

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE ENGENHARIA CIVIL
CURSO SUPERIOR EM ENGENHARIA CIVIL

FILIPPE LITWINCZUK ALVES

FÔRMAS NA CONSTRUÇÃO CIVIL -
ANÁLISE NAS OBRAS EM PATO BRANCO – PR

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

PATO BRANCO

2015

FILIFE LITWINCZUK ALVES

**FÔRMAS NA CONSTRUÇÃO CIVIL -
ANÁLISE NAS OBRAS EM PATO BRANCO – PR**

Trabalho de Conclusão de Curso de graduação apresentado como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) – Câmpus Pato Branco.

Orientador: Prof. Msc. Normelio Vitor Fracaro

PATO BRANCO

2015



TERMO DE APROVAÇÃO

FÔRMAS NA CONSTRUÇÃO CIVIL – ANALISE NAS OBRAS EM PATO BRANCO - PR

FILIPE LITWINCZUK ALVES

No dia 17 de junho de 2015, às 10h20 min, na Sala de Treinamento da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, este trabalho de conclusão de curso foi julgado e, após argüição pelos membros da Comissão Examinadora abaixo identificados, foi aprovado como requisito parcial para a obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Civil da Universidade Tecnológica Federal do Paraná– UTFPR, conforme Ata de Defesa Pública nº08-TCC/2015.

Orientador: Prof. Msc. NORMELIO VITOR FRACARO (DACOC/UTFPR-PB)

Membro 1 da Banca: Prof. Msc. JAIRO TROMBETTA (DACOC/UTFPR-PB)

Membro 2 da Banca: Prof. Msc. JOSÉ MIGUEL ETCHALUS (DACOC/UTFPR-PB)

RESUMO

ALVES, Filipe L. – **Fôrmas na construção civil - análise nas obras em Pato Branco – PR. 2015.** 81 Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Pato Branco. 2015

Esta pesquisa tem como objetivo analisar fatores que influenciaram a escolha do sistema de fôrmas adotado por empresas, para estruturas de concreto armado na cidade de Pato Branco – PR. A partir de visitas realizadas a cinco obras que estão sendo realizadas na cidade propõe-se fazer a verificação dos sistemas fôrmas adotados e seus materiais e equipamentos utilizados; Além de analisar se os sistemas das fôrmas executado atende por padrões executivos descritos em bibliografias e normas estudadas; abordar fatores que levaram a empresa adotar um sistema de fôrmas.

PALAVRAS-CHAVES: Fôrmas para estruturas de concreto armado: materiais, sistemas de fôrmas, e fatores de escolha.

ABSTRACT

ALVES, Filipe L. – Mold systems for reinforced concrete structures: analyses of works in Pato Branco - PR. 81 Completion of course work (Civil Engineering degree) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Pato Branco - PR. 2015

This research has the purpose of analyse the factors that influenced the selection of mold systems assumed by companies for reinforced concrete structures in the city of Pato Branco – PR. From visits realized in five works that are being performed in this city, it is proposed do the verification of the adopted mold system and his materials and equipments utilized, and also analyze if the mold systems are according to executive patterns described at studied bibliographies and standards, accosting the factors that led the companies do adopt this mold.

KEYWORDS: Mold systems for reinforced concrete structures: materials, mold systems; choice factors.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Esquema genérico do fluxograma de produção de elementos de concreto armado.	14
Figura 2: Eixos principais de uma peça de madeira em relação às fibras.....	17
Figura 3: Vigas de madeira industrializadas.....	18
Figura 4: Sistema de fôrmas e escoramentos realizadas em Pato Branco - PR.	20
Figura 5: Elementos constituintes do sistema de fôrmas e suas respectivas funções.....	22
Figura 6: Sistema de fôrmas misto madeira e metal.	23
Figura 7: Detalhamento de fôrmas de madeira serrada para pilar.	24
Figura 8: Detalhamento de fôrmas de madeira serrada para vigas com dois panos de laje maciça.....	25
Figura 9: Detalhamento de fôrmas de madeira serrada para vigas com um pano de laje maciça.	26
Figura 10: Detalhamento de fôrmas de madeira serrada para vigas com um dois panos de laje maciça.	27
Figura 11: Detalhamento de fôrmas de madeira com chapas de compensada para laje maciça.	28
Figura 12: Representação de peças de apoio do escoramento.	29
Figura 13: Fôrma metálica para pilares Sistema SH.	30
Figura 14: Detalhe da fôrma metálica para vigas.	31
Figura 15: Sistema de fôrma metálico para laje.	32
Figura 16: Sistema de fôrma metálico para laje.	32
Figura 17: Sistema de fôrma misto para pilar.....	33
Figura 18: Sistema de fôrma misto para vigas.	34
Figura 19: Sistema de fôrma misto para laje.....	35
Figura 20: Obra realizada pela Empresa A.	43
Figura 21: Obra realizada pela Empresa B.	43
Figura 22: Obra realizada pela Empresa C.	44
Figura 23: Obra realizada pela Empresa D.	44
Figura 24: Obra realizada pela Empresa E.	45
Figura 25: Modelo 01 de fôrma para pilar de concreto armado.....	46
Figura 26: Modelo 02 de fôrma para pilar de concreto armado.....	47
Figura 27: Modelo 03 de fôrma para pilar de concreto armado.....	48
Figura 28: Modelo 01 de fôrma para viga de concreto armado.....	49
Figura 29: Modelo 02 de fôrma para viga de concreto armado.....	50
Figura 30: Detalhe representativo de escoramento para Laje Pré-Moldada TG 12.	51
Figura 31: Detalhe representativo do sistema de fôrma para Laje Maciça.....	52
Figura 32: Detalhe representativo do sistema de fôrma e escoramento para laje Nervurada Protendida com escoramento metálico.....	52
Figura 33: Detalhe representativo de escoramento para laje maciça.....	53

Figura 34: Exemplo de sistema de fôrma e escoramento para laje Nervurada.54

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Sistema de fôrmas usuais em Pato Branco, PR.	58
Gráfico 2: Material usualmente utilizado na produção de fôrmas para pilares.	59
Gráfico 3: Material usualmente utilizado na produção de fôrmas para vigas. ..	60
Gráfico 4: Material usualmente utilizado na produção de fôrmas para lajes maciças.	61
Gráfico 5: Material usualmente utilizado no escoramento de fôrmas.	62
Gráfico 6: Material usualmente utilizado no cimbramento de fôrmas.	62
Gráfico 7: Fatores de influência na determinação do sistema de fôrmas.	63

SUMÁRIO

1.0 INTRODUÇÃO	11
2.0 OBJETIVO.....	12
2.1 OBJETIVOS ESPECIFICOS	12
3.0 JUSTIFICATIVA	12
4.0 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	14
4.1 ESTRUTURAS EM CONCRETO ARMADO.....	14
4.2 MADEIRA.....	15
4.2.1 Madeiras empregadas na produção de fôrmas	16
4.2.1.1 Madeira serrada	17
4.2.1.2 Madeira industrializada.....	18
4.2.1.3 Chapas de compensado.....	18
4.3 FÔRMAS	19
4.3.1 Sistemas de fôrmas.....	20
4.3.1.1 Sistemas tradicionais de fôrmas de madeira.....	23
4.3.1.1.1 Sistema tradicional de fôrmas de madeira para pilares.....	24
4.3.1.1.2 Sistema tradicional de fôrmas de madeira para vigas	25
4.3.1.1.3 Sistema tradicional de fôrmas de madeira para viga com laje maciça apoiada em uma lateral	26
4.3.1.1.4 Sistema tradicional de fôrmas de madeira para viga com laje maciça apoiada nas duas laterais	27
4.3.1.1.5 Sistema tradicional de fôrmas de madeira para laje maciça	28
4.3.1.2 Sistema de fôrma metálico	29
4.3.1.2.1 Sistema de fôrma metálico para pilares	30
4.3.1.2.2 Sistema de fôrma metálico para vigas.....	31
4.3.1.2.3 Sistema de fôrma metálico para lajes.....	32
4.3.1.3 Sistema de fôrma mista.....	33
4.3.1.3.1 Sistema de fôrma misto para pilar	33
4.3.1.3.2 Sistema de fôrma misto para vigas	34
4.3.1.3.4 Sistemas de fôrmas misto para lajes.....	34
4.4 RACIONALIZAÇÃO DE FÔRMAS	35
4.4.1 Ações para racionalização do sistema de fôrmas	35
4.5 RECOMENDAÇÕES DA ABNT NBR 15696:2009 SOBRE MONTAGEM DE FÔRMAS E ESCORAMENTOS	36

4.6 RECOMENDAÇÕES DA NBR 15696 DE 2009 PARA MINIMIZAR PERDAS DE MATERIAL	38
4.7 RECOMENDAÇÕES PARA LOCAÇÃO DE FÔRMAS E EQUIPAMENTOS	39
5.0 METODOLOGIA.....	40
5.1 TIPO DE PESQUISA.....	40
5.2 CENÁRIOS DA PESQUISA	41
5.3 ETAPAS DA PESQUISA	41
5.3.1 Levantamento de dados	41
5.3.2 Identificação dos sistemas de fôrmas	41
5.3.3 Fatores de escolha do sistema.....	42
6.0 RESULTADOS E DISCUSSÕES	43
6.1. OBRAS ANALISADAS	43
6.1.1 Empresa A.....	43
6.1.2 Empresa B.....	43
6.1.3 Empresa C	44
6.1.4 Empresa D	44
6.1.5 Empresa E.....	45
6.2 REPRESENTAÇÕES DOS MODELOS DE SISTEMAS DE FÔRMAS DAS ESTRUTURAS DE CONCRETO ARMADO ENCONTRADOS NAS OBRAS ..	45
6.2.1 Modelos de sistemas de fôrmas de pilares de concreto armado.....	46
6.2.1.1 Modelo 01 de sistema de fôrmas pra pilares de concreto armado	46
6.2.1.2 Modelo 02 de sistema de fôrmas pra pilares de concreto armado	47
6.2.1.3 Modelo 03 de sistema de fôrmas pra pilares de concreto armado	48
6.2.2 Modelos de sistema de fôrmas para vigas de concreto armado	49
6.2.2.1 Modelo 01 de sistema de fôrma para vigas de concreto armado	49
6.2.2.2 Modelo 02 de sistema de fôrma para vigas de concreto armado	50
6.2.3 Modelos de sistema de fôrmas para lajes maciças, pré-moldadas e nervuradas.	50
6.2.3.1 Modelos de sistema de escoramento para laje pré-moldada	51
6.2.3.2 Modelo de sistema de fôrma para laje maciça	51
6.2.3.3 Modelo de sistema de fôrma para laje nervurada.	52
6.2.3.4 Modelo de escoramento de fôrma para laje maciça	53
6.2.3.5 Sistema de fôrma para laje nervurada escorada através de vigas de madeira industrializada	54

