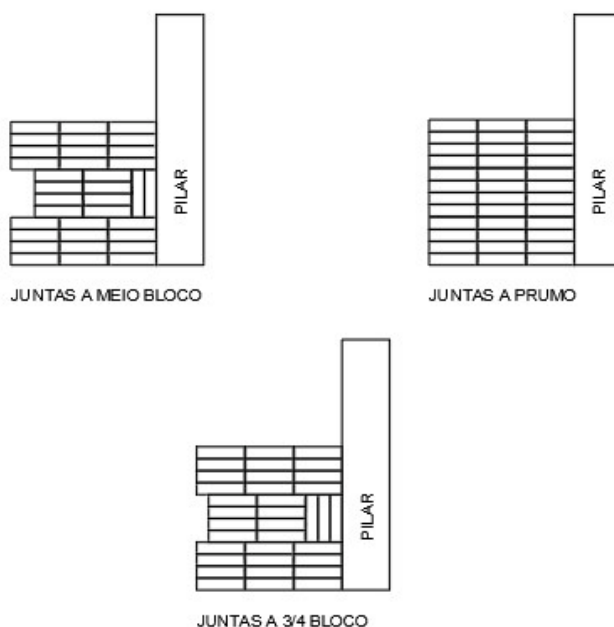
Figura 9- Método tradicional de passagem de tubulação

Fonte: AUTOR (2020)

Além de gerar resíduos, a forma tradicional em que é colocada a tubulação gera mais custos e mais desperdício de outros materiais, já que para escondê-las pode ser necessário aumentar a espessura do reboco, por exemplo, gerando assim uma despesa adicional para a obra e como dito anteriormente, um desperdício maior de material e tempo de mão de obra, já que será necessário quebrar a alvenaria e depois limpar o local. As Figuras 8 e 9 representam as tubulações hidráulicas, porém o mesmo pode ser dito e aplicado para os componentes elétricos.

Outro aspecto importante para a racionalização da alvenaria é a possibilidade de trabalhar com blocos menores, partidos ao meio, ou até em um quarto do seu tamanho, isto ocorre para que seja possível fazer a correta amarração junto aos pilares ou outros elementos estruturais, conforme será mostrado na Figura 15.

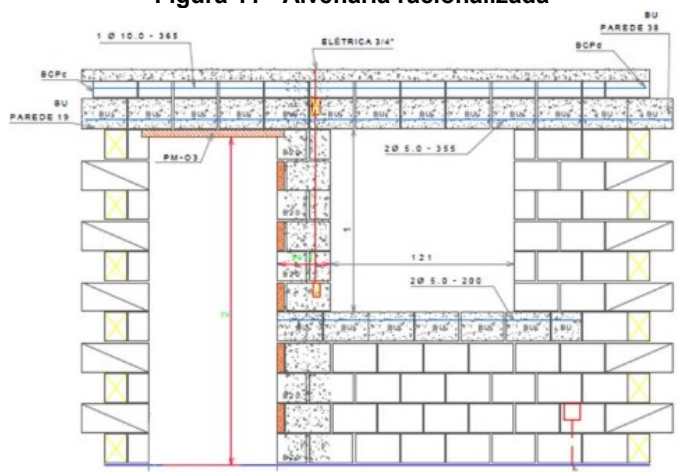
Figura 10 - Formas de amarração dos blocos com a estrutura



Fonte: A partir de SILVA (2003)

A Figura 10 mostra as amarrações entre um pilar e os blocos cerâmicos. Todas as características mostradas até então devem estar presentes no projeto para produção de vedações verticais, além de todos os detalhes necessários para a correta execução em obra, portanto o tamanho do bloco que deverá ser colocado, a orientação do mesmo, o que estará passando por ele, etc. deve constar no projeto. Vale ressaltar que deve ser feito um detalhamento para cada parede constituinte do projeto arquitetônico, sem exceção, e estes detalhamentos devem seguir o padrão mostrado na Figura 11.

Figura 11 - Alvenaria racionalizada

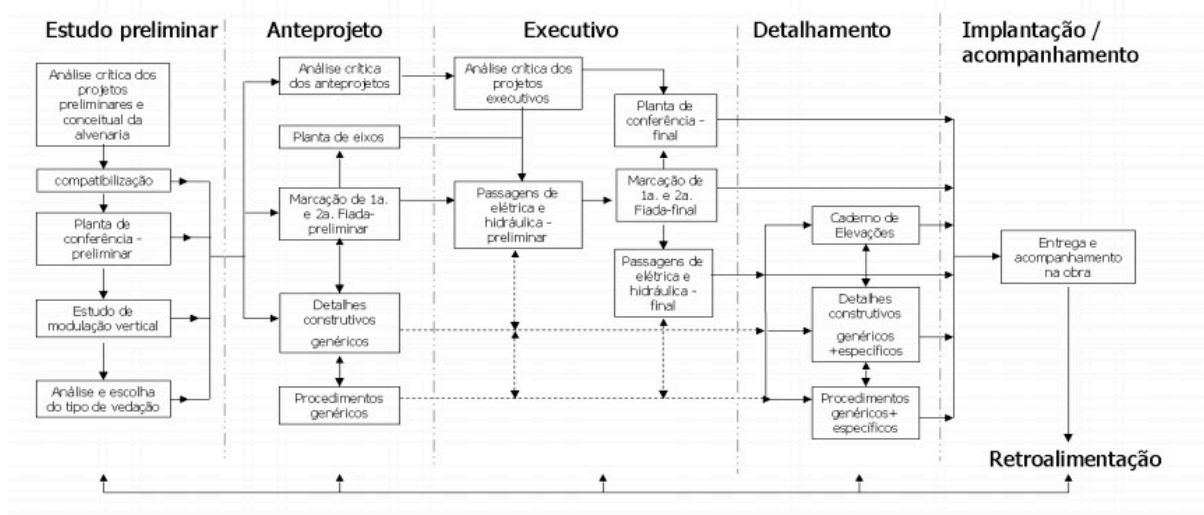


Fonte: COMUNIDADE DA CONSTRUÇÃO (2007)

Na Figura 11, é possível ver o detalhamento necessário para construir a parede em questão, mostrando as aberturas, passagens da fiação elétrica, além das armações que estão presentes neste segmento de parede. Ainda deveria estar contendo as cotas das passagens, além de demonstrar através de uma legenda os tamanhos dos blocos utilizados.

Para elaborar um projeto para produção existem diferentes metodologias. Uma delas é a metodologia de aplicação do projeto para produção de vedações verticais proposta por Dueñas Peña e Franco (2006), mostrada na Figura 15.

Figura 12 - Metodologia para projeto para produção de vedações verticais



Fonte: Dueñas Peña e Franco (2006)

A Figura 12 representa os passos e conteúdos necessários em um projeto para produção de vedações verticais. Estes se iniciam com o estudo preliminar, onde são feitas as primeiras análises e compatibilizações dos demais projetos através da sobreposição, e caso necessário, algumas correções devem ser realizadas nos mesmos, as quais devem ser discutidas diretamente na obra com os

responsáveis. Com esta parte finalizada, é possível criar a planta de conferências. Após isto, um estudo de modulação é iniciado para analisar quais os blocos são mais apropriados para cada vão. Para finalizar esta etapa, definiram-se os blocos que serão utilizados. De acordo com Dueñas Peña e Franco (2006, p. 142)

“o estudo de modulação vertical muitas vezes implica em pequenos ajustes de medidas nos projetos de arquitetura e estrutura, alterações de espessuras de lajes e alturas de vigas, de dimensões e posicionamento de esquadrias são muito freqüentes e deverão ser discutidas e aprovadas pelos projetistas e cliente.”

Por conta dessas pequenas alterações é recomendado fazer uma reunião com todos os envolvidos no projeto para que tudo seja discutido antes de qualquer definição final.

A etapa de anteprojeto é iniciada fazendo uma nova compatibilização para garantir que todos os pontos vistos na etapa anterior foram corrigidos, e caso ainda haja problemas, estes devem ser relatados para serem corrigidos. Após esta análise, são elaboradas as plantas de marcação da 1ª e 2ª fiadas de forma preliminar. Esta planta ainda está sujeita a alterações na etapa seguinte, quando mais aspectos serão definidos. Nesta etapa ainda se começam a definir os detalhes genéricos do projeto, assim como alguns procedimentos.

Seguindo, a etapa executiva inicia novamente com a compatibilização dos projetos, porém como esta é a última, caso haja alguma incompatibilidade, deve-se arrumá-la o mais rápido possível para poder prosseguir com as demais etapas. Iniciam-se agora as passagens de elétrica e hidráulica. De acordo com Dueñas Peña e Franco (2006, p. 147) *“A elaboração destas plantas muitas vezes implica em pequenos ajustes nas plantas de marcação e conferência que deverão ser revisadas”*. Após realizar esta revisão, finalizam-se as plantas de marcação da 1ª e 2ª fiadas segue-se com os detalhamentos e procedimentos que foram iniciados na etapa anterior.

O detalhamento inicia-se criando o caderno de elevações, e ainda finalizam-se todos os detalhamentos e procedimentos. Nesta etapa ainda são concluídas as especificações técnicas que foram discutidas e definidas, junto a todos os envolvidos no projeto, ao longo de todas as etapas anteriores.

Por fim, é necessário criar um documento que facilite o acompanhamento em obra pelo engenheiro responsável. Estas visitas permitem que o projetista faça uma retroalimentação através da análise da execução do PPVV, tanto na produção propriamente dita, quanto na adequação das equipes de produção a este projeto. Esta prática permite que o projetista melhore o PPVV, em todas as etapas citadas.

Para finalizar, podem ser citados diversos benefícios trazidos pelos projetos para produção de vedações verticais. Entre os principais estão o ganho de tempo, já que não é necessário fazer a quebra da alvenaria para a passagem das tubulações, geração menor de resíduos, pelo mesmo motivo e economia de material, além de uma maior compatibilização entre os projetos, o que diminui a necessidade de intervenções em obra, pois já está tudo decidido e indicado em projeto.

5.4.4.2 Formas de madeira

Neste tópico serão mostrados alguns aspectos importantes referentes às formas de madeira. Primeiramente será abordado o que é o sistema, quais as suas partes e quais as diferenças entre o sistema tradicional e o racionalizado. Após isto, será abordado qual é o conteúdo do projeto para produção de formas de madeira.

5.4.4.2.1 Sistema de formas

As formas de madeira possuem diversas funções dentro da estrutura de concreto. Segundo Gomes (2006) são três as funções básicas para o sistema de formas, moldar o concreto; sustentar o concreto enquanto este não possui resistência suficiente para se auto sustentar; dar o acabamento desejado ao concreto. Isto significa dizer que as formas possuem papel primordial para o bom funcionamento de toda a estrutura.

Para facilitar a compreensão, o sistema de formas pode ser dividido em três grupos, sendo eles: molde, cimbramento e acessórios. Freire e Souza (2001) definem-nos da seguinte maneira:

- O molde nada mais é que a forma propriamente dita, ou seja, os painéis que estão diretamente em contato com o concreto lançado. Sendo assim, este possui a função de dar forma à peça estrutural.
- O cimbramento pode ser metálico ou de madeira. Este é uma estrutura provisória de suporte que apoia as formas. Ele suporta as cargas atuantes até que o concreto da laje superior se torne autoportante, porém enquanto isto não ocorre, o cimbramento transfere estas cargas para o pavimento inferior.
- Os acessórios são peças que ajudam os outros dois (molde e cimbramento) a desempenhar as suas funções de forma adequada.

As formas vêm evoluindo assim como toda a construção civil. Uma comprovação deste ponto é o surgimento do sistema racionalizado frente ao sistema convencional de formas, e segundo Barros e Melhado (1998) o racionalizado possui diversas vantagens comparadas ao convencional, entre elas pode-se citar: Capacidade maior de resistência dos componentes do sistema; mais segurança nas operações; maior vida útil; maior número de reutilizações do sistema; etc. A seguir apresenta-se mais detalhadamente cada um dos sistemas.

a) Sistema Convencional

Este sistema é composto por peças de madeira e não leva em consideração o desperdício tanto de materiais, quanto de mão de obra. Embora ele venha sendo substituído aos poucos, ainda é muito empregado, e de acordo com Morikawa (2003, p. 61) *“Em geral, as fôrmas para estruturas de edifícios são executadas de acordo com a prática dos mestres de obra e supervisionadas pelos construtores”*. Isto significa que não há um padrão para a execução das formas, tornando imprevisível o resultado e a qualidade final deste sistema.

O sistema convencional de formas de madeira está dividido em três partes, para facilitar a visualização do mesmo, que são: pilar, viga e laje. Outro ponto importante a se destacar são os componentes utilizados, apresentados abaixo.