6.3 FATORES DE ESCOLHA PARA SISTEMAS DE FÔRMAS	55
6.3.1 Acabamento superficial	55
6.3.2 Projeto estrutural	55
6.3.3 Cronograma	56
6.3.4 Materiais disponíveis	56
6.3.5 Equipamentos disponíveis.....	57
6.3.6 Layout do canteiro	57
6.3.7 Empreendimento	57
7.0 DADOS LEVANTADOS.....	58
7.1 SISTEMAS MAIS USUAIS	58
7.2 FÔRMAS PARA PILARES	59
7.3 FORMAS PARA VIGAS	60
7.4 FÔRMAS PARA LAJES	61
7.5 ESCORAMENTO	62
7.6 CIMBRAMENTO	62
7.7 ESCOLHA DO SISTEMA DE FÔRMAS X FATORES DE INFLUENCIA....	63
8.0 CONCLUSÃO.....	65
APÊNDICE A – Ficha de identificação	70
APENDICE B – Tabelas de verificações	76

1.0 INTRODUÇÃO

Na construção civil é de comum acordo deixar que, os encarregados e mestres de obras, decidam sobre quais fôrmas devem ser utilizadas para a obtenção de uma maior eficiência aos propósitos do que vem a ser construído.

Nota-se atualmente que, com o alto custo da madeira, a necessidade de maior qualidade, a redução de desperdício de materiais, os curtos prazos de entrega, a segurança de empregados e preocupação com as normas ambientais, a necessidade do engenheiro civil de observar estes parâmetros e ficar atento com a importância das fôrmas utilizadas são determinantes para a qualidade final do produto.

Empresas especializadas em produção de fôrmas pré-fabricadas visam um mercado em que a tendência é a padronização da estrutura e da execução. O mercado visa a necessidade de criação de novas técnicas para atender e adequar a grande variedade de empreendimentos, dando uma maior qualidade e agilidade à obra.

Alguns dos entraves do mercado ao adotar, consolidar e expandir fôrmas pré-fabricadas para estruturas de concreto armado têm sido a falta de padronização de estruturas, de projetos, da liberação de verbas e de uma mão de obra especializada.

Outros obstáculos apontados têm sido os problemas com prazos de entrega de materiais para a produção e execução das obras e das fôrmas. O atraso das empresas fornecedoras de materiais tem acarretado problemas significativos na entrega final do produto. Adequar e impor metas estão sendo cada vez mais uns dos objetos de estudo para evitar tais danos orçamentários e executivos.

Com a grande variabilidade de obras da construção civil impostas no mercado atual, conciliar e planejar vêm sendo cada vez mais necessários para que desperdícios, tanto financeiros quanto materiais, sejam minimizados ao máximo.

Este presente trabalho visa apresentar práticas envolvidas na produção e execução de fôrmas para estruturas de concreto armado, como também

materiais, normas técnicas, recomendações bibliografias e fatores de escolha de sistemas de fôrmas.

2.0 OBJETIVO

Levantar fatores que influenciam na escolha de sistemas de fôrmas, empregados na execução de estruturas de concreto armado, voltadas para edificações residenciais, comerciais e industriais, realizadas na cidade de Pato Branco - PR.

2.1 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Realizar visitas técnicas em obras para verificação dos sistemas utilizados para confecção de fôrmas em concreto armado;
- Levantar quais os materiais empregados na confecção das fôrmas para estruturas de concreto armado;
- Elaboração de detalhamentos de fôrmas com materiais e cimbramentos usuais empregados;
- Abordar fatores que envolveram a escolha do sistema de fôrmas adotado pelas empresas;

3.0 JUSTIFICATIVA

De acordo com Nazar (2007), o estudo e análise de fôrmas para estruturas de concreto armado, se da válido, e de grande necessidade, por haver um déficit de estudos envolvendo a área.

Segundo Freire; Souza (2001), o mercado atual criou uma grande gama de sistema de fôrmas para atender vários tipos de estruturas e necessidades impostas no cotidiano. Com tudo isso houve uma falta de consenso entre projetistas, empresas, construtores e operários, sobre as nomenclaturas dadas a sistemas de fôrmas, materiais e métodos.

Essa falta de consenso também se deve em função das diferenças regionais, traduções bibliográficas, nomenclatura de equipamentos tanto nacionais como internacionais, que prejudicar ainda mais um consenso de padrão para sistemas de fôrmas.

Segundo Nakamura (2009), o concreto é de longe o material mais empregado na confecção de estruturas no Brasil, ainda assim, é escassa a existência de engenheiros que atuem na área de projetos de fôrmas.

Também apresenta que projetista de fôrmas vem sendo valorizados a cada dia mais no mercado de trabalho, pois um projeto de fôrmas bem detalhado visa ser uma ferramenta capaz de reduzir custos e alavancar a produtividade de execução.

4.0 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

4.1 ESTRUTURAS EM CONCRETO ARMADO

SENAI (1998) representa através da Figura 1, que a produção e execução de estruturas de concreto armado, deve seguir o seguinte esquema abaixo:

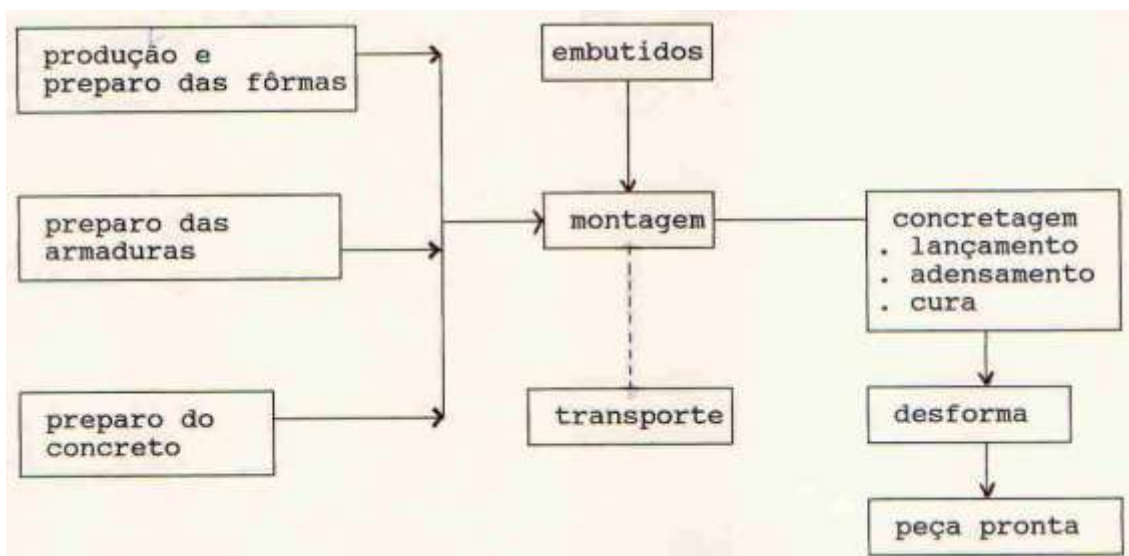


Figura 1: Esquema genérico do fluxograma de produção de elementos de concreto armado.

Fonte: SENAI (1998)

Segundo Carvalho (2007), o concreto tem em sua composição básica os seguintes elementos:

- ◆ Água
- ◆ Cimento
- ◆ Agregados

A junção desses elementos produz o concreto.

Ainda diz que o concreto armado é obtido através do emprego de aço no concreto durante a produção, para que tais modos depois de seco e curados todos resistam aos esforços solicitados com maior eficácia.

A utilização de fôrmas para moldar o concreto de acordo com Junior (2008), vem sofrendo grandes inovações, com o emprego de novas tecnologias

de materiais e equipamentos, em países onde a construção civil está em um patamar mais industrializado.

Ainda informa que a madeira apresenta grande frente em relação a outros materiais para moldes de fôrmas, ainda que haja outros materiais utilizados na fôrma.

Tradicionalmente segundo Nazar (2007), as fôrmas de madeira são utilizadas com maior frequência, pelo fato de serem tradicionalmente mais conhecidas. As fôrmas metálicas junto com as estruturas metálicas de apoio ou cimbramento tem seu uso mais difundido, em locais com maior requisição de esforços, como caixas-d'água, muros de arrimo, fundações e em alguns casos pilares, vigas, lajes.

Madeira, metal ou um sistema misto de madeira e metal, também são os materiais usuais na execução de fôrmas para estruturas em concreto armado para edificações residenciais, comerciais e industriais.

Dentro desse contexto de materiais mais empregados, descreveremos a seguir um pouco sobre a madeira e seu emprego em fôrmas para concreto armado.

4.2 MADEIRA

Segundo Junior (2008), ainda é generalizado a utilização de madeira em fôrmas como molde para o concreto, ainda que existam fôrmas que empreguem outros materiais.

A madeira é comumente utilizada na confecção de fôrmas para estrutura de concreto armado de acordo com Moliterno (1986), por possuir algumas qualidades que outros materiais não possuem.

A madeira possui elevado módulo de elasticidade, e detém boa resistência, permitindo boa trabalhabilidade e desempenho na execução de fôrmas para estruturas de concreto armado.

O baixo custo em comparação a outros materiais leva a escolha da madeira para a produção de fôrmas uma grande vantagem quando realizado um estudo em relação ao consumo de outros materiais. Também se deve ser levado em conta o número de reaproveitamentos que a madeira proporciona.

4.2.1 Madeiras empregadas na produção de fôrmas

Nazar (2007), sugere uma lista de madeiras empregadas na produção de chapas, na fôrma e na estrutura de escoramento de fôrmas: Angelin, copaíba, faveira, itaúba, pinus elliotte, angelin pedra, cumaru, garapa, jatobá, pinus taeda, angico preto, cupiúba, guajara, louro, roxinho, canela, euc. citriodora, guarucaia, massaranduba, sapucaia, cedrilho, euc. grandis, imbuia, peroba rosa, prinari, cedro, eucsaligna, ipê, pinho-do-paraná, araroba, angelin.