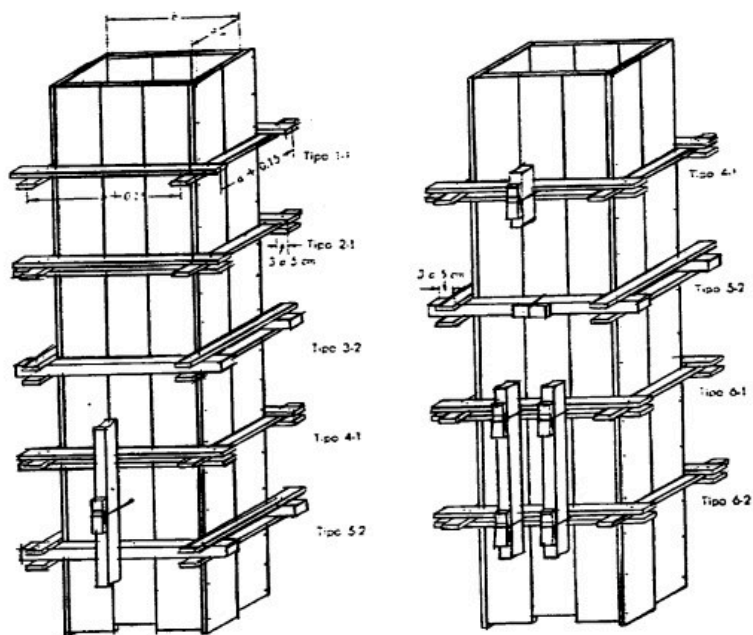
Quadro 4 - Componentes utilizados

Nome da peça	Descrição
Calços	É a peça utilizada juntamente com as cunhas com o objetivo de eliminar pequenas diferenças nas alturas dos diferentes pés direitos e ajudam a garantir uma maior firmeza ao sistema.
Cunhas	Utilizadas para evitar o deslizamento do conjunto quando o concreto é lançado. É utilizada na base dos pés direitos para a melhor fixação com a superfície.
Fundo de Viga	Painéis utilizados no fundo das vigas.
Gravatas	Peças utilizadas para garantir a união entre os painéis, e ajuda a garantir a estabilidade quando o concreto for lançado.
Guias	As guias são pequenas peças, normalmente de madeira (porém pode ser de metal), que possuem a função de ajudar na sustentação do assoalho superior.
Painéis	São superfícies planas normalmente utilizadas para formar os pisos das lajes, porém também podem ser utilizados para fazer as faces dos pilares e vigas.
Painéis de Vigas	Painéis utilizados nas faces laterais das vigas.
Pé direito	Servem para suportar os painéis utilizados na laje do pavimento superior, e servem para transportar a carga de um local onde não existe a resistência necessária para um local existe tal resistência.
Pontaletes	São peças que trabalham a compressão e ajudam a suportar as formas e seus acessórios.
Talas	São peças usadas para dar suporte nas junções dos pés direitos (ou pontaletes) com as guias e travessas.
Travessões	São componentes utilizados para ajudar no escoramento dos painéis de lajes.

Fonte: AUTOR (2020)

Algumas das partes anteriormente citadas se mostram nas figuras a seguir.

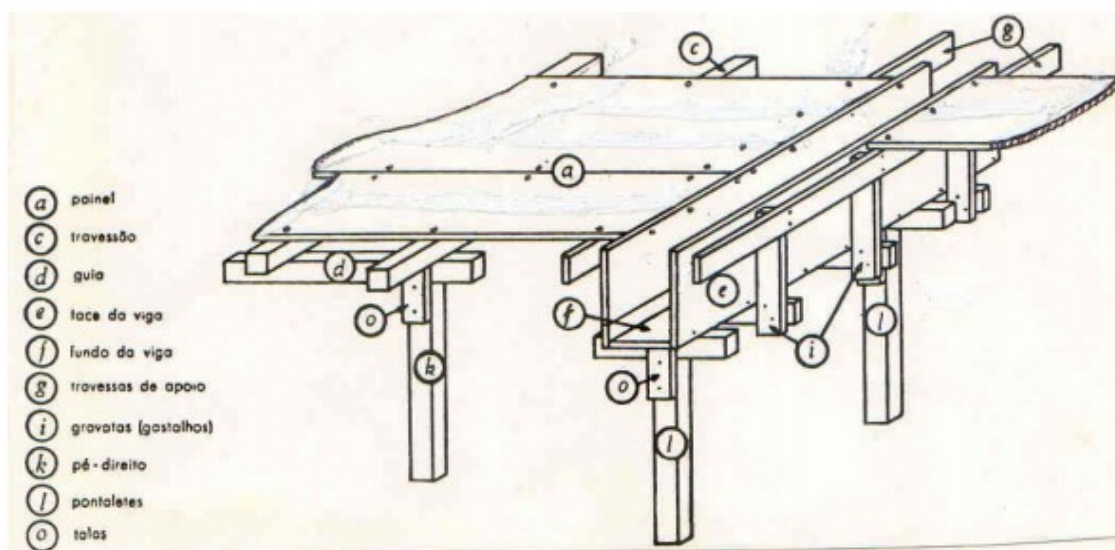
Figura 13 - Sistema de formas tradicional para pilares



Fonte: MORIKAWA (2003)

A Figura 13 apresenta o sistema tradicional de formas para pilares, o qual é composto por painéis de madeira fixados por gravatas também deste material unidos por pregos. Estas gravatas estão espaçadas equitativamente para garantir uma maior estabilidade e uma melhor amarração dos painéis utilizados.

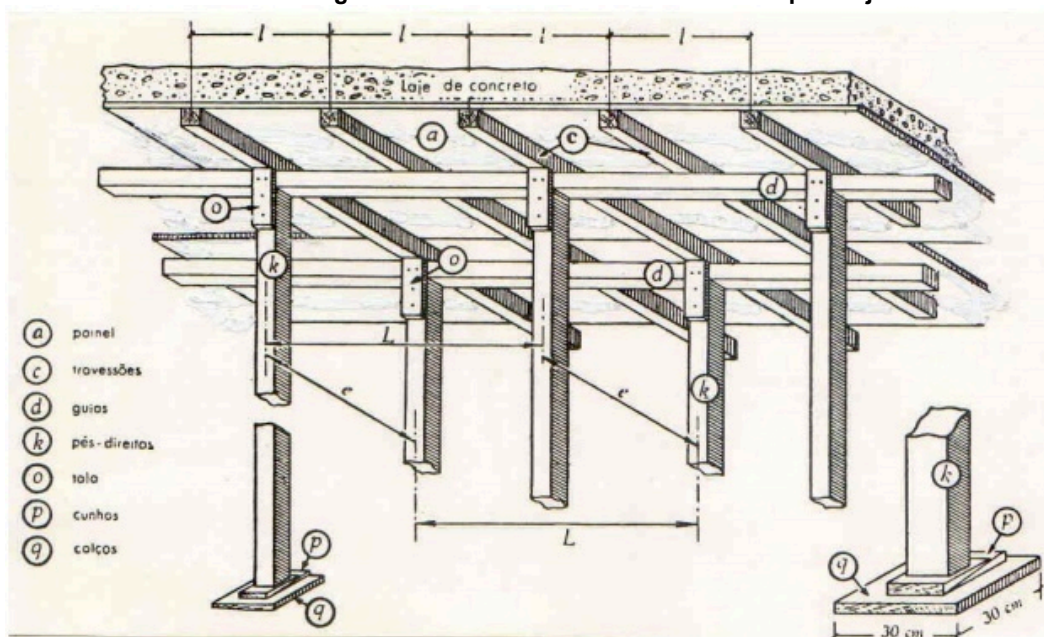
Figura 14 - Sistema de formas tradicional para vigas



Fonte: BARROS e MELHADO (1998)

A Figura 14 representa as formas tradicionais para vigas. Nela podemos ver os componentes da mesma (que foram descritos anteriormente), os quais normalmente são de madeira e fixados por pregos. Este é um dos motivos de não ser possível reutilizar as formas muitas vezes neste sistema.

Figura 15 - Sistema de formas tradicional para lajes



Fonte: BARROS e MELHADO (1998)

A Figura 15 mostra o sistema de formas tradicional para lajes. Nela é possível visualizar os componentes da mesma, painel, travessões, guias, pés-direitos, tala, cunhas, calços, além da necessidade de espaçamento entre os pés direitos, para os seus devidos posicionamentos.

Para finalizar, Morikawa (2003) salienta os pontos positivos do sistema tradicional e também os negativos. O principal ponto positivo comentado pelo autor é a não utilização de mão de obra especializada para fabricar tais componentes. Porém, por este mesmo motivo, muito material é perdido no corte dos componentes além de perder tempo fabricando-os.

Como contraponto ao sistema tradicional, surge o sistema racionalizado de formas, apresentado a seguir.

b) Sistema de formas racionalizadas

O sistema racionalizado surge como uma melhoria do tradicional, já que este traz consigo a ideia do reaproveitamento máximo dos componentes das formas, a qual não era prioridade no sistema anterior. Além disto, Barros e Melhado (1998) ressaltam que a racionalização das formas busca aproveitar ao máximo a resistência dos componentes do sistema, aumentar a segurança na utilização e ainda reduzir o tempo gasto em cortes, montagens e desmontagens deste sistema. Isto significa dizer, que a racionalização busca tirar o máximo de cada componente da forma, reduzindo desperdícios.

Os componentes utilizados para a execução de sistemas de formas racionalizadas são:

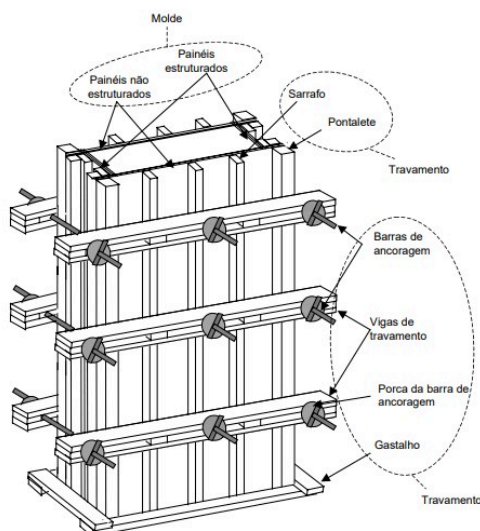
Quadro 5 - Componentes utilizados

Nome da Peça	Descrição
Barra de ancoragem	É um tipo de travamento utilizado para travar formas de vigas e pilares. Sua composição é formada por uma barra e duas porcas da barra de ancoragem. Esta barra traspassa duas vigas de travamento (uma de cada lado da forma) e as porcas fazem o ajuste necessário.
Cruzeta	Elemento utilizado para deixar as formas niveladas. Possui um formato de T e é utilizado em escoras metálicas.
Escora/Torre metálica	As escoras e torres metálicas possuem funções semelhantes. Ambas são utilizadas para suportar as cargas provenientes das formas (vigas e lajes), e do concreto recém lançado no pavimento superior. Elas transportam estas cargas para um ponto capaz de suportá-las.
Escoras remanescentes	Também conhecido como reescoramento, este é um sistema de escoras auxiliar que permite a desforma e a retirada do cimbramento para que estes sejam reutilizados no pavimento superior.
Forcado	Possui função semelhante à cruzeta (nivelar as formas), porém é utilizado em torres metálicas.
Gastalho	Os gastalhos são gabaritos que ajudam a garantir o correto posicionamento e dimensão dos pilares. Além de auxiliarem a aprumar as formas dos mesmos.
Mão francesa	É uma estrutura que auxilia no apoio das vigas. Normalmente triangular e metálica.
Painéis estruturados	São painéis que possuem em sua configuração elementos que ajudam a manter a sua estabilidade.
Painéis não estruturados	Diferentemente dos painéis estruturados, estes não possuem em sua configuração elementos que ajudam a manter a sua estabilidade.
Pontalete	São peças de madeira que ajudam a suportar as formas e os seus acessórios trabalhando a compressão.
Sarrafo	Os sarrafos são pequenas peças de madeira que normalmente variam de 5 a 20 cm e são utilizados na estruturação dos painéis de vigas.
Tensor	Este possui a função de tensionar as formas de madeira até que estas atinjam o alinhamento necessário, ou seja, travar as formas.
Viga de travamento	São vigas que auxiliam no travamento das formas dos pilares, atuando em conjunto com as barras de ancoragem.
Vigamento	Este é formado por vigamento superior e inferior, e possui a função de apoiar o molde das lajes do pavimento superior.

Fonte: AUTOR (2020)

As figuras seguintes mostram cada uma das partes anteriormente citadas.

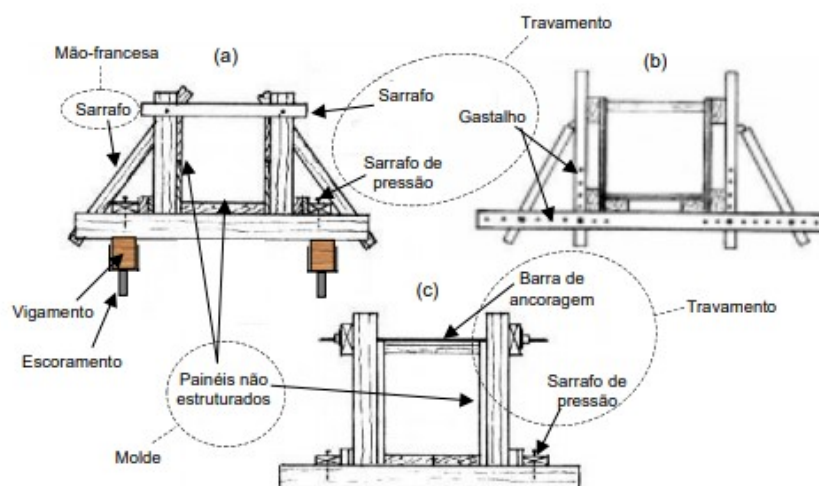
Figura 16 - Sistema de formas racionalizadas para pilares



Fonte: Freire e Souza (2001)

A Figura 16 mostra o sistema de formas racionalizadas para pilares, onde é possível ver os constituintes dos mesmos. O travamento para as formas racionalizadas é feito por diversos componentes (barras de ancoragem, vigas de travamento, porcas da barra de ancoragem e ganchos), peças que não são pregadas, habilitando a sua reutilização.