Para atender as exigências de resistência Moliterno (1986), define que as madeiras mais recomendadas na produção de fôrmas de madeira para concreto, são o pinho-do-paraná, o pinus eliotti, o eucalipto, virola e as chapas de compensados.

Segundo a ABNT NBR 15696:2009, indica que para o dimensionamento e uso de madeira em estruturas de fôrma e escoramentos, devem ser observadas recomendações de classificação, resistência e coeficientes de segurança de acordo com ABNT NBR 7190:1997.

As características físicas básicas mais importantes citadas por Nazar(2007),para a obtenção de qualidade, controle e dimensionamento da fôrma de madeira são:

- ◆ Densidade;
- ◆ Umidade;
- ◆ Retratibilidade.

Para madeiras industrializadas, onde ocorre um controle de umidade, temperatura, tolerâncias e classificação de espécies de madeira durante a produção, devem deter para a utilização na concepção e dimensionamento das

fôrmas, suas propriedades físicas e mecânicas devem ser obtidas através de ensaios mecânicos e físicos, de acordo com a ABNT NBR 15696:2009

Pela madeira se tratar de um material Ortotrópico, o comportamento físico difere de acordo com a direção das fibras nos três eixos perpendiculares, como mostra a Figura 2 com os eixos longitudinal, radial e tangencial.

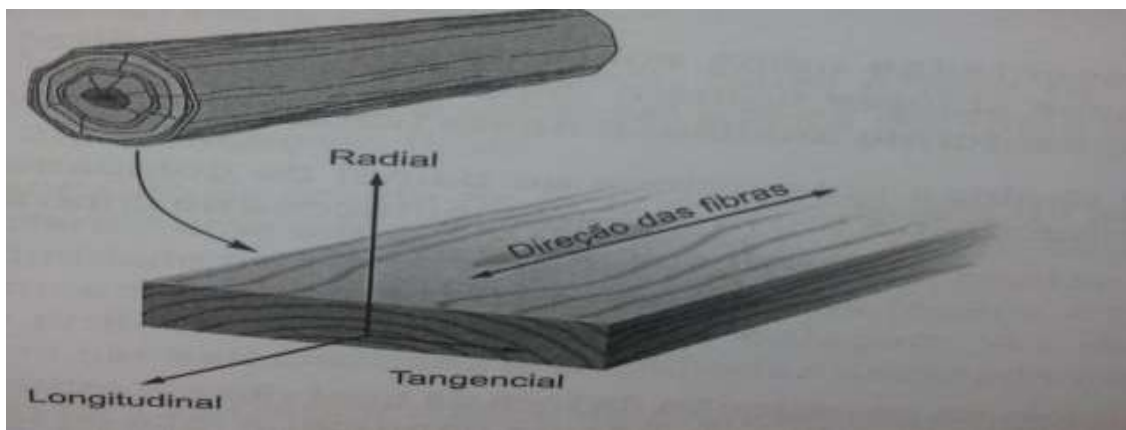


Figura 2: Eixos principais de uma peça de madeira em relação às fibras.
Fonte: CALIL JÚNIOR (2001)

4.2.1.1 Madeira serrada

Segundo Pfeil (1987), a madeira serrada é comumente a madeira com maior utilização na construção civil. Seu processo de fabricação se baseia no corte padronizado de troncos em serrarias.

Normalmente a madeira serrada é vendida no mercado de vendas de materiais para construção civil e indústrias de madeira, em seções padronizadas, com medidas em polegadas.

As peças de madeira utilizadas em estruturas devem ser produzidas em dimensões recomendadas para que evitem fendilhamento ou flexibilidade em excesso. Essas dimensões devem estar de acordo com a ABNT NBR 7190:1997.

4.2.1.2 Madeira industrializada

A ABNT NBR 15696:2009 determina que madeiras industrializadas sejam divididas em dois grupos distintos:

a) As utilizações de chapa de madeira compensada devem estar de acordo com a ABNT NBR 9532:1987.

b) A utilização de vigas industrializadas de madeira, onde podem ser tratadas, coladas, prensadas, com almas maciças ou não, constituídas por chapas aglomeradas ou treliçadas, devem ser utilizadas no dimensionamento de fôrmas.

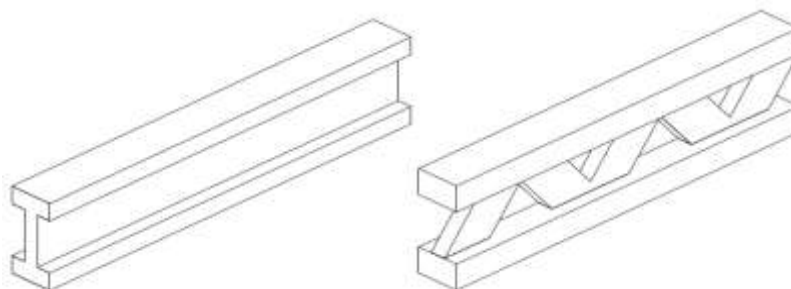


Figura 3: Vigas de madeira industrializadas.
Fonte: ABNT NBR 15696:2009.

4.2.1.3 Chapas de compensado

As chapas de compensado são produzidas através de lâminas propositalmente coladas, em direções ortogonais segundo Pfeil (1989), tornando o compensado um material isotrópico, apresentando assim vantagens de resistência sobre a madeira maciça.

A ortogonalidade da direção de lâminas e fibras da madeira de chapas de compensado, em relação às lâminas das camadas mais adjacentes, reduzem esforços de retração e de inchamento. Também reduzem trincas quando submetidas à cravação de pregos.

A madeira laminada colada de acordo com Pfeil & Pfeil (2003), é produzida através da colagem de várias lâminas de madeira. Sua colagem de lâminas é baseada através da utilização de adesivos industrializados, ou também podendo ser de origem animal ou vegetal, entre outros.

Nazar (2007) sugere os principais adesivos para a produção de chapas de compensada, utilizadas com finalidade para fôrmas para estrutura em concreto armado:

- ◆ Adesivo de uréia-formaldeído
- ◆ Adesivo de fenol-formaldeído

Fenol-formaldeído é o adesivo mais utilizado e recomendado para chapas de compensado com uso na construção civil.

De acordo com a empresa Global Wood (2015), as dimensões encontradas no mercado de madeira para chapas de compensado são:

- ◆ 2,20 x 1,10
- ◆ 2,20 x 1,60
- ◆ 2,44 x 1,22
- ◆ 2,50 x 1,60

Suas espessuras podem variar de 3 mm até 25 mm, variando também o número de lâminas que poderão ter de 3 até 13 lâminas em sua composição.

4.3 FÔRMAS

Segundo a ABNT NBR 15696:2009 as Fôrmas têm a função de dar forma e molde ao concreto no estado fresco, também resistir às cargas de lançamento do concreto, até que ele tenha resistência suficiente para se auto-portar.

Conforme dito por Calil (2005), fôrmas são estruturas provisórias geralmente realizadas em madeira, na qual têm a função de dar forma e suporte as estruturas em concreto até que ela adquira capacidade de auto suporte.

De acordo com Nazar (2007), em edifícios de múltiplos andares destinados a comércio ou residência, o custo do emprego de fôrmas pode variar entre 25% até 30% do total da estrutura. Em algumas ocasiões pode se

tornar entre 50% a 60%, podendo acarretar no preço de venda final, uma perda não contabilizada pela empresa.

A Figura 4 demonstra um sistema de fôrmas e escoramentos realizado em uma obra na cidade de Pato Branco - PR.



**Figura 4: Sistema de fôrmas e escoramentos realizadas em Pato Branco - PR.
Fonte: Autoria própria (2014).**

Em geral, as fôrmas são classificadas de acordo com o material e pela maneira como são utilizadas, levando em conta o tipo de obra.

4.3.1 Sistemas de fôrmas

Segundo o texto publicado pelo Engenheiro Paulo Assahi, um sistema de fôrma se caracteriza pela associação de elementos, como a própria fôrma que molda o concreto, cimbramentos que dão sustentabilidade as fôrmas e a estrutura portante, além de equipamentos de transportes, equipamentos de apoio à execução e manutenção, entre outros, variando de acordo com as características de cada sistema e materiais empregados.

De acordo Nakamura (2009), desde 1970, o Engenheiro Toshio Ueno, deu início a estudos aprofundados a racionalização e concepção de fôrmas, com padrões melhores de materiais, precisão na produção e locação das fôrmas, exigência de projetos das empresas, que até então não se interessavam pela execução das mesmas.

Segundo Freire; Souza (2001), define que o sistema de fôrmas tem como base um sistema peças que quando combinados atendem a um específica função. Consistindo em um conjunto harmônico de peças e componentes que dão as seguintes características a seguir:

- ◆ Dar molde ao concreto;
- ◆ Servir como suporte ao concreto fresco até que o mesmo seja auto-portante;
- ◆ Dar acabamento superficial e textura as faces da peça de concreto moldada;
- ◆ Garantir o correto posicionamento da armadura, para dar suporte a concretagem;
- ◆ Dar suporte e posicionamento a outros elementos do sistema;
- ◆ Dar segurança e resistência para a instalação e execução da concretagem, resistindo às cargas permanentes e acidentais;
- ◆ Dar proteção à peça moldada enquanto a mesma não tenha resistência a choques mecânicos;
- ◆ Reduzir a perda de água de cura do concreto.

Segundo Souza; Agopyan (1996), a resistência e estabilidade estrutural de um sistema de fôrmas são definidas como diretrizes principais de sua funcionalidade, além disso, deve oferecer praticidade, durabilidade e custos de operacionais de execução e manutenção baixos.

De acordo com Freire; Souza (2001), dividem-se o sistema de fôrmas em moldes, cimbramento e acessórios como descrito a seguir:

O molde se trata de uma peça do sistema que da forma a peça a ser produzida. A peça pode se tratar de pilares, vigas e lajes, baldrame ou qualquer outro tipo de peça de concreto que exija uma fôrma para dar molde.

Cimbramento parte da união de elementos que tem a característica estrutural de absorver cargas impostas à fôrma. Podemos classificar as peças do cimbramento com escoramento, vigamento, travamento e mãos-francesa.