Figura 17 - Sistema de formas racionalizadas para vigas



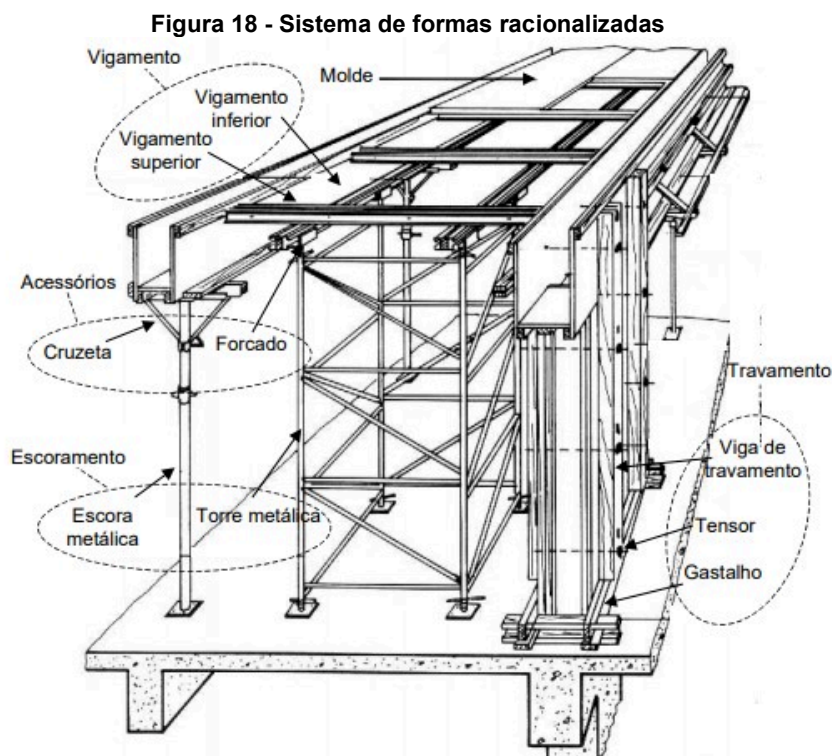
Fonte: Freire e Souza (2001)

A Figura 17 apresenta o sistema de formas racionalizadas para vigas e divide em três maneiras de fazer seu travamento, ou seja, garantir a sua estabilidade. Freire e Souza (2001, pag. 7) definem como:

“Diferentes tipos de estruturação e travamento do molde de viga: a) painéis não estruturados em tábuas, mão francesa em sarrafo e travamento com sarrafo pregado na parte superior e sarrafo de pressão; b) painéis em chapa de compensado

estruturados com sarrafos e travamento com gastalho metálico;
c) painéis em tábua estruturados com pontaletes e travamento com sarrafo de pressão e barra de ancoragem”.

Isto significa dizer que existe mais de uma maneira de estruturar as vigas, portanto deve-se analisar o projeto para escolher qual utilizar.



Fonte: Freire e Souza (2001)

A Figura 18 representa o sistema de formas racionalizado completo. Nela podemos ver os principais componentes necessários para o bom funcionamento da mesma. Pode-se visualizar que embora este trabalho tenha dividido as formas em três partes (pilar, viga e laje), o conjunto trabalha unido para garantir uma segurança maior a todo o sistema (molde, cimbramento e acessórios).

Por fim, após apresentados os dois sistemas, vale ressaltar que o sistema racionalizado traz uma evolução para dentro do canteiro de obras, pois este faz com que haja menos perda de tempo com o manuseio das formas (corte, montagem e desmontagem), além de gerar menos desperdícios, e mais reutilizações de cada peça do sistema. Por tanto o projeto para produção de formas de madeira, mostrado a seguir, utiliza-se do sistema racionalizado para atingir os resultados desejados.

5.4.4.2.2 Projeto para produção de formas de madeira

Para que a forma desempenhe seu papel de maneira correta, o sistema de formas deve ser planejado e detalhado o máximo possível. Para tal detalhamento surge o projeto para produção de formas de madeira (PPFM), e Assahi (2005)

salienta que o mínimo necessário para que o PPFM possa ser considerado completo é:

- Desenhos de montagem da forma sendo as principais: Planta de locação dos eixos e galstahos / locação dos pilares; Planta de cimbramento, travamentos, guias, barrotes e escoras remanescentes; Planta de processo de paginação da laje.
- Desenhos de confecção da fôrma;
- Especificação técnica dos materiais e Normas básicas operacionais.

As figuras a seguir mostram algumas partes constituintes de um PPFM.

Figura 19 - Planta de locação dos eixos e galstahos / locação dos pilares e detalhe do galstahlo



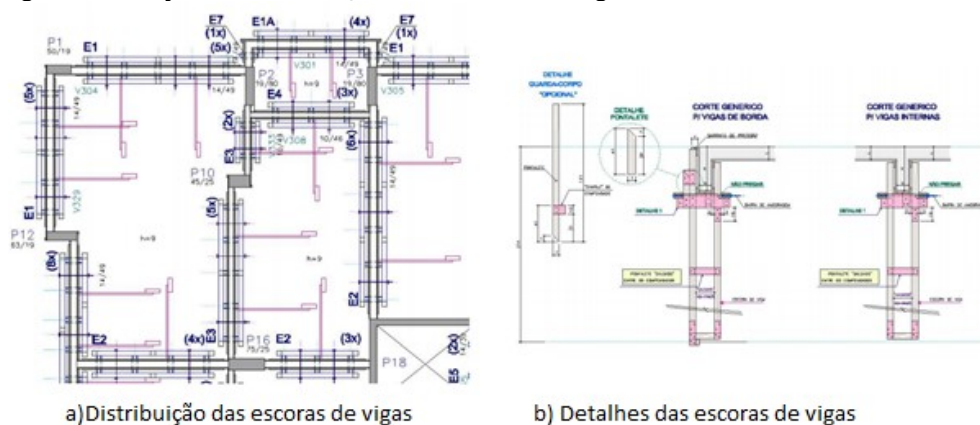
a) Planta de locação dos pilares

b) Detalhe dos galstahlo

Fonte: Assahi (2005)

A Figura 19 apresenta uma planta de locação dos eixos além do detalhe dos galstahos. A planta de locação dos pilares traz como informação a localização dos pilares (representados pelos retângulos hachurados em cinza), contendo todas as cotas necessárias para o seu correto posicionamento. Ao lado está representado o detalhe do galstahlo, que conforme explicado anteriormente tem a função de ajudar a garantir a locação e as corretas dimensões dos pilares. Por fim, os galstahos precisam distar 11 cm da face externa do pilar, para que seja possível posicionar a forma de maneira adequada.

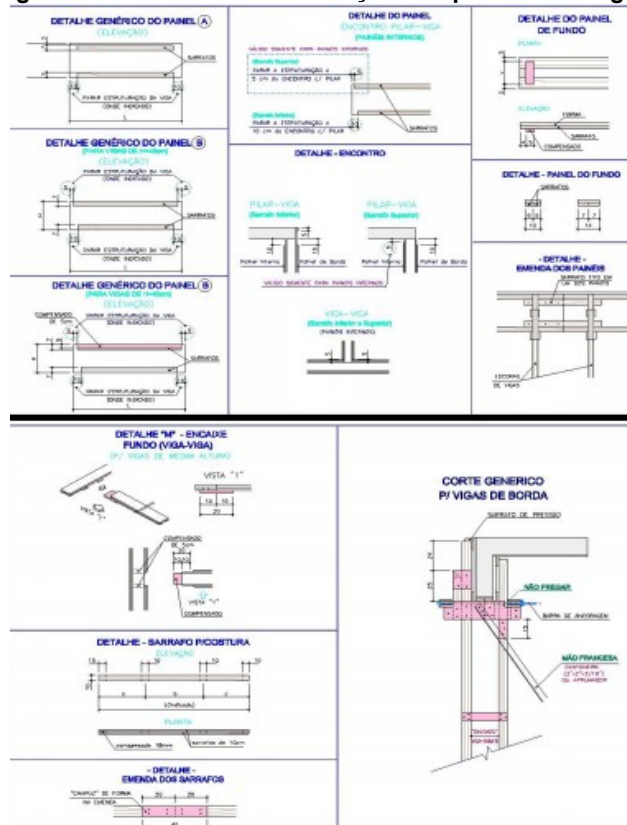
Figura 20 - Projeto de distribuição das escoras de viga: travamentos/detalhe das escoras



Fonte: Assahi (2005)

A Figura 20 exibe o projeto de distribuição das escoras de vigas junto aos detalhes das mesmas. A primeira parte da Figura 15 apresenta o arranjo das escoras em planta, estas são representadas pela simbologia E1, E2, E3, etc. junto ao número de repetições (1x,2x,3x, etc.). Isto significa dizer que a escora 1 por exemplo, é repetida 5 vezes, espaçadas igualmente, no decorrer viga. A segunda parte da Figura 25 apresenta o detalhe dos travamentos das escoras dependendo do posicionamento da viga (pois esta pode ser interna ou de borda), contendo todas as diretrizes de como travar a viga de maneira adequada.

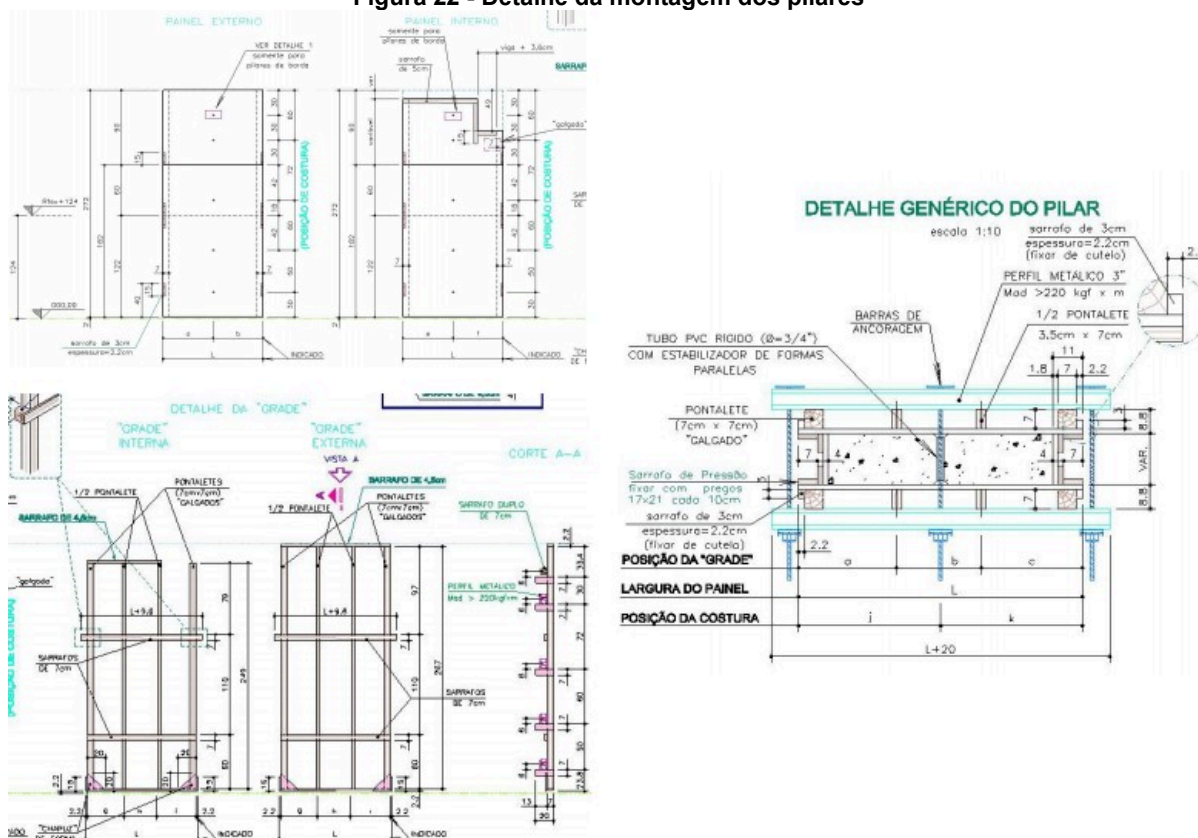
Figura 21 - Detalhe da estruturação dos painéis das vigas



Fonte: Assahi (2005)

A Figura 21 representa um detalhe genérico da estruturação dos painéis das vigas. Nela estão apresentados como estruturar os painéis das vigas através da utilização de sarrafos. Estão expostas as situações que ocorrem durante a obra, portanto deve-se analisar e buscar a solução ideal. A estruturação é importante para buscar uma rigidez maior da forma e garantir as dimensões desejadas nas vigas.

Figura 22 - Detalhe da montagem dos pilares

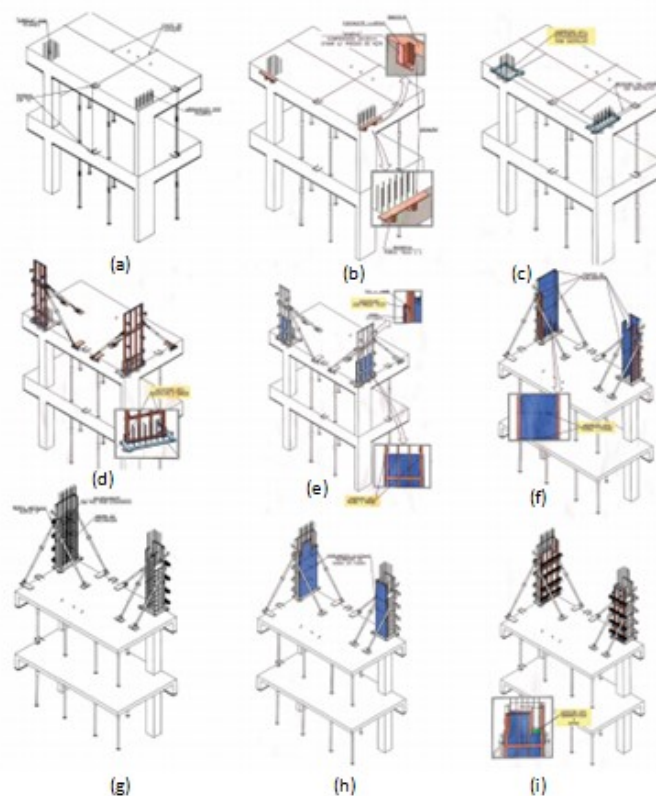


Fonte: Assahi (2005)

A Figura 22 mostra detalhadamente a montagem de um pilar começando com os três painéis, iniciais, que são utilizados para montar a sua forma. Nesta primeira parte estão contidas todas as cotas além de onde deve estar posicionada a costura dos painéis. Abaixo está representada a estruturação dos painéis através da utilização de sarrafos além da grade que é usada para garantir a estabilidade das formas, e os materiais que devem ser utilizados e as cotas das suas respectivas posições também são informadas. Por fim é mostrado o corte de um pilar genérico, onde é possível visualizar todos os componentes que são utilizados para garantir a sua estabilidade, sendo estas: sarrafos; barras de ancoragem; grades; etc. A firmeza da forma é de suma importância para garantir as corretas dimensões dos pilares após sua concretagem.