Acessórios são peças dão auxílio aos outros elementos da fôrma para que trabalhem em união um com o outro, assim os mesmo podem desempenhar suas funções.

A Figura 5 apresenta as características de cada parte do sistema de fôrmas.

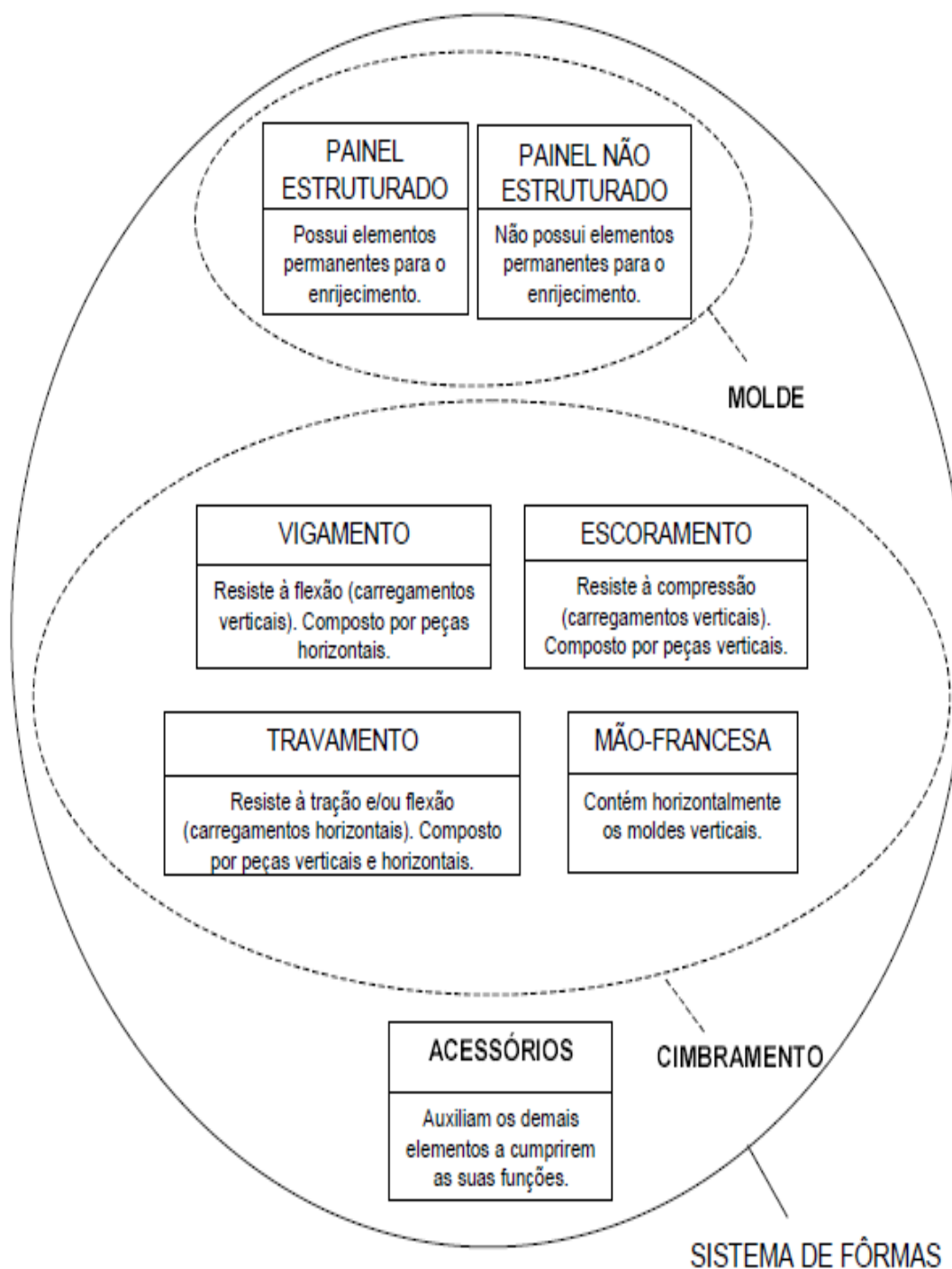


Figura 5: Elementos constituintes do sistema de fôrmas e suas respectivas funções.
Fonte:FREIRE; SOUZA (2001).

A Figura 6 representa um sistema de fôrma misto, no qual apresenta os elementos constituintes como molde, vigamentos, acessórios, cimbramento, escoramento metálico, tensores, ganchos de fixação de fôrmas para pilares.

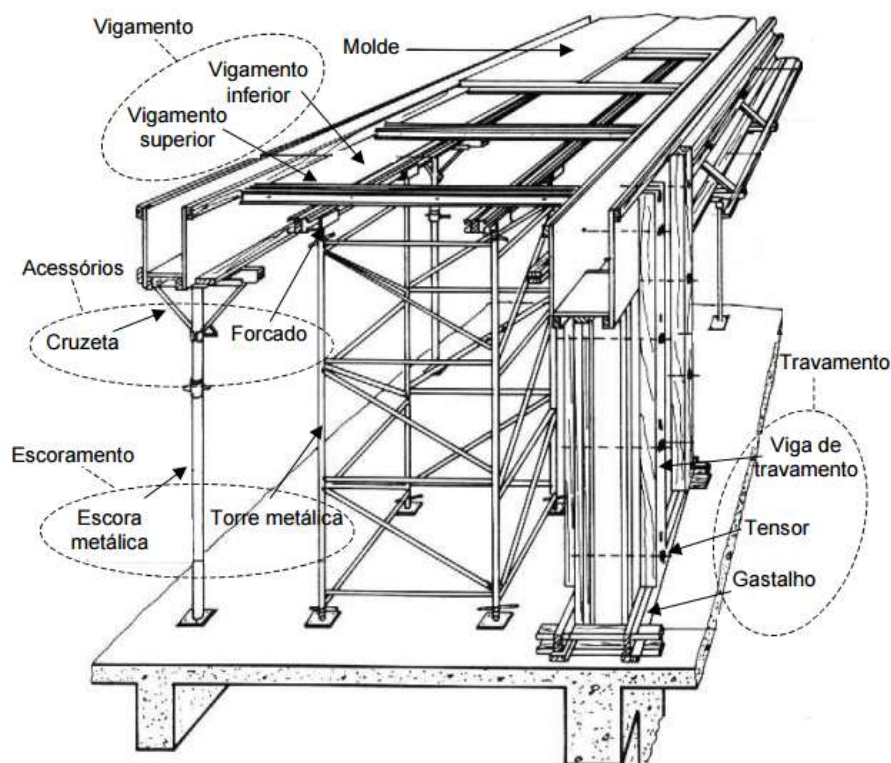


Figura 6: Sistema de fôrmas misto madeira e metal.
Fonte: CRISTIANI, 1995

A seguir trataremos de modelos de fôrmas que foram tradicionalmente executadas ao longo de anos por empreiteiros, mestres de obras, carpinteiros, e adotadas por projetistas e engenheiros como tradição de fôrma na execução de estruturas de concreto armado.

4.3.1.1 Sistemas tradicionais de fôrmas de madeira.

Segundo Moliterno (1989), no Brasil as fôrmas de madeira são as mais difundidas no mercado, pois são de composição total de madeira, formadas tanto por painéis de madeira, chapas de compensados, tábuas e pontaltes de

madeira serrada. São comumente utilizadas por tradição da mão de obra e pela facilidade em produção.

4.3.1.1.1 Sistema tradicional de fôrmas de madeira para pilares

Moliterno (1989), sugere que para facilitar o detalhamento de uma planta de fôrma para pilar ou do levantamento de materiais utilizados na fabricação da fôrma de madeira para o pilar, recomenda-se este detalhamento da Figura 7 com distâncias e materiais tradicionalmente aplicados na construção civil ao longo dos anos

A Figura 7 representa o esquema tradicional de fôrmas para pilar de seção retangular, visado para o auxílio do dimensionamento da estrutura e posicionamento das peças.

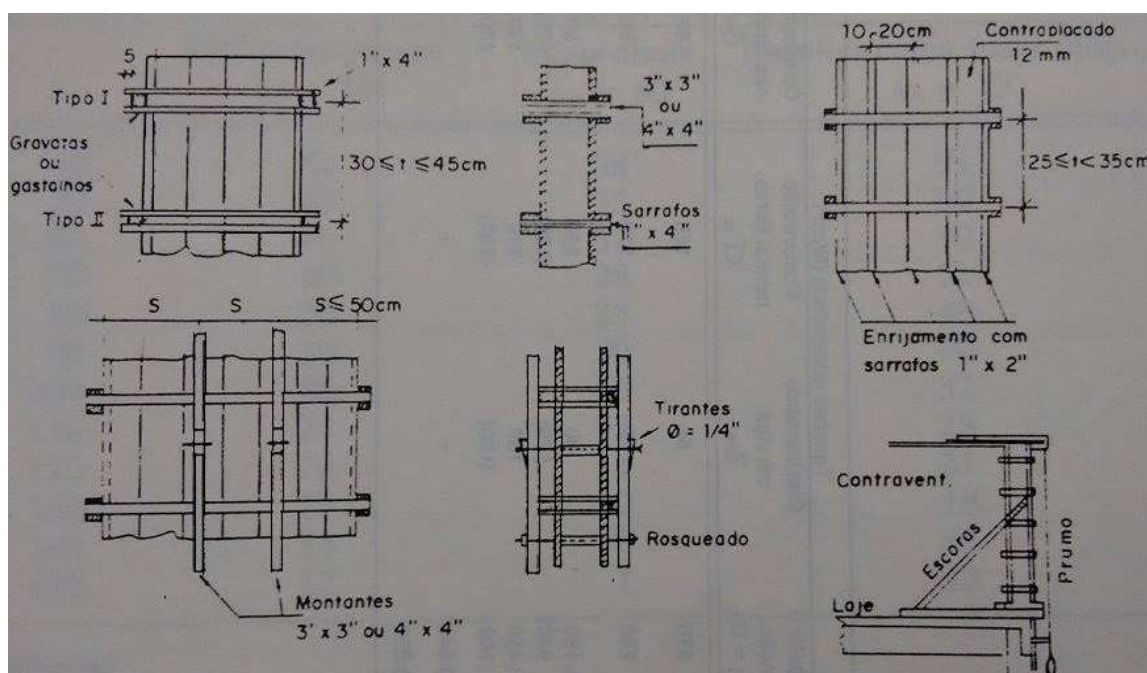


Figura 7: Detalhamento de fôrmas de madeira serrada para pilar.
Fonte: MOLITERNO 1989

Ainda segundo Moliterno (1989), para facilitar o detalhamento de uma planta de fôrma para pilar ou do levantamento de materiais utilizados na

fabricação da fôrma de madeira para o pilar, recomenda-se este detalhamento da Figura 7 com distancias e materiais tradicionalmente aplicados na construção civil ao longo dos anos.