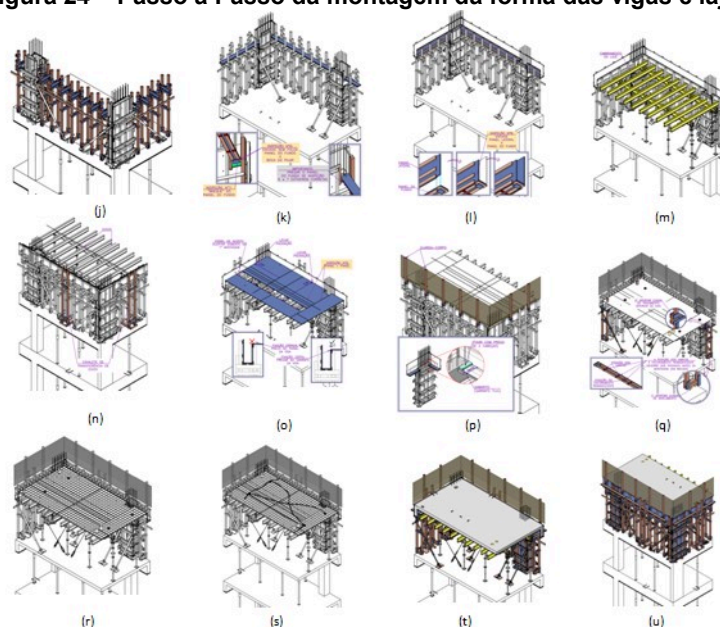
Outras informações que acompanham os detalhamentos representam o passo a passo de cada parte da estrutura. As Figuras 23 e 24 mostram a montagem da estrutura como um todo (desde a transferência dos eixos dos pilares até a concretagem das lajes).

Figura 23 -Passo a passo da montagem da forma do pilar



Fonte: Especialista (2016)¹

Figura 24 – Passo a Passo da montagem da forma das vigas e lajes



Fonte: Especialista (2016)¹

¹ Imagens encontradas no manual de montagem fornecido pela empresa ao autor do trabalho.

As Figuras 23 e 24 são complementares, pois juntas mostram o passo a passo da montagem da estrutura adotada em um projeto para produção de formas de madeira. Ao todo são 21 passos para a montagem, listados a seguir.

- a) Transferência dos eixos de locação;
- b) Colocação da bandeja de apoio dos pilares externos;
- c) Locação dos gualhos;
- d) Montagem das grades;
- e) Montagem dos painéis inferiores dos pilares;
- f) Montagem dos painéis superiores dos pilares;
- g) Armação dos pilares;
- h) Fechamento dos pilares;
- i) Travamento dos pilares;
- j) Montagem das escoras de vigas;
- k) Montagem dos painéis de fundo das vigas;
- l) Montagem dos painéis laterais das vigas
- m) Montagem do cimbramento das lajes;
- n) Colocação do cavalete para transferência de eixos
- o) Paginação das lajes;
- p) Concretagem dos pilares;
- q) Armação das vigas;
- r) Armação positiva das lajes;
- s) Passagem das instalações (hidráulicas e elétricas);
- t) Concretagem das vigas e lajes;
- u) Manter escoramento remanescente e esperar cura do concreto.

Os itens acima listados compõem o passo a passo da montagem e concretagem da estrutura de concreto armado. Seguindo isto, é possível realizar a produção da estrutura de forma mais segura e mais controlada. Com estes passos em mente, é possível treinar a mão de obra para conseguir realizá-los sem grandes dificuldades, trazendo a estrutura como um todo uma maior qualidade.

Além de toda a execução da estrutura e de todos os materiais utilizados em uma etapa, existem outros pontos relevantes que estão dentro do PPFM. Entre estes tópicos, podemos citar: definição dos equipamentos necessários para realizar cada fase da estrutura; definição dos controles que devem ser feitos em cada passo do trabalho; definição dos padrões de qualidade necessários para a aprovação da obra; definição das logísticas que deverão ser feitas no decorrer da execução (evolução do canteiro de obras). Todos estes itens variam de obra para obra, portanto, devem ser muito bem analisados e definidos, para evitar o máximo de imprevistos possíveis.

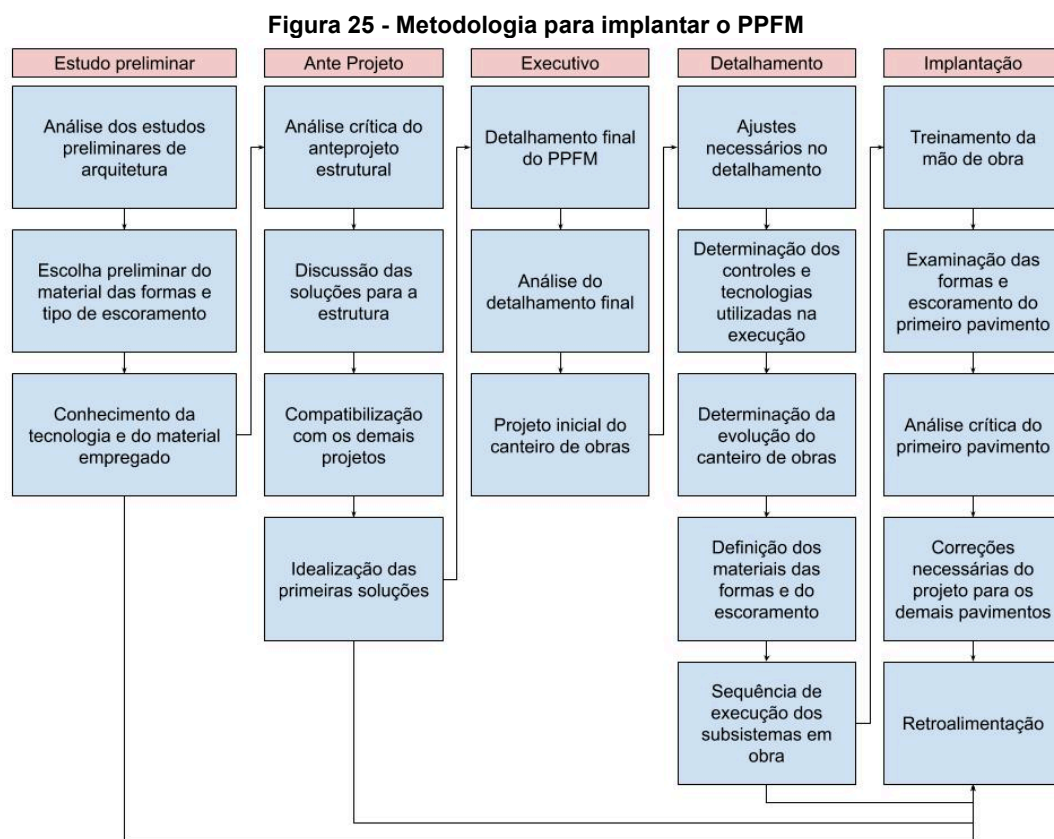
Por fim, pode-se dizer que não basta apenas ter componentes excelentes (materiais, e o próprio PPFM), se estes forem utilizados de forma inadequada. Ou seja, o sucesso do projeto para produção de formas de madeira depende de uma série de fatores e possuir o projeto em mãos não é garantia de sucesso.

6 RESULTADOS

Neste tópico apresentam-se os resultados obtidos pelo presente trabalho.

6.1 METODOLOGIA PARA IMPLANTAR O PPFM

Implantar o PPFM de maneira correta é um passo importante para que este atinja o resultado desejado, pois como dito anteriormente, não basta apenas possuir o projeto se não souber como produzi-lo ou aplicá-lo de forma correta. Após a realização de entrevistas e um estudo teórico, o presente trabalho traz uma proposição teórica de metodologia de implantação, que se baseia em DueñasPeña e Franco (2006), Barros e Melhado (1998), Sato (2109/2020)² e Aquino e Melhado (2005). Esta metodologia consiste em a empresa fazer o PPFM internamente, ou caso seja necessário se organizar para contratá-lo.



Fonte: AUTOR (2020)

A Figura 25 representa a implantação do PPFM dividida em cinco etapas, sendo elas: Estudo preliminar, Ante projeto, Executivo, Detalhamento e Implantação, partes explicadas a seguir.

A metodologia inicia-se com o estudo preliminar, que consiste em uma análise do projeto arquitetônico para discutir e escolher as primeiras alternativas de materiais que serão utilizados no sistema do PPFM (formas e escoramentos). Um

² Entrevista realizada em diferentes momentos, no período de 09/12/2019 até 25/05/2020

aspecto importante que deve ser levado em conta é o conhecimento prévio das opções decididas, e caso não haja tal entendimento, deve-se fazer um estudo das características dos materiais para conhecer seus limites.

Após o estudo da arquitetura, inicia-se a etapa de Ante projeto, e nele deve-se produzir o projeto estrutural paralelamente com os demais (elétrico e hidrossanitário). Para tanto, deve-se analisar cuidadosamente quais as melhores soluções estruturais, e se possível otimizar as peças (pilares vigas e lajes), ou seja, mantê-las com as mesmas dimensões. Após finalizar os projetos, deve-se fazer a compatibilização dos mesmos para que não haja sobreposições e se necessário realiza-se as correções pertinentes. Com esta etapa finalizada, as soluções detalhadas começam a ser definidas (tipo de escoramento, dimensões das formas, dos gastalhos, etc).

A etapa seguinte, Executiva, continua a estipular os detalhamentos, sempre tomando cuidado para defini-los de modo a tornar a sua execução em obra o mais simples possível. Além destas definições inicia-se a discutir como será a evolução do canteiro de obras. Este ponto é de extrema importância, pois um correto posicionamento dos materiais evita deslocamentos desnecessários e perdas neste trajeto, por este motivo, tal etapa deve ser muito bem estudada.

Em seguida, a próxima etapa principia-se com alguns ajustes ainda pendentes nos detalhamentos do PPFM. Em seguida, com este ponto encerrado determina-se quais serão os controles necessários para a execução da obra, tal como as técnicas utilizadas. Ainda nesta etapa é finalizada a evolução do canteiro de obras. Paralelo a isto são definidos os materiais que serão utilizados no PPFM (formas, escoramento e acessórios), e ainda qual a sequência de execução dos subsistemas das obras, ou seja, qual o passo a passo para montar as formas dos pilares, vigas e lajes.

A etapa de implantação começa com o treinamento da mão de obra, pois como dito anteriormente, não adianta possuir um bom projeto caso não se saiba executá-lo. Com o treinamento finalizado, inicia-se a utilização do projeto em obra, sempre supervisionando a execução das formas para que não haja incompatibilidades com o projeto. Após finalizar a execução das formas e do escoramento no primeiro pavimento, deve-se examiná-lo e analisá-lo para garantir que foi corretamente executado. Esta etapa é de suma importância, pois é aqui onde se encontra as imperfeições e problemas do projeto, e caso descubra algum erro, deve-se imediatamente corrigi-lo para os demais pavimentos.

Finalizando a metodologia desenvolvida, a etapa mais importante que deve estar em constante evolução é a retroalimentação de todo o processo. Isto em vista de que a empresa vai adaptando o seu método construtivo, seus controles e suas soluções para conseguir aplicar o PPFM da melhor maneira possível e com os melhores resultados.

6.2 DIFICULDADES ADVINDAS DA IMPLANTAÇÃO DO PROJETO PARA PRODUÇÃO

Para que a empresa possa ter segurança na implantação do projeto para produção, esta deve ter conhecimento de quais dificuldades vai enfrentar durante a transição, ou seja, quais os problemas ela vai passar durante a mudança de metodologia de projetar. Para tal, o presente trabalho, através de um estudo teórico e entrevistas, fez um levantamento das principais dificuldades que empresas passam, e a partir disto elaborou o Quadro 6.

Quadro 6 - Dificuldades para a implantação do projeto para produção

Responsável dentro da empresa	Aquino e Melhado (2005)	Correa e Andery (2006)	Barros (1996)	Especialista (2019/2020) ³	Problema
Direção da empresa	x			x	Incompreensão dos benefícios trazidos pelo projeto para produção
Direção da empresa	x		x		Montagem de uma equipe exclusiva para projetar e executar
Direção da empresa	x			x	Não existe uma cultura para a implantação de uma nova tecnologia
Financeiro	x		x	x	Custo extra para a área de projetos
Projetistas		x	x	x	Compatibilização dos projetos para produção e os demais projetos
Projetistas	x		x	x	Projeto para produção não respeita o método construtivo da empresa
Projetistas	x		x	x	Projetistas não preparados para realizar tal projeto
Projetistas				x	Prazos relativamente curtos para executar o projeto
Projetistas	x		x	x	Não é especificado tudo o que é necessário
Projetistas		x		x	Falta de padrão nos projetos executivos
Projetistas	x				Projetistas não acompanham a execução do projeto para produção
Mão de obra/ Supervisores	x		x	x	Falta de coordenação entre as equipes
Mão de obra/ Supervisores	x				Dificuldade na leitura e manuseio do projeto para produção

³ Entrevistas realizadas no período de 09/12/2019 até 25/05/2020

Quadro 6 - Dificuldades para a implantação do projeto para produção

Responsável dentro da empresa	Aquino e Melhado (2005)	Correa e Andery (2006)	Barros (1996)	Especialista (2019/2020) ³	Problema
Mão de obra/ Supervisores				x	Treinamento da mão de obra e da fiscalização
Supervisores	x			x	Falta de fiscalização frente à execução
Mão de obra	x			x	Alta rotatividade da mão de obra
Mão de obra	x			x	Não executam conforme o projeto ou como foram treinados

Fonte: AUTOR (2020)

No Quadro 6 mostram-se as dificuldades citadas pelos autores estudados, para a implantação dos projetos para produção. É possível visualizar que estas não afetam apenas uma área da empresa, mas sim toda ela, desde a direção até a mão de obra.