4.3.1.1.2 Sistema tradicional de fôrmas de madeira para vigas

Segundo SH Fôrmas (2008), a fôrma é produzida com a utilização de tábuas ou chapas de compensado, sem estruturação na horizontal. A utilização de sarrafos pregados no tipo garfo, dão as tábuas ou chapas de compensado, o posicionamento correto para formar a peça de concreto da estrutura.

A Figura 8 abaixo representa o esquema tradicional de fôrmas para viga de seção retangular, visado para o auxílio do dimensionamento da estrutura e posicionamento das peças.

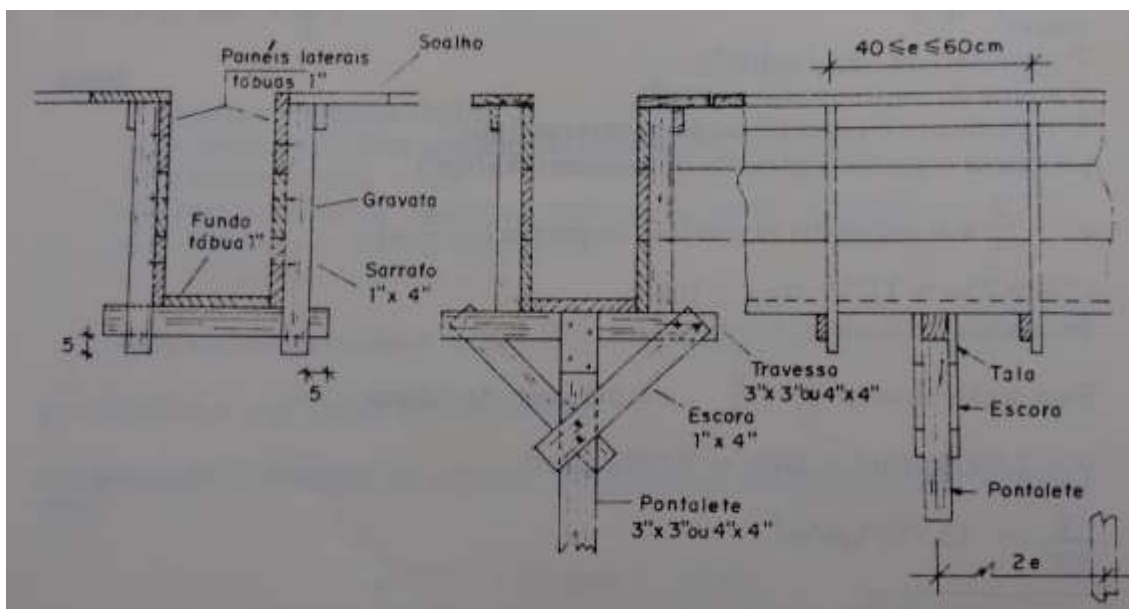


Figura 8: Detalhamento de fôrmas de madeira serrada para vigas com dois panos de laje maciça.

Fonte: MOLITERNO 1989

Moliterno (1989), sugere que para facilitar o detalhamento de uma planta de fôrmas de viga ou do levantamento de materiais utilizados na fabricação da

fôrma de madeira para vigas, recomenda-se este detalhamento da Figura 8 com distancias e materiais tradicionalmente aplicados na construção civil ao longo dos anos.

4.3.1.1.3 Sistema tradicional de fôrmas de madeira para viga com laje maciça apoiada em uma lateral

Para diferentes tipos de cimbramentos em fôrmas para vigas com laje maciça apoiada em uma de suas laterais, sugere-se o detalhamento da Figura 9, onde se tem dimensões de peças recomendadas para o detalhamento e execução da planta de fôrmas para vigas com laje maciça apoiada em uma lateral.

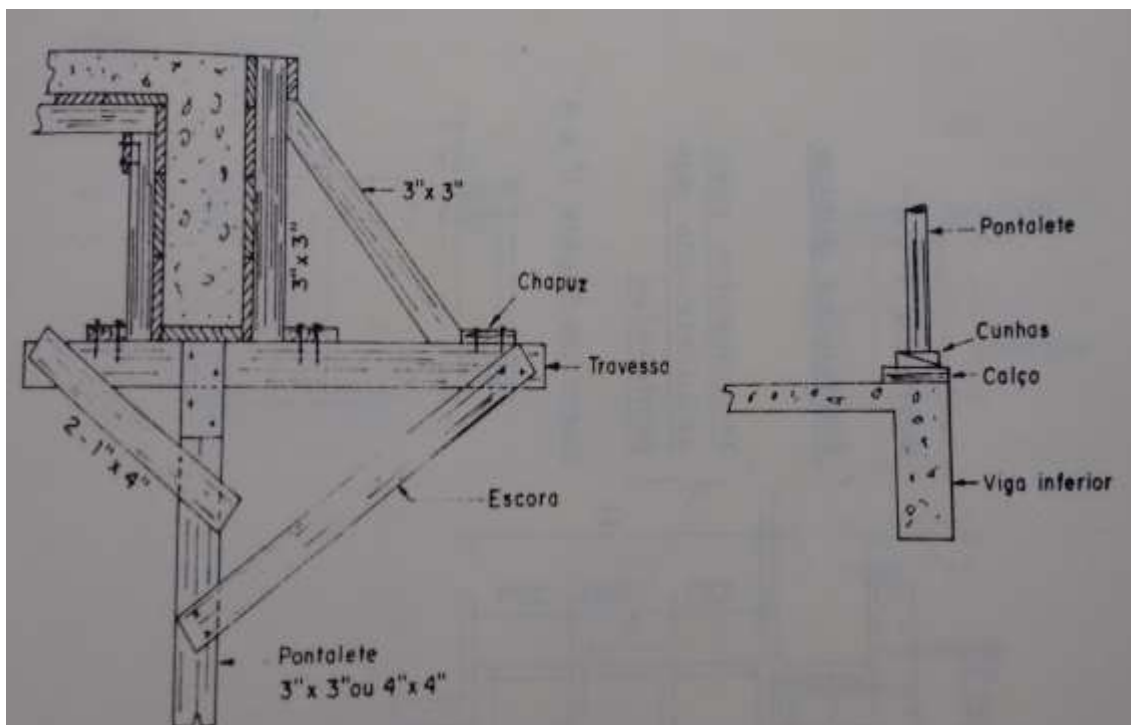


Figura 9: Detalhamento de fôrmas de madeira serrada para vigas com um pano de laje maciça.

Fonte: MOLITERNO (1989)

4.3.1.1.4 Sistema tradicional de fôrmas de madeira para viga com laje maciça apoiada nas duas laterais

Para diferentes tipos de cimbramentos e escoramentos em fôrmas para vigas com laje maciça apoiada nas laterais da viga, sugere-se o detalhamento da Figura 10, onde se tem dimensões de peças recomendadas para o detalhamento e execução da planta de fôrmas para vigas com laje maciça apoiada nas duas laterais.

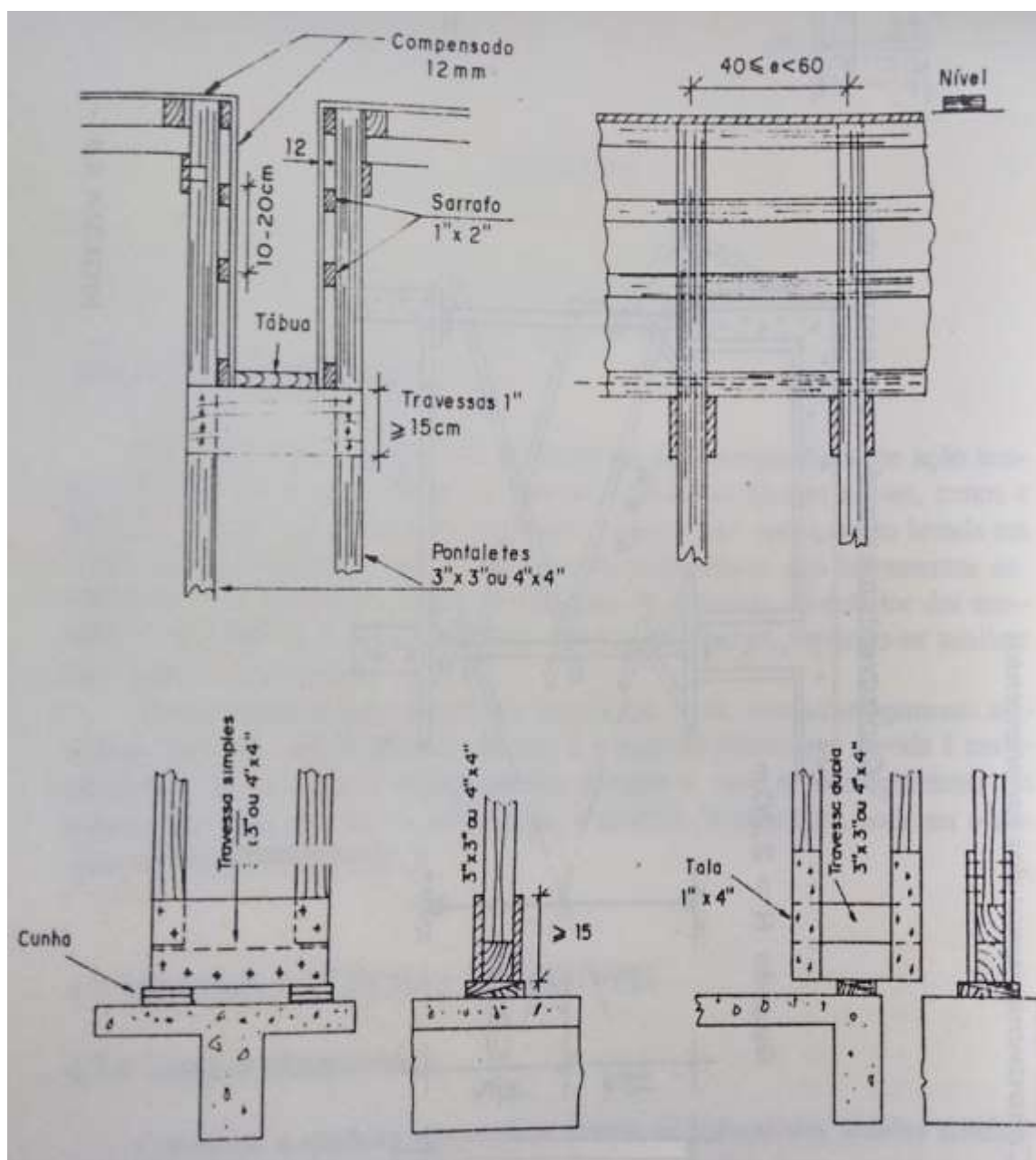


Figura 10: Detalhamento de fôrmas de madeira serrada para vigas com um dois panos de laje maciça.

Fonte: MOLITERNO (1989)

Este detalhamento visa facilitar o cimbramento e escoramento da fôrma de madeira da viga, que recebe dois panos de laje maciça, auxiliando com medidas padrões utilizada usualmente na construção civil.

4.3.1.1.5 Sistema tradicional de fôrmas de madeira para laje maciça

A Figura 11 representa o esquema tradicional de fôrmas para Laje Maciça, visado para o auxílio do dimensionamento do sistema de fôrmas e posicionamento das peças.

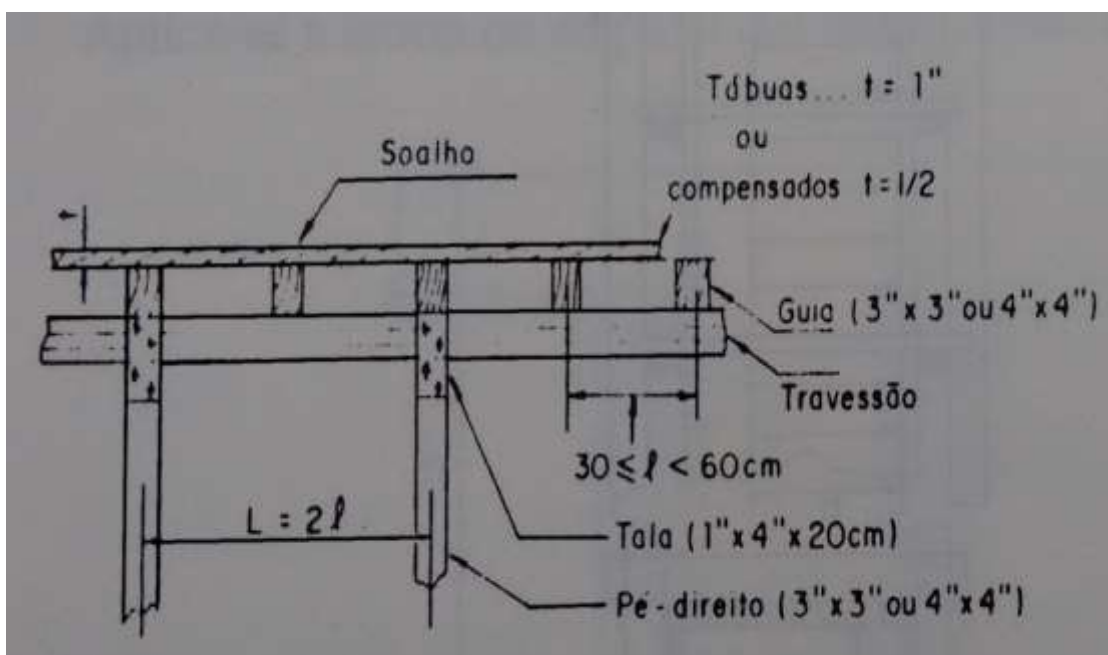


Figura 11: Detalhamento de fôrmas de madeira com chapas de compensada para laje maciça.

Fonte: MOLITERNO (1989).

Este detalhamento visa facilitar o cimbramento e escoramento da fôrma de madeira da laje maciça, auxiliando com medidas padrões utilizados usualmente na construção civil.

A Figura 12 representa o esquema tradicional de escoramento para fôrmas para Laje Maciça, visado para o auxílio do dimensionamento do sistema de fôrmas e posicionamento das peças de escoramento e cimbramento.

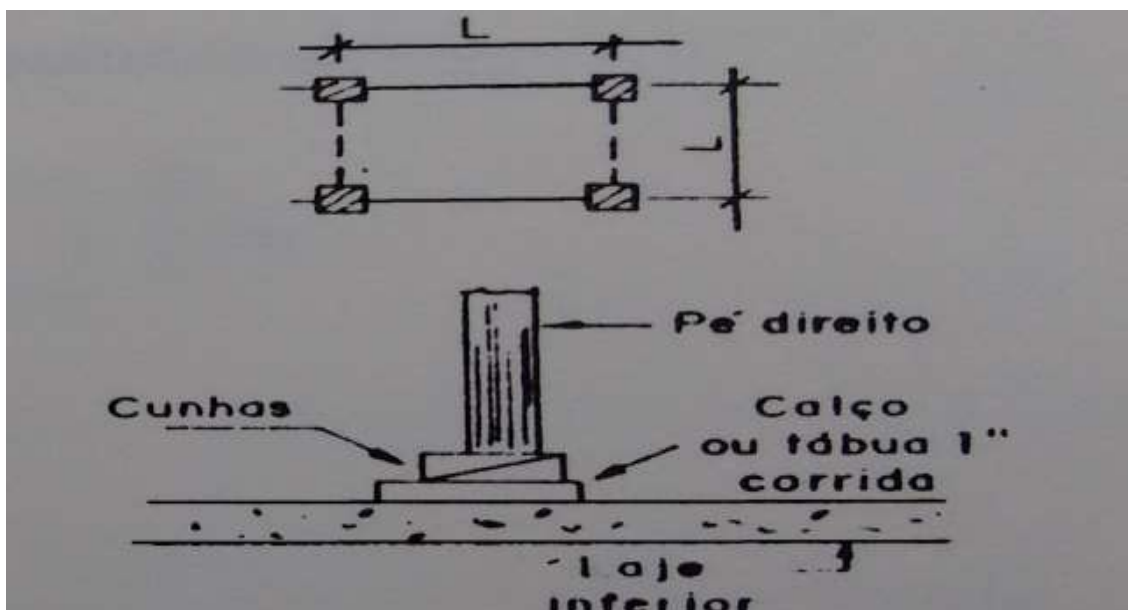


Figura 12: Representação de peças de apoio do escoramento.
Fonte: MOLITERNO (1989).

4.3.1.2 Sistema de fôrma metálico

O sistema de fôrma metálico teve seu uso difundido no país na década de 70, através das construções de casas padronizadas segundo Fajersztajn (1987). Todos os seus componentes são constituídos de aço ou alumínio.

A adoção de painéis metálicos na execução de fôrmas, de acordo com SH Fôrmas (2008), torna o procedimento mais fácil, seguro, rápido e em alguns casos menos oneroso.

De acordo com Nazar (2007), as fôrmas metálicas podem ser constituídas de vários materiais metálicos diferentes, como aço alumínio ou outras ligas metálicas. Seu uso na construção civil se dá em vigas, pilares, lajes e cortinas. O principal fator para a sua adoção se baseia no tempo de execução e no cronograma da obra, mas também em obras especiais que requisitem melhores sistemas e acabamento.

Os sistemas de fôrmas metálicas segundo Nakamura (2013), apresenta bom acabamento superficial devido a não apresentar furação nos moldes da

fôrma, e normalmente seu peso gira baixo em relação a outros sistemas, assim permitindo a fácil movimentação sem o uso de equipamentos especiais, como guias e guindastes.

4.3.1.2.1 Sistema de fôrma metálico para pilares

A empresa SH Fôrmas (2008), especializada no ramo de fôrmas para estruturas em concreto armado, criou um sistema de painéis modulares, com fôrmas metálicas, que podem ser utilizados na confecção de pilares para estruturas de concreto armado.

Seu ganho se dá na rapidez e praticidade de montagem, mas com a ressalva que ao ser montada, a fôrma poderá ter altura final maior que a do pilar final, recomenda-se esse sistema para pilares solteiros, que são concretados antes da viga.

A Figura 13 representa o detalhamento dessas fôrmas para pilares produzidos pela empresa SH FÔRMAS (2008).