As dificuldades citadas são de naturezas diferentes dependendo a área em que se está analisando. Segundo o especialista (2019/2020) no tangente à mão de obra, por exemplo, esta não possui muito interesse em aprender um novo modo de trabalhar, já que para utilizarem o projeto para produção precisam passar por um treinamento que os ensinará a ler o projeto, e o mais importante, executar de forma mais rápida e fidedigna ao que foi projetado, e muitas vezes, eles não estão dispostos a reaprenderem algo que já fazem há muito tempo. Outro problema relacionado à mão de obra é a sua alta rotatividade no canteiro, o que dificulta claramente o treinamento da mesma, além de justificar a falta de interesse em aprender. Aquino e Melhado (2005, pag. 10) confirmam este ponto dizendo: *“As equipes de execução não estavam treinadas para utilizar esse projeto e com isso ofereceram uma resistência inicial. É como se alguém tivesse que ensiná-los a fazer o que eles já estavam habituados, e por isso não acreditavam que precisassem de um projeto para dizer o que eles deveriam fazer.”*

Outro profissional que acaba passando por diversas dificuldades é o projetista estrutural da empresa, já que este, muitas vezes não sabe ler e interpretar o projeto para produção enviado pela empresa especializada. De acordo com o especialista (2019/2020) isto pode ser atrelado ao baixo interesse dos projetistas, pois não é prática de o mercado o projetista acompanhar as obras de dentro do canteiro, e consequentemente não conseguem ver quais as dificuldades e necessidades dos operários, já que os mesmos não vão atrás para aprender, e também não estão na obra para ver a aplicação dos projetos e entender as necessidades dos operários. Correa e Andery (2006, pag. 107) diz que *“O projeto para produção, quando elaborado somente por ocasião do desenvolvimento do projeto executivo, na maioria dos casos não tem o mesmo potencial de racionalização que teria se tivesse sido iniciado na fase de anteprojeto, o que seria mais desejável.”*, ou seja este acaba servindo unicamente para fazer a compatibilização dos demais projetos, não sendo

possível utilizar todo o seu potencial. Por fim, Barros (1996) diz que como os projetistas internos da empresa não estão preparados para realizar um bom projeto para produção, este deve ser contratado de uma empresa especializada, e assim, o custo da área de projetos acaba elevando, e como os projetistas internos não aprendem a fazer o projeto, este sempre deve ser contratado de fora, gerando um ciclo vicioso.

A direção da empresa é outra que sofre com as dificuldades, pois de acordo com Aquino e Melhado (2005, pag. 10) *“as principais dificuldades para implementar os projetos para produção [...] foram a falta de entendimento dos reais benefícios advindos da sua implementação e o seu custo”*, ou seja, a resistência a mudanças faz com que tudo seja visto como custo e não investimento. Além destes pontos já destacados, as empresas acreditam que a mudança e os resultados serão vistos de uma hora para a outra, quando na verdade os resultados são mais visíveis e claros com o decorrer do tempo, já que a mão de obra precisa assimilar bem o projeto para produção para conseguir extrair todo o seu potencial. Outro aspecto que gera problema é a demora para a contratação do projeto para produção, e Sato (2019/2020)³ diz que isso faz com que o tempo de desenvolvimento seja mais curto, e com isso a qualidade acaba caindo e não atendendo as expectativas, e como dito anteriormente, muitas vezes o projeto para produção acaba servindo apenas para compatibilizar os demais projetos.

Visto estes pontos, conclui-se que as principais barreiras para a implantação do projeto para produção é a resistência a mudanças da empresa e a falta de interesse dos projetistas, supervisores e mão de obra. Dito isso, o panorama geral mudará apenas quando todos os envolvidos entenderem que é necessário mudar o modo de construir para conseguir melhorar a qualidade do produto final, tanto no seu processo quanto ao desempenho do produto construído.

Como dito no início deste tópico, as dificuldades apontadas foram encontradas de forma teórica, ou seja, o projeto para produção não foi analisado em uma obra no decorrer deste trabalho e, portanto, não foram observados na prática se tais dificuldades existem. Porém os pontos listados como problemas foram retirados das leituras teóricas, e comprovados por entrevistas.

6.3 BENEFÍCIOS ADVINDOS DA IMPLANTAÇÃO DO PROJETO PARA PRODUÇÃO

Como contraponto ao tópico 5.2, é interessante que a empresa usuária do projeto para produção saiba, além das dificuldades, quais as melhorias ela pode extrair da correta utilização deste projeto. Para tanto, no presente trabalho, através de um estudo teórico e entrevistas, mostra-se um levantamento dos principais benefícios que a maioria das empresas passam, e a partir disto elaborou o Quadro 7.

Quadro 7 - Benefícios do projeto para produção

Aquino e Melhado (2005)	Dueñas Peña e Franco (2006)	Barros (1996)	Especialista (2019/2020) ⁴	Benefícios trazidos pelo projeto para produção
x	x	x	x	Ganho de produtividade da mão de obra
x	x	x	x	Ganho de qualidade no produto final
x			x	Diminuição das perdas e desperdícios de materiais e tempo
x		x	x	Otimização/compatibilização dos projetos executivos
			x	Projeto feito por especialistas na área
			x	Projeto segue as normas recomendadas
x		x	x	Otimização dos materiais
		x	x	Redução do ciclo de produção
			x	Redução de custos com posterior manutenção
x		x	x	Diminuição dos erros construtivos
x		x	x	Redução de imprevistos em obra
x	x	x	x	Passo a Passo de como fazer todas as etapas do sistema em questão
	x		x	Definição do sistema construtivo

Fonte: AUTOR (2020)

No Quadro 7 mostram-se quais são os benefícios que um projeto para produção pode trazer para a obra e para a empresa que o está utilizando, sendo os principais: a) Ganho de produtividade da mão de obra; b) Ganho de qualidade no produto final; c) Otimização dos materiais; d) Diminuição dos erros construtivos; e) Redução de imprevistos em obra; f) Redução do ciclo de produção.

Os benefícios supracitados são de grande impacto para uma obra, e boa parte deles permeia o ganho de qualidade e o ganho de produtividade. Sato (2019/2020)³ diz que isto se deve ao fato dos projetos para produção são produzidos por especialistas que convivem tanto na área de projetos, quanto dentro das obras; vendo e analisando as dificuldades existentes dentro do canteiro, e graças a essa

⁴Comunicações pessoais com o autor realizadas no período de 09/12/2019 até 25/05/2020

experiência de campo é possível fazer um projeto que seja mais adequado às obras. Além de serem mais fidedignos ao que ocorre dentro da construção, e ainda de acordo com Especialista (2019/2020)⁵os projetos seguem as NBR's recomendadas, ou seja, é possível garantir que a obra seguirá a qualidade exigida por tais normas.

Em um projeto para a produção, todos os passos de como executar o subsistema analisado são previamente decididos. Barros (1996) diz que a necessidade de decisões em obra reduz e faz com que a mão de obra fique menos ociosa, aumentando a produtividade da construção, e diminuindo o tempo total da obra. Caso as decisões sejam tomadas antes de chegar ao canteiro, é provável que o tempo de execução possua uma grande redução, por tanto uma economia.

Por fim, como todos os materiais são corretamente dimensionados, especificados e executados, o produto final fica com uma qualidade melhor o que gera menos reparos antes da entrega final, menos manutenções, além de uma qualidade superior no processo de produção da estrutura e desempenho do produto construído, já que todas as decisões tomadas em projetos são definidas após muitos estudos técnicos. Aquino e Melhado (2005) salientam que, com os projetos para a produção existe grande redução nos desperdícios de materiais, já que eles são reaproveitados ao máximo. Isto significa que menos materiais serão descartados, e com isso, embora não seja um objetivo principal do projeto para produção, diminui-se a produção de resíduos.

Conseqüentemente, o projeto para produção procura melhorar a qualidade do produto final através da correta especificação dos materiais utilizados o que visa economizar tanto tempo, quanto recursos (materiais e dinheiro), além de aumentar a produtividade da mão de obra já que estes não precisarão pensar no como executar e também não ficarão ociosos já que todas as decisões foram tomadas previamente.

Como dito no início deste tópico, os benefícios listados foram identificados de forma teórica, ou seja, o projeto para produção não foi aplicado em obra pelo autor deste trabalho e, portanto, não foram vistos na prática se tais benefícios ocorrem. Porém os pontos apontados como benefícios foram vistos nas leituras teóricas, e confirmados por entrevistas.

A partir desta discussão, no item seguinte, propõe-se um estudo de caso onde o objetivo é simular e entender como a implantação do projeto para produção mexe com a organização de uma construtora, tanto internamente, quanto nos canteiros de obra. Este estudo de caso foca em duas empresas, sendo a primeira, uma construtora de pequeno porte onde se deseja implementar o projeto para produção, e a segunda uma empresa especializada em projetos para produção de formas de madeira.

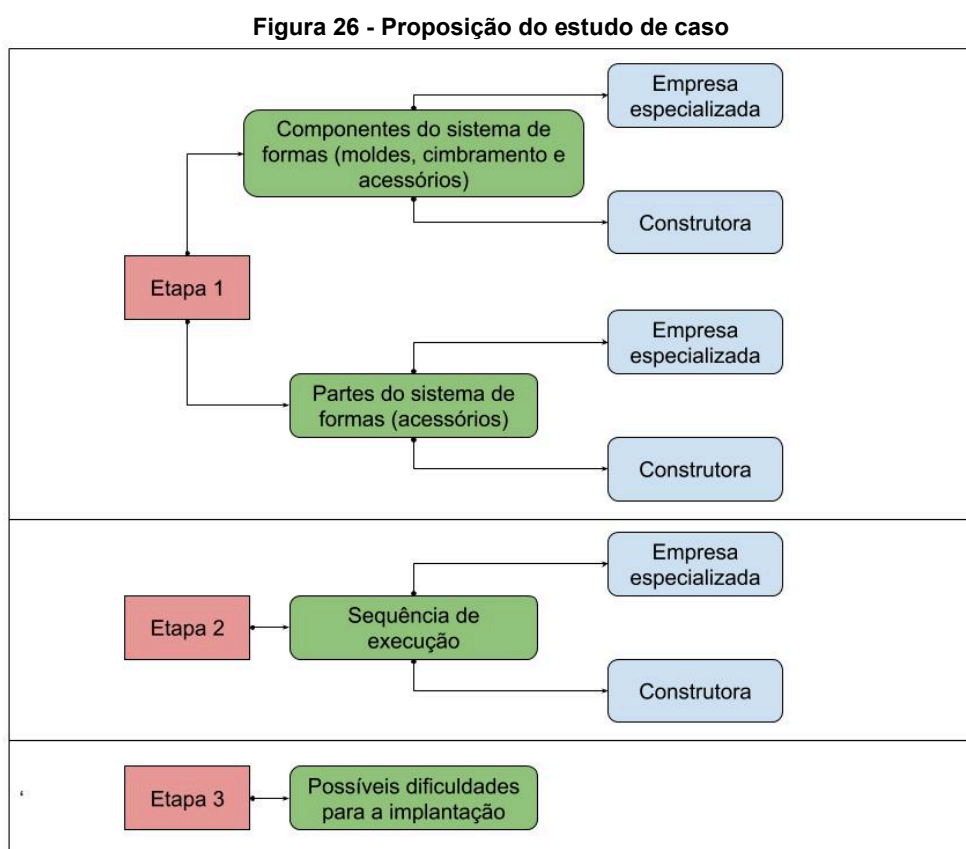
Para tanto, mediante contato com a empresa especialista foram identificadas interfaces em que a empresa construtora devia alterar suas operações, no intuito de implementar o PPFM. Entre elas, foram utilizadas diretrizes passadas pela empresa especializada para a implantação deste tipo de projetos. A partir delas foi traçado um paralelo de como a construtora trabalha, e após comparação, apontados quais os

⁵Comunicações pessoais com o autor realizadas no período de 09/12/2019 até 25/05/2020

pontos deveriam ser alterados no modo de trabalho da construtora. A caracterização das empresas envolvidas mostra-se a seguir.

6.4 ESTUDO DE CASO

O estudo de caso mostrado a seguir tem como objetivo identificar quais as mudanças necessárias em uma pequena construtora para utilizar um projeto para produção de formas de madeira, PPFM, em suas obras. Para encontrar estas diferenças foi realizada a comparação entre a sequência de execução de uma estrutura de concreto armado típica, proposta pela empresa especializada, e a realizada pela empresa de pequeno porte. Além disso, serão comparados os materiais utilizados em cada uma delas. Portanto o estudo de caso está dividido em três etapas conforme a Figura 26.



Fonte: AUTOR (2020)

A Figura 26 representa a divisão na qual a narrativa do estudo de caso é apresentada. Este é dividido em três etapas. A primeira compara as partes do sistema de forma e os seus componentes. Nesta primeira etapa apresentam-se como são montados os componentes do sistema de formas (moldes, cimbramentos e acessórios), e quais os materiais utilizados em sua maioria. A segunda etapa compara as técnicas, controles e procedimentos realizados pelas duas empresas. Já na terceira etapa apresentam-se as possíveis dificuldades que seriam encontradas

para implantar o PPFM, caso a construtora em questão decidir-se por implementá-lo. Ressalta-se que o PPFM não foi utilizado na construtora analisada, por tanto, as dificuldades apontadas na etapa três são apenas teóricas, e não possuem comprovação prática.