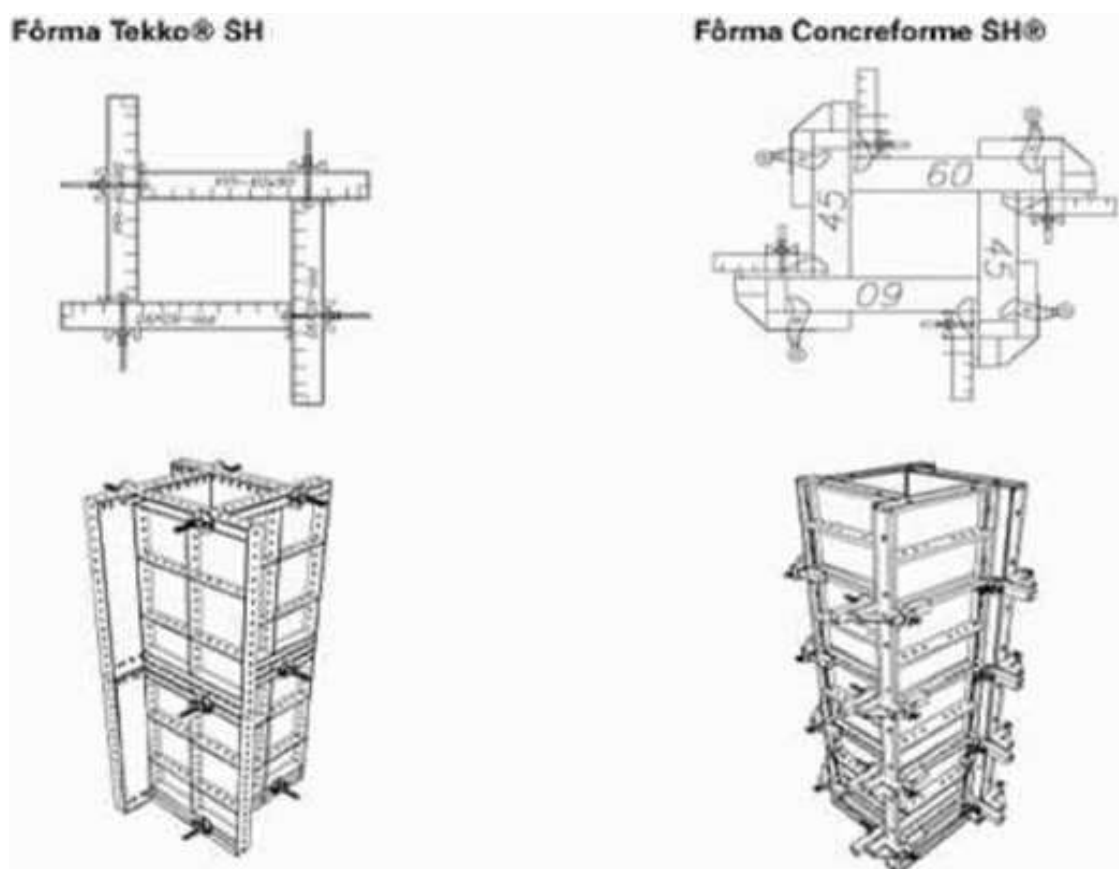


Figura 13: Fôrma metálica para pilares Sistema SH.
Fonte: SHFÔRMAS (2008)

Segundo Nazar (2007), o emprego de fôrmas metálicas em pilares se dá satisfatória quando empregados em lajes planas, em que não há a necessidade de vigas, mas quando há a necessidade da utilização de vigas se torna desvantajoso, pelo fato de exigir adaptações que no final podem se tornar onerosas.

4.3.1.2.2 Sistema de fôrma metálico para vigas

Para exemplo de sistema de fôrma metálica para viga, demonstraremos a seguir, na Figura 14 abaixo, um exemplo de sistema de fôrma metálica para viga da empresa SH Fôrmas (2008).

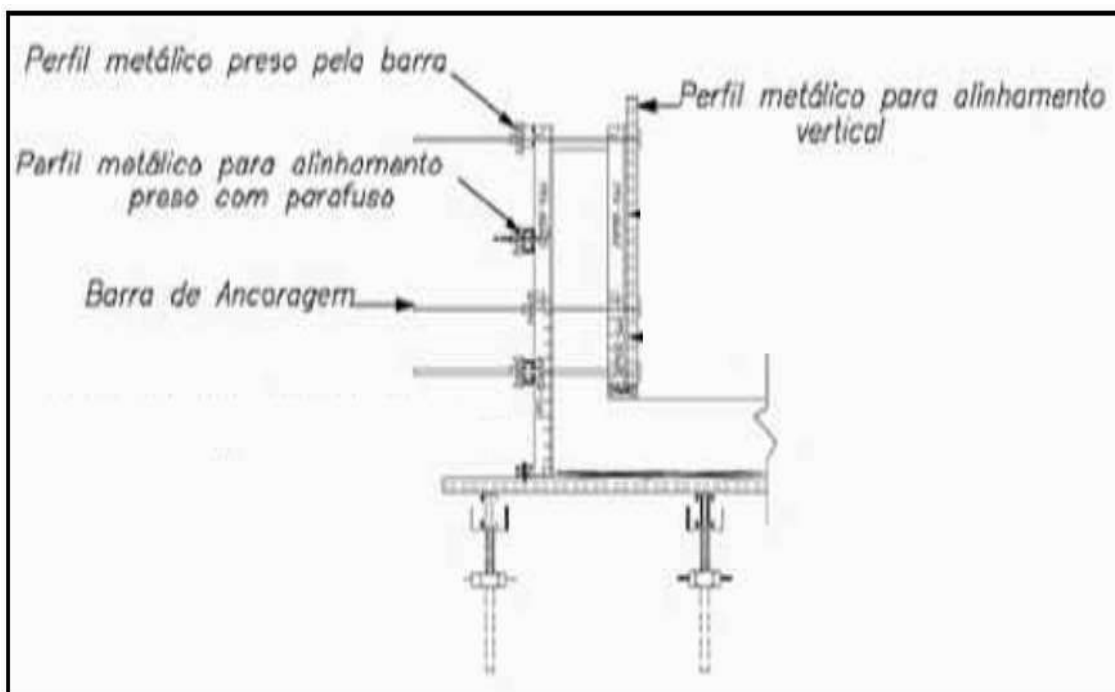


Figura 14: Detalhe da fôrma metálica para vigas.
Fonte: SH FÔRMAS (2008).

A utilização do sistema de fôrma metálica para vigas, de acordo com Nazar (2007), deve ser do mesmo raciocínio como as das fôrmas metálicas para pilares, onde se tem módulos de fôrmas que devem atender medidas específicas da viga. Para evitar adaptações o projeto estrutural deve ter o máximo de repetições possíveis em relação às dimensões de peças estruturais, assim evitando adaptações e custo onerosos não previstos.

Para sua produção, no caso, não se torna onerosa, várias empresas adotam por locar esse sistema em vez de comprá-los.

4.3.1.2.3 Sistema de fôrma metálico para lajes

A Figura 15 representa um exemplo de sistema de fôrma metálica para laje, fornecido pela empresa SH, que visa à utilização de painéis estruturados com chapas de alumínio, com dimensões de 120 cm x 30 cm.



Figura 15: Sistema de fôrma metálica para laje.
Fonte: SH FÔRMAS (2008)

A Figura 16 abaixo representa o sistema de fôrmas para laje da SH Fôrmas (2008), aplicado em uma obra.



Figura 16: Sistema de fôrma metálica para laje.
Fonte: SH (2008)

Esse tipo de sistema da Figura 16 se constitui segundo SH Fôrmas (2008), esse sistema garante maior produtividade e bom acabamento da peça executada. Sua desvantagem se encontra nos arremates das fôrmas, pois dependendo da quantidade, torna onerosa a mão-de-obra do sistema.

4.3.1.3 Sistema de fôrma mista

A seguir traremos exemplos de fôrmas mistas para pilares vigas e lajes.

4.3.1.3.1 Sistema de fôrma misto para pilar

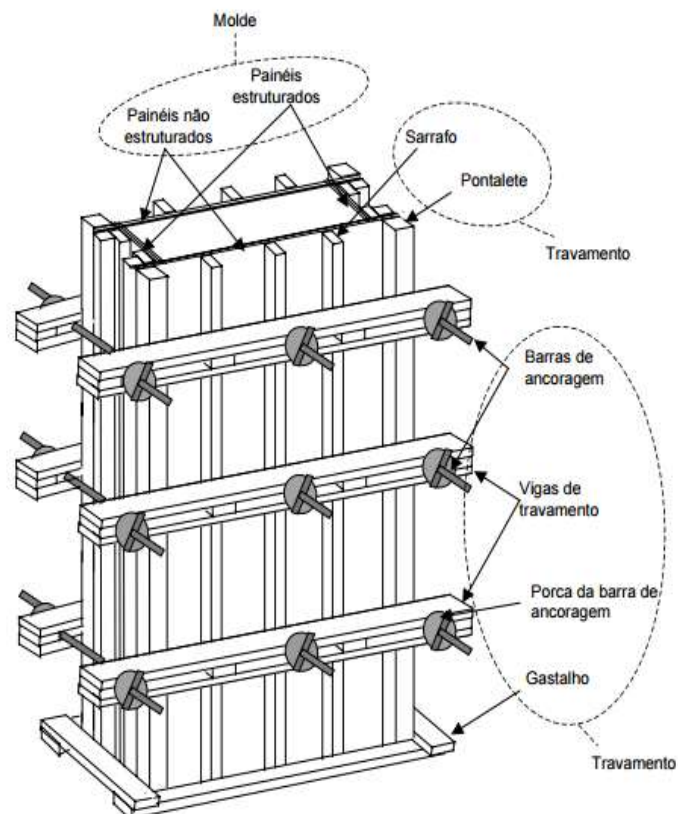


Figura 17: Sistema de fôrma misto para pilar.
Fonte: FREIRE; SOUZA (2001)

Este sistema apresenta moldes de chapas de compensado, sarrafos e pontaletes para dar rigidez ao molde da fôrma. O cimbramento foi detalhado através de perfis C de aço com barras de ancoragem.

4.3.1.3.2 Sistema de fôrma misto para vigas

A Figura 18 representa um exemplo de sistema de fôrma mista de madeira e metal, na qual demonstra cimbramentos e conectores juntamente com os escoramentos. Esse sistema visa facilitar a montagem do sistema, mas impossibilita adaptações por se tratar de uma estrutura metálica.