Antes de iniciar a descrição das etapas acima citadas, vale ressaltar que a empresa especializada oferece um pacote completo (vide Quadro 7) e que o mesmo só possui os resultados esperados quando aplicado de forma completa, ou seja, só é possível aproveitar todo o potencial do projeto para produção oferecido, quando seguidas todas as técnicas recomendadas, materiais requisitados, e seguido o treinamento dado pela empresa especializada. O pacote anteriormente citado oferece diversos itens além dos componentes do projeto para a produção de formas de madeira (Técnicas e métodos construtivos, equipamentos utilizados, sequência de execuções, definição dos materiais, controles necessários em cada etapa, etc.). Os componentes do pacote completo do PPFM encontram-se no Quadro 8.

Quadro 8 - Pacote completo do PPFM

Num.	Componente
1	Levantamento de dados da obra
2	Treinamento da mão de obra
3	Acompanhamento da obra
4	Assessoramento na compra de materiais
5	Definição de um sistema construtivo
6	Verificação rígida das formas pré-fabricadas
7	Projeto para produção de formas de madeira

Fonte: AUTOR (2020)

O Quadro 8 apresenta o pacote completo oferecido pela empresa especializada, cujo conteúdo varia desde assessoramento na compra dos materiais, até treinamento para a mão de obra, manual de montagem das peças estruturais (pilar, viga e laje), assistência técnica de fabricação e montagem das peças, e o próprio projeto para produção.

Vale ressaltar que os itens utilizados como base em cada serviço dado pela empresa especializada (partes do sistema de formas, componentes do sistema de formas e sequência de execução, referentes ao utilizado pela empresa especializada) não são genéricos; e a mesma não pode ser aplicada em qualquer obra nem em por qualquer empresa, pois estes procedimentos vêm sendo atualizados e melhorados desde a criação da empresa em 1982, e por este motivo foram criadas várias técnicas que só é possível aplicar, quando adquirido o pacote de maneira integral.

Dito isso, a empresa especializada criou um procedimento com ciclo de 5 (cinco) dias entre as concretagens de pavimentos em edifícios de múltiplos pavimentos. Neste procedimento, caso o ciclo demorar mais tempo haverá perda de eficiência do PPFM. Já o ciclo de concretagens que a construtora utiliza varia de acordo com a obra, mas varia em torno de 10 (dez) dias. De acordo com Sato (2019/2020) esta diferença de ciclos se dá por diversos fatores, porém o destaque

se dá ao fato dos materiais racionalizados (utilizados pela empresa especializada, e apresentados a seguir) serem mais rápidos para montar, e desmontar, além de existir um treinamento prévio de toda mão de obra, fazendo com que estes trabalhem de maneira mais eficiente.

6.4.1 Etapa 1 – Componentes e Partes do sistema de formas

Para realizar a comparação entre os componentes do sistema de formas, estes foram divididos em três grupos: moldes, cimbramento e acessórios (FREIRE e SOUZA, 2001). Os moldes, que são as formas propriamente ditas; o cimbramento cuja função é dar sustentação aos moldes horizontais (torres, escoras, etc.); e os acessórios que ajudam os outros grupos a desempenharem a sua função. O Quadro 9 mostra os materiais empregados pela a empresa especializada e pela construtora, bem como a declaração de vantagens do sistema de formas racionalizadas, perante o tradicional, para os grupos mostrados.

Quadro 9 - Comparação dos materiais

Componentes	Empresa especializada (formas racionalizadas)	Construtora (formas tradicionais)	Vantagens relativas às formas racionalizadas
Moldes	Chapa compensada plastificada	Madeira Serrada	A chapa compensada plastificada pode ser reutilizada de 7 a 10 vezes por face e garante um acabamento melhor à peça estrutural
Cimbramento	Metálico	Escora de Eucalipto	O cimbramento metálico reduz as deformações da estrutura, além de ser reutilizável e de fácil manuseio em obra
Acessórios	Peças metálicas	Peças de madeira	Os acessórios metálicos, por possuírem um ajuste fino, garantem mais firmeza aos moldes e ao cimbramento, além de serem reutilizáveis

Fonte: AUTOR (2020)

Adicionalmente no Quadro 9 pode observar-se que a empresa especializada opta por materiais reutilizáveis e que reduzem a deformação da estrutura, enquanto a construtora utiliza-se de materiais mais baratos, porém os mesmos não garantem a mesma qualidade estrutural. Um exemplo disso são os moldes, que como comentado no Quadro 9, a chapa compensada plastificada pode ser reutilizada em torno de 7 a 10 vezes por face, de acordo com os fornecedores, enquanto a chapa de madeira serrada pode ser reutilizada de 2 a 3 vezes, também de acordo com fornecedores. Para que seja obtido o maior número de reutilizações em obra, deve-se atentar ao cuidado durante a forma e a desforma, montagem e desmontagem,

para não quebrar nem gerar imperfeições nas formas, pois caso isso ocorra, as formas perderão potencial de reutilização.

Adicionalmente, o Quadro 10 contém a descrição das partes do sistema de formas utilizadas por ambas as empresas. Os componentes que apresentados neste Quadro são descritos na sequência da sua utilização, quando da montagem do sistema de formas. Os procedimentos para a realização da estrutura em si apresentam-se na Etapa 2 do estudo de caso.

Quadro 10 - Partes constituintes dos sistemas de formas do estudo de caso

Componente	Descrição	Materiais utilizados	
		Empresa especializada	Construtora
Assoalho	São superfícies planas utilizadas para fazer os panos, moldes, da laje.	Chapa compensada Plastificada	Não utiliza
Barras de ancoragem	É um tipo de travamento utilizado para travar formas de vigas e pilares. Seu sistema é composto por uma barra e duas porcas da barra de ancoragem.	Metálica	Não utiliza
Cavalete de transferência de eixos	Estrutura para auxiliar na transferência dos eixos do pavimento inferior para o pavimento superior	Madeira	Não utiliza
Cunhas	Utilizadas na junção das escoras com a superfície de apoio e possui a finalidade de evitar o deslizamento quando o concreto é lançado.	Madeira	Madeira
Desmoldante	Desmoldantes são substâncias químicas líquidas aplicadas na parte interna das formas, e evitam que o concreto lançado grude nelas, facilitando assim a desforma. Ele ajuda a aumentar a produtividade e vida útil dos componentes.	Utiliza	Não utiliza
Escoras/Torres	As escoras e torres possuem funções semelhantes. Ambas são utilizadas para suportar as cargas provenientes das formas (vigas e lajes), e do concreto recém lançado no pavimento superior. Elas transportam estas cargas para um ponto capaz de suportá-las.	Metálica	Madeira (Escoras de Eucalipto)
Escoras remanescentes	Também conhecidas como reescoramento, este é um sistema de escoras auxiliar que permite a desforma e a retirada de parte do cimbramento para que este seja reutilizado no pavimento superior. São mantidas apenas algumas escoras em pontos estratégicos para que se possa retirar o assoalho, com isto, estes assoalhos retirados também podem ser reutilizados em pavimentos superiores	Metálicas	Não utiliza

Quadro 10 - Partes constituintes dos sistemas de formas do estudo de caso

Componente	Descrição	Materiais utilizados	
		Empresa especializada	Construtora
Gastalhos	Os gastalhos são gabaritos que ajudam a garantir o correto posicionamento e dimensão dos pilares. Além de auxiliarem no controle do prumo das formas dos pilares	Madeira	Não utiliza
Gravatas	Peças utilizadas na ligação entre os painéis. Possui a função de garantir que as formas permaneçam unidas quando receberem o concreto lançado.	Não utiliza	Madeira
Grades dos pilares	As grades dos pilares auxiliam no posicionamento dos painéis dos pilares e auxiliam na sua fixação e estruturação do molde	Madeira	Não utiliza
Guias de costura	Estes acessórios auxiliam no correto posicionamento da armadura	Metálica	Não utiliza
Painel do pilar/viga	São superfícies planas utilizadas para fazer as faces dos pilares e vigas.	Chapa compensada Plastificada	Madeira Serrada
Pé direito	São as peças que dão suporte aos painéis da laje superior, e transportam a carga para algum ponto que possua resistência suficiente para suportá-las.	Metálicas	Madeira (Escoras de Eucalipto)
Pontaletes	São peças de madeira que ajudam a suportar as formas e os seus acessórios trabalhando a compressão.	Madeira	Madeira
Mão Francesa	Estrutura que auxilia no apoio das vigas. Normalmente é um elemento linear, apoiado diagonalmente.	Metálica	Madeira
Sarrafo	Os sarrafos são pequenas peças de madeira que normalmente variam de 5 a 20 cm e são utilizados na estruturação dos painéis de vigas.	Madeira	Madeira

Fonte: AUTOR (2020)

O Quadro 10 apresenta as partes constituintes de ambos os sistemas de formas, utilizados para a posterior comparação dos procedimentos. O Quadro 9 é composto por três colunas, onde a primeira coluna lista os componentes sendo apresentados. A segunda coluna descreve estes componentes sucintamente. Por fim, a terceira coluna é dividida em empresa especializada e construtora e mostra qual o material constituinte do componente, e se é utilizado ou não pelas empresas.

Nesta etapa foi possível visualizar que a empresa especializada busca por materiais mais reutilizáveis. A seguir apresenta-se a Etapa 2 do estudo de caso, que compara os procedimentos para a execução da estrutura das duas empresas.

6.4.2 Etapa 2 – Sequência de execução

Esta etapa tem por objetivo comparar a sequência de execução da estrutura da construtora e da empresa especializada. O objetivo desta comparação é identificar caminhos para adequar o procedimento da construtora e utilizar o PPFM indicado pela empresa especializada. Para tal, comparam-se onde os procedimentos são iguais e onde se diferem, e quando diferirem, especifica-se o que a construtora ganharia se utilizasse o procedimento da empresa especializada.

Para a comparação a seguir vale ressaltar que a empresa especializada faz um ciclo de cinco dias entre as concretagens das lajes, ou seja, a cada 5 dias o procedimento se repete. Enquanto a construtora realiza este ciclo dependendo da obra, variando de 7 a 10 dias. Durante o seu tempo no mercado, a empresa especializada foi melhorando o seu procedimento, por tanto, se o ciclo de 5 dias não for respeitado, o PPFM perde eficiência, já que o mesmo foi projetado para segui-lo. Dito isto o Quadro 11 apresenta a comparação entre os procedimentos.

Quadro 11 - Comparação dos procedimentos

Etapa	Procedimento empresa especializada	Procedimento Construtora	Comparação
MONTAGEM DOS PILARES	Transferência e locação dos eixos dos pilares	Transferência e locação dos eixos dos pilares	Idem
	Fixação das "bandejas de apoio" junto aos pilares de borda para vedação e apoio dos gualhos	Não realiza	As bandejas de apoio fornecem segurança, além de servirem de apoio para os gualhos
	Limpeza das bases dos pilares e dos arranques	Limpeza das bases dos pilares e dos arranques	Idem
	Locação dos gualhos	Locação com linha de nylon	O gualho garante a correta dimensão da forma do pilar
	Montagem das grades dos pilares sobre os gualhos	Não realiza	As grades dos pilares auxiliam no posicionamento dos painéis dos pilares e auxiliam na sua fixação
	Verificar prumo das grades	Não realiza	O prumo das grades é de suma importância para a fixação correta das faces dos pilares
	Montagem do painel inferior do pilar de h=122cm com desmoldante	Montagem da primeira face do pilar	Montar as faces do pilar em duas etapas facilita o trabalho do operário na hora de carregar. A utilização do desmoldante facilita o desmolde e possibilita a reutilização das formas
	Fixação dos demais painéis (2 painéis) com desmoldante para fechamento da primeira face		
	Montagem da armação dos pilares	Montagem da armação dos pilares	Idem

Quadro 11 - Comparação dos procedimentos

Etapa	Procedimento empresa especializada	Procedimento Construtora	Comparação
	Posicionamento das guias de costura com barras de ancoragem e espaçadores	Colocação dos espaçadores	As guias de costura e barras de ancoragem ajudam a garantir a correta posição da armadura
	Montagem dos demais painéis com desmoldante e fechamento do pilar	Montagem dos demais painéis e fechamento do pilar	A utilização do desmoldante facilita o desmolde e possibilita a reutilização das formas
	Costura e travamento dos pilares com guias metálicas das barras de ancoragem	Travamento dos pilares através de gravatas de madeira	As guias metálicas e barras de ancoragem permitem uma maior reutilização das peças
MONTAGEM DAS VIGAS E LAJES / CONCRETAGENS	Posicionamento dos garfos provisoriamente para montagem das vigas	Posicionamento das escoras provisoriamente para montagem das vigas	Os garfos são peças pré-moldadas e que permitem com facilidade a sua reutilização
	Montagem do painel de fundo das vigas com desmoldante	Montagem do painel de fundo das vigas	A utilização do desmoldante facilita o desmolde e possibilita a reutilização das formas
	Montagem dos painéis laterais da viga com desmoldante	Montagem dos painéis laterais da viga com o fundo como referência	A utilização do desmoldante facilita o desmolde e possibilita a reutilização das formas
	Reposicionar os garfos na posição demarcada em projeto definitivamente	Posicionamento das demais escoras nas posições corretas	Os garfos são peças pré-moldadas e que permitem com facilidade a sua reutilização
	Montagem do cimbramento metálico (torres, guias e pontaletes).	Montagem dos pés direitos com escoras de madeira.	O cimbramento metálico possui ajustes finos que garantem maior estabilidade para o conjunto
	Montagem do cavalete de transferência de eixos sobre a laje para a locação dos painéis da laje	Montagem das vigotas com tijolos de enchimento para formar a laje	A laje com vigotas é unidirecional, diminuindo a resistência em uma das direções.
	Fixar chapa nos barrotes	Não realiza	A fixação garante uma maior estabilidade ao conjunto de formas
	Fixar chapa junto à viga	Não realiza	A fixação garante uma maior estabilidade ao conjunto de formas
	Execução do guarda corpo em todo o perímetro	Não realiza	O guarda corpo garante segurança aos trabalhadores da obra
	Conferir barras de ancoragem e prumo dos pilares	Conferir gravatas de madeira e prumo dos pilares	Idem
	Concretagem dos pilares após liberação do engenheiro	Concretagem dos pilares após liberação do engenheiro	Idem

Quadro 11 - Comparação dos procedimentos

Etapa	Procedimento empresa especializada	Procedimento Construtora	Comparação
	Início da armação das vigas e passagem das instalações	Início da armação das vigas e passagem das instalações	Idem
	Encunhar os garfos no fundo das vigas	Encunhar as escoras no fundo das vigas	Como os garfos possuem dimensões iguais, o encunhamento é facilitado
	Nivelar as cunhas. Utilizando-se de mão francesa metálica ou cabo de tração para fazer o travamento lateral das vigas.	Nivelar as cunhas. Utilizando-se de mão francesa de madeira ou cabo de tração para fazer o travamento lateral das vigas.	A mão francesa metálica ou o cabo de tração são mais resistentes e podem ser mais facilmente reutilizáveis
	Nivelamento da laje. Utilizando-se de mão francesa metálica ou cabo de tração para fazer o travamento lateral das vigas.	Nivelamento da laje. Utilizando-se de mão francesa de madeira ou cabo de tração para fazer o travamento lateral das vigas.	A mão francesa metálica ou o cabo de tração são mais resistentes e podem ser mais facilmente reutilizáveis
	Montagem da armação positiva da laje	Armação positiva da laje	Idem
	Término das fixações instalações elétricas e hidráulicas	Término das instalações elétricas e hidráulicas	Idem
	Execução da armadura negativa das lajes	Execução da armadura negativa das lajes	Idem
	Conferência das escoras, escoras remanescentes, armação sistemas de instalações	Não realiza	A conferência do posicionamento pode corrigir pequenos erros ocorridos em etapas anteriores antes da concretagem
	Concretagem do sistema viga-laje	Concretagem do sistema viga-laje	Idem
DESFORMA E REUTILIZAÇÃO	Desforma dos pilares com ferramentas	Desforma dos pilares com ferramentas	Como a empresa especializada utiliza desmoldante, e maior quantidade de peças pré-montadas, a desforma é mais fácil e rápida.
	Transporte das formas para o próximo pavimento, após examinar as mesmas	Transporte das formas para o próximo pavimento, após examinar as mesmas	Como a empresa especializada utiliza desmoldante, as peças sofrem menos danos durante a desforma, e podem ser mais reutilizadas
	Início de um novo ciclo	Início de um novo ciclo	Idem

Quadro 11 - Comparação dos procedimentos

Etapa	Procedimento empresa especializada	Procedimento Construtora	Comparação
	Retirada do escoramento, mantendo apenas o reescoramento metálico	Não Realiza	O reescoramento metálico garante mais firmeza enquanto a estrutura está em processo de cura
	Retirada do reescoramento	Retirada do escoramento de madeira	Como a empresa não utiliza o reescoramento, nesta etapa a construtora faz a retirada do escoramento total
	Desforma das vigas com desmoldante	Desforma das vigas	Como a empresa especializada utiliza desmoldante, a desforma é mais fácil e rápida.
	Transporte das formas para o próximo pavimento, após examinar as mesmas	Transporte das formas para o próximo pavimento, após examinar as mesmas	As formas retiradas com ferramentas apresentarão mais danos, e algumas não poderão ser reutilizadas

Fonte: Autor (2020)

O Quadro 11 contém a comparação entre os procedimentos utilizados pela empresa especializada e pela construtora. Analisando passo a passo, foi possível identificar que, embora haja muitas semelhanças, existem passos considerados fundamentais pela empresa especializada que não são praticados pela construtora. Um exemplo claro destes passos fundamentais é a utilização de gualhos pela empresa especializada frente à utilização de linha de nylon pela construtora. O gualho garante a correta dimensão dos pilares, o que ajuda a garantir a qualidade para a estrutura, enquanto a marcação com a linha de nylon não nos garante tal precisão. Outro procedimento que pode ser citado é a retirada do escoramento, mantendo apenas o reescoramento, pois com este processo, a empresa especializada consegue reutilizar grande parte do escoramento em outros pavimentos, enquanto a construtora retira todo o escoramento junto. Este procedimento permite reutilizar o conjunto de formas mais vezes e acelerar a obra, já que não é necessário esperar o processo de cura por completo para retirar o escoramento. Em resumo empregando o procedimento da empresa especializada (que utiliza o PPFM), é possível alcançar resultados melhores, em tempos menores.

Os resultados melhores podem ser afirmados com base em diversos passos dos procedimentos. Entre eles podemos citar a utilização dos gualhos, pois estes garantem o correto posicionamento e dimensões das formas dos pilares. Outro ponto que pode ser destacado para o ganho de qualidade, é que o sistema racionalizado de formas garante uma maior precisão geométrica para as peças definidas em projeto. Outro ponto é a utilização de desmoldante, pois este facilita o desmolde e conseqüentemente ajuda na reutilização das formas, pois estas sofrem menos danos, quando comparado com o sistema tradicional. Por fim, o escoramento mais reutilizável empregado pela empresa especializada gera um ganho de tempo e qualidade para a obra.

6.4.3 Etapa 3 – Possíveis dificuldades para a implantação do PPFM

Depois de comparar os componentes e as partes utilizadas pela empresa especializada com os da construtora, e as suas sequências de execução, algumas dificuldades surgem para conseguir implantar o PPFM e, portanto, algumas mudanças serão necessárias para que a implantação do PPFM ocorra de forma a ser possível aproveitar o maior potencial deste tipo de projetos. Os pontos mais importantes observados encontram-se listados no Quadro 12.

Quadro 12 – Mudanças necessárias identificadas para implantar PPFM em empresa de pequeno porte

Item	Aspectos a mudar	Relação
1	Melhorar a organização no canteiro de obras	Geral
2	Utilizar os materiais que o PPFM prescreve	PPFM
3	Incorporar e adequar alguns passos descritos pelo PPFM	PPFM
4	Acelerar o ritmo de trabalho na forma e desforma	PPFM
5	Aumentar a supervisão da obra	Geral
6	Aumentar a cobrança relacionada aos EPI's e EPC's	Geral
7	Treinamento da mão de obra	PPFM

Fonte: Autor (2020)

O Quadro 12 mostra quais são os principais pontos que devem ser alterados para que o PPFM possa ser implantado com êxito dentro da construtora. Ela é dividida em três colunas, onde a primeira serve apenas para a identificação do item, a segunda descreve quais aspectos devem ser alterados, e a terceira diz respeito à qual área tal aspecto influencia. Na última coluna, existem duas divisões, sendo elas: Geral e PPFM. O geral significa que a mudança deve ocorrer na empresa como um todo, e não afetará apenas o PPFM. Enquanto a outra divisão diz respeito aos aspectos que serão alterados diretamente pela implantação do PPFM.

É importante destacar que todas as mudanças precisam vir de cima para baixo, ou seja, deve começar da diretoria para só depois serem passadas ao canteiro de obras e seus funcionários. A partir de agora, cada ponto levantado no Quadro 8 será analisado individualmente.

O item 1 (um) se diz respeito à organização do canteiro de obras, pois como visto na apresentação da empresa, este não é um aspecto que tenha muita atenção por parte da construtora, e para conseguir utilizar o PPFM com de maneira adequada, é necessário que o canteiro esteja limpo e bem estruturado, para que não haja perdas de materiais e de tempo em deslocamentos. Com esta organização a obra ganha em ritmo, já que a logística dos materiais fica mais fácil e por não existir obstáculos no caminho os trajetos do canteiro são feitos de maneira mais rápida, economizando em tempo e também em material, já que a perda deles é reduzida.

O segundo tópico abordado no Quadro 8 diz respeito aos materiais que são utilizados. Durante o estudo de caso, foram apresentados os Quadros 5 e 6, que dizem respeito às comparações dos materiais utilizados pela empresa especializada e pela construtora. Nestes quadros foi possível ver as diferenças entre eles, e como

os materiais certos devem ser utilizados, a construtora deve alterar os materiais que utiliza nos dias de hoje. Por tanto, a utilização dos materiais corretos faz com que a obra acelere, já que com a adequação dos materiais, é possível retirar o máximo potencial do PPFM. Além disso, com os materiais corretos a reutilização dos mesmos é amplificada, gerando ainda um ganho econômico.

O item 3 fala sobre os passos que devem ser inseridos no dia a dia da empresa para que possa incorporar o PPFM de maneira completa. Para ilustrar este item, o Quadro 7 visto durante o estudo de caso traz a comparação entre os processos propostos pela empresa especializada e o realizado pela construtora, e nele foi possível visualizar os passos que se diferem. Entre estes passos, vale citar: Locação dos ganchos; Verificar prumo das grades; Posicionamento dos garfos provisoriamente para montagem das vigas; Conferência das escoras, escoras remanescentes, armação sistemas de instalações; Retirada do escoramento, mantendo apenas o reescoramento metálico; entre outros aspectos. Estes pontos levantados fariam que a obra elevasse a sua qualidade, e assim como no item 2, a adequação dos procedimentos permite retirar o máximo potencial do PPFM e gerar um ganho econômico e de tempo.

O ponto número 4 (quatro) do Quadro 8 diz respeito ao ritmo de forma e desforma, pois como apresentado anteriormente a empresa especializada leva cerca de 5 dias por ciclo, enquanto a construtora leva em torno de 10 dias para o mesmo. Essa aceleração é necessária, pois a utilização do PPFM necessita de um ritmo de trabalho, e se este não for respeitado a eficiência do PPFM diminui e não é possível retirar todo o seu potencial. Por tanto, a adequação ao ritmo de trabalho exigido pelo PPFM traz um ganho de tempo grande, já que o ciclo será reduzido pela metade.

Outro aspecto muito relevante identificado e mostrado na descrição da empresa é a falta de supervisão dentro da obra, tanto no uso dos materiais como nos procedimentos. Neste ponto aparece o item 5 (cinco) que trata da supervisão dos serviços por um responsável da construtora. Este trata da supervisão de toda a obra e não apenas os serviços que fazem parte da estrutura, já que não adianta ter apenas um sistema construído com qualidade e supervisão para que a obra esteja em perfeitas condições. Além dos serviços, é importante supervisionar o uso dos materiais, para que possa retirar o potencial máximo de todos sem haver desperdícios.

O item 6 (seis) trata do uso de EPI's e EPC's pelos funcionários, que embora fornecidos pela empresa, não existe um rigor para a sua utilização, como visto na apresentação da empresa, ficando a critério do trabalhador utilizá-lo ou não. Por tanto é necessário a obrigatoriedade no uso dos mesmos para garantir a segurança dos trabalhadores, supervisores e possíveis visitantes, pois com a garantia da segurança do trabalhador, o mesmo consegue trabalhar de forma mais eficiente, já que a probabilidade de ocorrer um acidente diminui. Ou seja, a segurança torna-se um fator de eficiência.

Por fim, o item 7 trata-se do treinamento da mão de obra, pois como citado anteriormente, os operários devem saber executar o que está projetado, e por se tratar de um projeto mais detalhado, os mesmos devem ser treinados a seguir o que

foi proposto para que não haja desperdício de potencial do PPFM. Por tanto, a construtora deveria fornecer tal treinamento, para que o operário possa ler e executar o projeto sem grandes dificuldades.

Estes foram os aspectos mais relevantes destacados e vistos durante as entrevistas e na convivência do autor do trabalho em obra, por tanto para que o PPFM seja aplicado, tais mudanças são de extrema importância.

7 CONCLUSÃO

O trabalho realizado buscou identificar as mudanças necessárias para implantação do projeto para produção dentro de uma empresa de pequeno porte que não o utiliza. Para ilustrar este ponto foi criada uma tabela mostrando as principais dificuldades. Entre elas, destacam-se: o custo extra trazido pela obra, dificuldade da na leitura do projeto para produção e também a falta de cultura para implantação de novas tecnologias pelas empresas. Por outro lado, dentre os benefícios identificados podem ser citados: o ganho de produtividade da mão de obra, ganho de qualidade do produto final, otimização dos materiais e a redução dos imprevistos. Além destas tabelas, ainda foi proposta uma metodologia para a implantação do PPFM dentro de uma empresa, desde a sua concepção até a sua aplicação em obra.

A grande maioria dos empecilhos encontrados são provenientes da falta de interesse da mão de obra em reaprender a construir e da direção da empresa que o considera um gasto a mais, por tanto, a mudança só virá quando todos entenderem a que projetar melhor ajuda a construir com qualidade. Embora existam algumas dificuldades para a implantação do projeto para produção, os benefícios a este associados são inúmeros, vinculados com o incremento de qualidade na obra, diminuindo as falhas nelas, produzidas pela melhoria na área de projetos da empresa que for utilizar este tipo de projetos.

Diferentemente que na literatura avaliada, o presente trabalho realizou um estudo de caso buscando identificar quais os aspectos deveriam ser alterados para que uma pequena construtora utilizasse o projeto para produção em seu dia a dia.

O estudo de caso foi apenas teórico e mostrou o que a pequena construtora deveria alterar para conseguir utilizar o PPFM, para tal, foram comparados os materiais e os processos utilizados por uma pequena construtora e uma empresa especializada. Dentre as alterações encontradas vale citar a supervisão em obra, já que não adianta projetar com qualidade se o projeto não for seguido em obra, junto a isso vem o treinamento da mão de obra, para que esta saiba seguir o que foi colocado em projeto e ainda a alteração dos materiais que são utilizados.

Todo o estudo de caso possui cunho teórico, já que o mesmo não foi aplicado em obra para ver os resultados na prática, por tanto não se sabe quais seriam as reais dificuldades encontradas pela pequena construtora em estudo e, por isso, fica como recomendação de trabalho futuro a aplicação na prática do PPFM para então

analisar e comparar quais as consequências obtidas em obra com o que foi mostrado neste projeto.

REFERÊNCIAS

ALVENARIA Estrutural: Compatibilização. Compatibilização. 2007. Disponível em: <http://www.comunidadeconstrucao.com.br/sistemas-construtivos/1/compatibilizacao/projeto/15/compatibilizacao.html>. Acesso em: 25 mar. 2020.

AQUINO, JanayanaPatricia Rezende de; MELHADO, Silvio Burrattino. **Diagnóstico das dificuldades no uso de projetos para produção de vedações verticais**. São Paulo: Escola Politécnica da USP, 2005. 19 p. Disponível em: <http://www.pcc.usp.br/files/text/publications/BT_00394.pdf>. Acesso em: 15 nov. 2019.

ASSAHI, Paulo Nobuyoshi. **Sistema de Fôrma para estrutura de concreto**. 2005. Disponível em: http://www.deecc.ufc.br/Download/TB736_construcao%20de%20edificios/Estruturas%20de%20Concreto%20Armado_agosto%20de%202005/Texto%20Paulo%20Assahi%20-%20SISTEMAS%20DE%20F%20D4RMAS.pdf. Acesso em: 22 mar. 2020.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15696**: Fôrmas e escoramentos para estruturas de concreto - Projeto, dimensionamento e procedimentos executivos. Brasil: ABNT, 2009. 27 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6118**: Projeto de estruturas de concreto — Procedimento. 3 ed. Brasil: Abnt, 2014. 238 p. Disponível em: https://www.galaxcms.com.br/up_arquivos/1149/NBR61182014-20190807180913.pdf. Acesso em: 22 nov. 2020.

BARROS, Mercia Maria Bottura de. **Metodologia para implantação de tecnologias construtivas racionalizadas na produção de edifícios**. 1996. 422 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Civil, Centro Tecnológico, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1996. Disponível em: <https://teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3146/tde-05072017-090939/publico/MerciaMSBdeBarros_T.pdf>. Acesso em: 15 nov. 2019.

BARROS, Mercia Maria Bottura de; SABBATINI, Fernando Henrique. **DIRETRIZES PARA O PROCESSO DE PROJETO PARA A IMPLANTAÇÃO DE TECNOLOGIAS CONSTRUTIVAS RACIONALIZADAS NA PRODUÇÃO DE EDIFÍCIOS**. São Paulo: Escola Politécnica da Usp, 2003. 24 p. Disponível em: http://www.pcc.usp.br/files/text/publications/BT_00172.pdf. Acesso em: 25 nov. 2019.

BARROS, Mercia MariaBottura de; MELHADO, Silvio Burrattino. **RECOMENDAÇÕES PARA A PRODUÇÃO DE ESTRUTURAS DE**

CONCRETO ARMADO EM EDIFÍCIOS. São Paulo: EPUSP/SENAI, 1998. 40 p. Disponível em: http://www.pcc.usp.br/files/text/publications/TT_00004.pdf. Acesso em: 18 maio 2020.

BLOGDALIGA. **Qual a diferença entre escoramento, cimbramento, reescoramento e escoramento remanescente?** [S. l.]: 2019. Disponível em: <https://blogdaliga.com.br/qual-a-diferenca-entre-escoramento-cimbramento-reescoramento-e-escoramento-remanescente/>. Acesso em: 9 jul. 2020.

Sabbatini, Fernando. **BASTIDORES GP&D - Bate papo com professor Sabbatini.** Direção de Alexandre Britez. Realização de Sabbatini. São Paulo: Alexandre Britez, 2019. (16 min.), son., color. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=ccHDtt94s-s&t=23s>>. Acesso em: 15 nov. 2019.

BRYMAN, A. **Social Research Methods.** (third ed.). Oxford University Press, Oxford. 2008.

CORRÊA, Cássia Villani; ANDERY, Paulo R. P. Dificuldades para a implementação de projetos para a produção de alvenaria: um estudo de caso. **Gestão & Tecnologia de Projetos**, São Paulo, p.104-125, nov. 2006. Disponível em: <http://www.revistas.usp.br/gestaodeprojetos/article/view/50895/54977>. Acesso em: 20 fev. 2020.

DUEÑAS PEÑA, Monserrat; FRANCO, Luiz Sérgio. MÉTODO PARA ELABORAÇÃO DE PROJETOS PARA PRODUÇÃO DE VEDAÇÕES VERTICAIS EM ALVENARIA. **Gestão & Tecnologia de Projetos**, São Paulo, p.126-153, nov. 2006. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/gestaodeprojetos/article/download/50896/54978>. Acesso em: 25 fev. 2020.

FREIRE, Tomás Mesquita; SOUZA, UbiraciEspinelli Lemes de. **Classificação do sistema de fôrmas para estruturas de concreto armado.** São Paulo: Escola Politécnica da USP, 2001. 22 p. Disponível em: http://www.pcc.usp.br/files/text/publications/BT_00296.pdf. Acesso em: 18 maio 2020.

GOMES, Alberto Roland. **Formas de madeira para estruturas de concreto armado.** 2006. Disponível em: <https://www.slideshare.net/mackenzista2/formas-de-madeiras>. Acesso em: 01 abr. 2020.

LOPEZ, Robert; LOVE, Peter ED. Design error costs in construction projects. **Journal of construction engineering and management**, 2012, vol. 138, no 5, p. 585-593.

MARANHÃO, George M. **Fôrmas para concreto**: subsídios para a otimização do projeto segundo a NBR 7190/97. São Carlos: USP, 2000.

MATUTI, Bruna Barbosa; SANTANA, Genilson Pereira. **Reutilização de resíduos de construção civil e demolição na fabricação de tijolo cerâmico – uma revisão**. 2019. Revista ScientiaAmazonia. Disponível em: <http://scientiaamazonia.org/wp-content/uploads/2018/11/v.-8-n.1-E1-E13-2019.pdf>. Acesso em: 15 fev. 2020.

MELHADO, Silvio Burrattino. **Qualidade do projeto na construção de edifícios**: Aplicado ao caso das empresas de incorporação e construção. 1994. 294 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Civil, Centro Tecnológico, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1994. Disponível em: https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3146/tde-09052019-085538/publico/SilvioBurrattinoMelhado_T.pdf. Acesso em: 21 nov. 2019.

MELHADO, Silvio Burrattino; FABRICIO, Márcio Minto. Projetos da produção e projetos para produção na construção de edifícios: discussão e síntese de conceitos. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 7., 1998, Florianópolis. **QUALIDADE NO PROCESSO CONSTRUTIVO**. Florianópolis: Antac, 1998. p. 732 - 737. Disponível em: <https://ecivilufes.files.wordpress.com/2011/04/projetos-para-produc3a7c3a3o-na-construc3a7c3a3o-de-edifc3adcios.pdf>. Acesso em: 18 dez. 2019.

MORIKAWA, Mauro Satoshi. **Materiais alternativos utilizados em fôrmas para concreto armado**. 2003. 122 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Centro Tecnológico, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2003. Disponível em: http://repositorio.unicamp.br/bitstream/REPOSIP/257688/1/Morikawa_MauroSatoshi_M.pdf. Acesso em: 20 jul. 2020.

NEIVA NETO, Romeu da Silva. **O projeto da produção de formas para estrutura de concreto armado incorporando BIM**. 2014. 128 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Centro Tecnológico, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2014.

NOVELLI, Rafael Passos. **O que é racionalização construtiva?** 2017. Disponível em: <https://www.novesengenharia.com.br/o-que-e-racionalizacao-construtiva/>. Acesso em: 26 nov. 2019.

OECD. **Manual de Oslo: Diretrizes para coleta e interpretação de dados sobre inovação**. Publicado pela FINEP (Financiadora de Estudos e Projetos), 3ª

edição, 2006. Disponível em: <<https://www.finep.gov.br/images/apoio-e-financiamento/manualoslo.pdf>>. Acesso em: 21 out. 2019.

ROSSO, Teodoro. **Racionalização da Construção**. São Paulo: Fau-usp, 1980. 300 p.

RUSSELL, Roberta S.; III, Bernard W. Taylor. **Operations Management: Creating Value Along the Suply Chain**. 7. ed. United States Of America: Wiley, 2011. 810 p. Disponível em: <[http://jtelen.free.fr/0MARINE%20bouquins/\[Roberta_S._Russell,_Bernard_W._Taylor\]_Operations\(Bookos.org\).pdf](http://jtelen.free.fr/0MARINE%20bouquins/[Roberta_S._Russell,_Bernard_W._Taylor]_Operations(Bookos.org).pdf)>. Acesso em: 18 nov. 2019.

SANTOS, Myrian Tizuko Sasaki; MOCCELLIN, João Vitor. **O PROJETO DA PRODUÇÃO E A PROGRAMAÇÃO INTEGRADOS A UM SISTEMA DE ADMINISTRAÇÃO DA PRODUÇÃO VOLTADO PARA A CONSTRUÇÃO CIVIL**. São Paulo: Grupo de Pesquisa em Engenharia de Produção Civil - GPEPC, 1999. 12 p. Disponível em: http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep1999_a0229.pdf. Acesso em: 20 dez. 2019.

SATO, Rogério. **Você sabe o que é um Projeto de Produção?** Direção de Rogério Sato. Realização de Rogério Sato. Rio de Janeiro: Rogério Sato, 2019. (21 min.), son., color. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=gjYBWPjMJP0&t=783s>>. Acesso em: 25 nov. 2019.

SILVA, Margarete Maria de Araújo. **Diretrizes para o projeto de alvenarias de vedação**. 2003. 167 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia, Centro Tecnológico, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3146/tde-01032004-150128/publico/DissertacaoMargarete.pdf>. Acesso em: 27 fev. 2020.

SOUSA, Raísa Fonseca de. **Inovações tecnológicas na construção civil**. 2015. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2015. Disponível em: <http://www.gpsustentavel.ufba.br/downloads/Inovacao_na_Construcao_Raisa_Fonseca.pdf>. Acesso em: 26 nov. 2019.

VAZ, P. F. L. **Estudo sobre a racionalização na construção civil**. 2014. 90 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, 2014. Disponível em: <http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/5197/1/CM_COECI_2014_1_21.pdf>. Acesso em: 25 nov. 2019.

VEYRAT, Pierre. **Exemplo de estrutura organizacional de uma empresa: qual escolher?** 2017. Disponível em: <https://www.heflo.com/pt-br/rh/exemplo-de-estrutura-organizacional-de-uma-empresa/>. Acesso em: 10 mar. 2020.

YEPES, V., PELLICER, E., CORREA, C.L., ALARCÓN (2010). Implementing a system for achieving innovation opportunities in a construction company. (ECAM Best Paper Award in Organization and Management in Construction). Proceedings of the W089 - Special Track 18th CIB World Building Congress (ISBN-978-1-905732-90-6)

APÊNDICE A

Perguntas Realizadas	Resposta
Quais os principais benefícios trazidos pelo PPFM?	Os benefícios trazidos são diversos. Porém todos permeiam o ganho de produtividade e o ganho de qualidade da obra. Para ser mais preciso, os principais ganhos são: Diminuição das perdas e desperdícios de materiais e tempo; Diminuição dos erros construtivos; Redução do ciclo de produção; Passo a Passo de como fazer todas as etapas do sistema em questão; Além de ter um processo feito por especialistas da área e que segue todas as normas necessárias e por fim, todo o sistema de formas é pré-fabricado, ou seja, tudo vem pensado (inclusive os materiais escolhidos são os melhores e mais economicamente viáveis no mercado)
Quais as principais barreiras encontradas pra implantar o PPFM?	As dificuldades/barreiras para a implantação do PPFM estão na incompreensão dos seus benefícios. Isto é afirmado, pois uma boa parcela do mercado encara o PPFM como um custo a mais e não como um investimento para melhorar sua obra. Além disso, existe a falta de cultura das empresas (o qual é considerado o maior entrave) em investir em mudanças nos projetos.
Por que a direção das empresas demoram a contratar o PPFM?	Como já dito anteriormente, a direção da empresa encara como custo e não como investimento o PPFM. Além deste ponto, o tempo para a execução de tal projeto é reduzido, já que a contratação deste é feita de maneira tardia.
Por que os projetistas possuem dificuldade em utilizar o PPFM?	Os projetistas também passam por dificuldades, pois por uma cultura mercadológica, os projetistas estruturais não acompanham as obras de dentro do canteiro, o que faz com que estes não percebam as dificuldades encontradas pela mão de obra. Além deste ponto, muitas vezes o projeto para produção acaba não respeitando o método construtivo da empresa, dificultando a implantação do PPFM.
Quanto à mão de obra, qual o principal problema encontrado?	No que diz respeito a mão de obra, estes por já trabalharem a muitos anos em obra, acabam não possuindo muito interesse em aprender um novo método de construir. Além disto, a mão de obra possui uma alta rotatividade em obra, o que dificulta o seu treinamento. Por fim, a mão de obra costuma não realizar o projeto conforme foi treinada, o que faz com que o PPFM perder em qualidade e eficiência.
Como funciona o treinamento da mão de obra?	A mão de obra é treinada toda junto. Este treinamento ocorre para que não haja interpretação. Ou seja, o treinamento é igual para todos, então todos possuem a capacidade de definir se o que está sendo executado está correto ou não. Fazendo com que a obra aumente em qualidade, e em eficiência, já que a mão de obra executa apenas o que foi planejado.