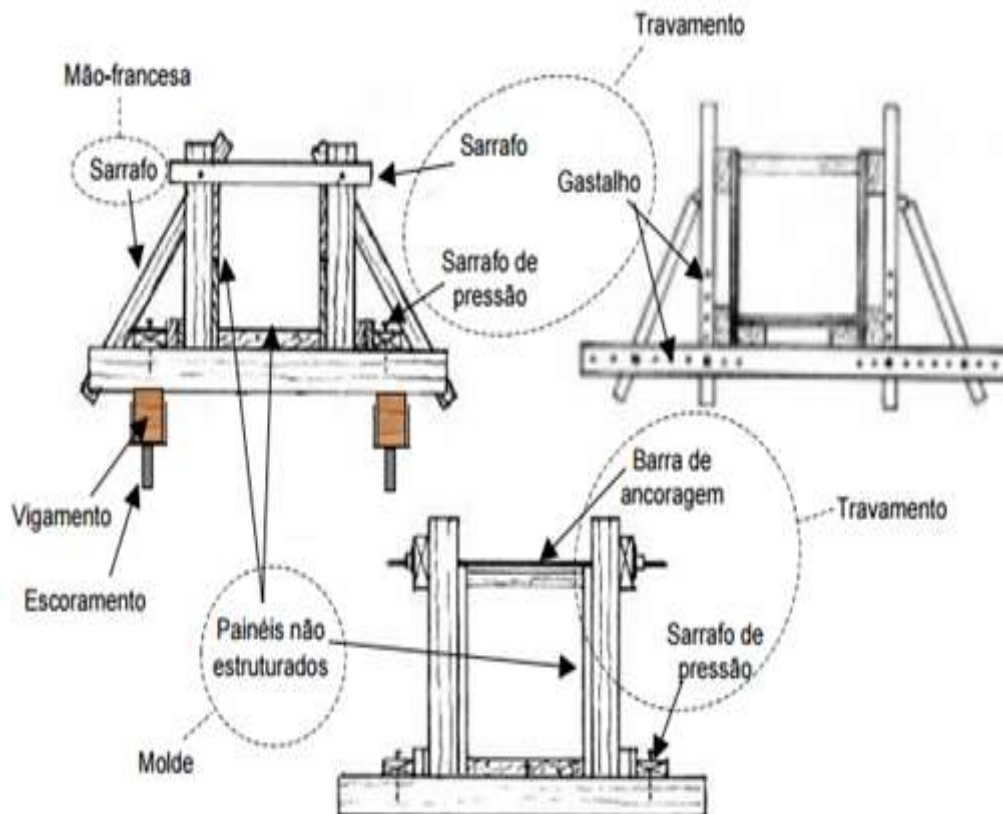


Figura 18: Sistema de fôrma misto para vigas.
Fonte: FREIRE; SOUZA (2001)

4.3.1.3.4 Sistemas de fôrmas misto para lajes

Aqui vemos segundo a Figura 19, um exemplo comum de sistema de fôrma e cimbramentos para laje e vigas, pois apresentam tanto madeira como perfis metálicos de escoramento.



Figura 19: Sistema de fôrma misto para laje.
Fonte: A autoria própria (2014)

4.4 RACIONALIZAÇÃO DE FÔRMAS

Segundo o SENAI (1998), a racionalização de fôrmas para estruturas de concreto armado tem como objetivo principal obter o máximo de reaproveitamentos das fôrmas, de acessórios e peças, também visa à redução da mão-de-obra, aumento da segurança na operação de montagem, concretagem e desforma.

4.4.1 Ações para racionalização do sistema de fôrmas

SENAI (1998), sugere que para haver racionalização no sistema de fôrmas, devemos observar alguns pontos:

- ◆ Padronização dos pavimentos, visando um maior número de pavimento tipos;
- ◆ Padronização de pilares, visando manter a dimensões do mesmo, mas variando a armadura necessária;
- ◆ Padronização de vãos, visando uma relação entre de projeto arquitetônico vs projeto estrutural;
- ◆ Implantação de um sistema de fôrma que vise à racionalização e melhor aproveitamento.

4.5 RECOMENDAÇÕES DA ABNT NBR 15696:2009 SOBRE MONTAGEM DE FÔRMAS E ESCORAMENTOS

A ABNT NBR 15696:2009 sugere as seguintes recomendações para montagem de fôrmas e montagem de escoramentos:

- a) Toda execução da estrutura do sistema de fôrmas deverá ser procedida de acordo com um projeto específico de fôrmas e escoramento;
- b) Deverão constar em obra detalhamentos e métodos executivos na descrição do plano de obra, para reescoramento, remoção de estruturas auxiliares, valores de contraflecha, desforma e remoção de fôrmas;
- c) Deverá ser observado o plano de retirada de fôrmas e escoramentos, visando respeitar o comportamento da estrutura portante. Caso haja dúvidas em relação ao procedimento e comportamento da estrutura, em relação à retirada dos escoramentos e desforma, o responsável técnico deverá ser acionado para sanar as dúvidas. Para a montagem dos escoramentos, deveram ser utilizados para o escoramento hastes reguláveis, cunhas, caixa de areia e outros métodos para facilitarem sua instalação e remoção.
- d) Em relação a esforços descarregados em escoramentos, deveram ser tomados cuidados com recalques causados no solo por cargas provenientes da estrutura, assim a utilização de lastro, piso de concreto, pranchões para a melhor distribuição das cargas que podem prejudicar a estrutura portante. O responsável técnico de execução ficará incumbido de dimensionar as bases de apoio para os escoramentos;
- e) Em caso de utilização de fôrmas e escoramentos locados, deveram ser seguidas recomendações dos fornecedores;
- f) Deveram ser seguidas recomendações de prevenção de incêndio de acordo com a NR 18;

- g) Quando houver concentração de elementos e furos em uma determinada região da estrutura, deverá ser averiguada perante o projetista estrutural a possibilidade de ocorrer problemas;
- h) Elementos estruturas constituintes do sistema de fôrmas como tirantes, barras de ancoragem, e outras peças que variam de sistema para sistema, poderão ser alocados dentro da seção visando as seguintes características:
 - 1) Serem fixados, assim devendo assegurar o correto posicionamento na hora da concretagem;
 - 2) Não influenciar nas dimensões das peças concretada;
 - 3) Não influenciar nocivamente os materiais constituintes do concreto;
 - 4) Não formar manchas no concreto;
 - 5) Não influenciar na durabilidade e desempenho da peça concretada;
 - 6) Auxiliar no correto lançamento e adensamento do concreto fresco.
- i) Todo componente embutido na fôrma devera preservar tanto a geometria como não afetar nocivamente a peça estrutural;
- j) Deve-se evitar o emprego de fôrmas perdidas. Em casos onde não há possibilidade de evitar tal perca, deverá ser previamente estabelecida em projeto e verificar os seguintes procedimentos:
 - 1) Verificar se o material não irá na perca de sua durabilidade, apresentar problemas patológicos que influenciem a peça concretada;
 - 2) Verificar a relação deste material com o material concreto;
 - 3) Verificar a influência deste material na estabilidade estrutural;
 - 4) Verificar a ancoragem da fôrma perdida;
- k) Recomenda-se quando houver a necessidade de aplicação de desmoldantes, este deverá ser aplicado antes da colocação da armadura, de maneira a evitar que ocorram problemas futuros.

4.6 RECOMENDAÇÕES DA NBR 15696 DE 2009 PARA MINIMIZAR PERDAS DE MATERIAL

A ABNT NBR 15696:2009 sugere as seguintes diretrizes básicas para minimizar as perdas de material na produção do sistema de fôrmas de madeira.

- a) Quando possível, utilizar materiais e equipamentos industrializados, que detêm vida útil maior, e diminuem e minimizam a necessidade de complementos de madeira bruta. A utilização da madeira bruta para escoramentos de fôrmas, só se da necessária como solução se não houver equipamentos industrializados disponíveis, ou quando se tornarem inviáveis economicamente.
- b) Para o melhor aproveitamento da vida útil de placas ou de chapa de compensado, recomenda-se a proteção de bordas em todos os cortes, através de tintas especificadas pelo fabricante, para que não haja ação de umidade e interferências nas qualidades mecânicas da madeira. Para restringir ações danosas a placas ou chapas de compensado é recomendável à utilização de desmoldantes.
- c) Toda madeira utilizada na produção das fôrmas e cimbramentos devem ser oriundas de reflorestamento. Não havendo a possibilidade de a madeira ser oriunda de reflorestamento, deve se ter como fonte de matéria prima, madeiras oriundas de manejos controlados por órgãos competentes.
- d) Todo resíduo de madeira proveniente da estrutura constituinte da fôrma, deve ser dado uma destinação correta.

Para melhor difundir e executar com maior eficiência Nazar (2007) sugere que a interação entre projetista estrutural, arquiteto e construtor, tornaria o processo eficiente, visando à obtenção de resultados técnicos e econômicos finais consideravelmente melhores.

4.7 RECOMENDAÇÕES PARA LOCAÇÃO DE FÔRMAS E EQUIPAMENTOS

De acordo com ABNT NBR 15696:2009, alguns requisitos devem ser seguidos para os fornecedores de equipamentos para fôrmas e escoramentos. A maneira correta de executar fôrmas e escoramentos abrange vários aspectos, onde nem todos estão diretamente relacionados com o responsável técnico capacitado para a realização da obra. Para que se tenham responsáveis por determinados requisitos da obra, órgãos fiscalizadores qualificam empresas que são encarregadas pelo fornecimento de equipamentos, projetos e serviços de montagem.

Tais requisitos seguidos são a estrutura organizacional e os equipamentos.

Para que haja uma completa estrutura organizacional, de acordo com a norma, o fornecedor deve dispor de um engenheiro responsável pelas atividades da empresa, constantes programas de treinamento para os colaboradores e um manual técnico que conste os procedimentos internos que a empresa pode realizar em execuções de projetos e montagens de equipamentos.

No quesito equipamentos mencionados anteriormente, inclui-se a parte de projeto e desenvolvimento. Os equipamentos fornecidos precisam seguir as especificações referidas pela norma. No caso do projeto dos equipamentos, a inclusão de desenhos de fabricação e memorial de cálculo é necessária. Já para a resistência dos equipamentos que são desenvolvidos, é importante analisar as informações apresentadas. Para a fabricação dos equipamentos necessários, deve-se averiguar a qualidade e as especificações originais do projeto a ser desenvolvido. Para a manutenção dos equipamentos, o fornecedor de fôrmas e escoramentos tem que se dispor de procedimentos padronizados e todas as peças precisam passar por uma inspeção antes de sua entrega, garantindo assim o correto funcionamento e a quantidade de carga que o equipamento suporta.

Conforme dito na norma, a qualificação dos profissionais é importante quando se trata da elaboração de projetos de escoramento e fôrmas. Tal qualificação é analisada por um engenheiro responsável pela empresa que executa ou até mesmo a que fornece os projetos. Para a aprovação, os

projetos sempre têm que seguir a norma e devem ser completos, contendo as informações necessárias para a montagem correta da fôrma ou do escoramento.

Há também a orientação de montagem estabelecida pela norma, em que consiste em um catálogo técnico informando as cargas adotadas pelos equipamentos. Por meio dos catálogos, as instruções técnicas são definidas para a montagem e elas devem estar sempre acessíveis, caso não haja um projeto específico detalhando a montagem. Com isso, é necessário que o fornecedor tenha profissionais qualificados orientando e supervisionando a montagem.

5.0 METODOLOGIA

5.1 TIPO DE PESQUISA

Esta pesquisa se direciona a uma observação participante como descrita por Mann (1970 apud MARCONI E LAKATOS, 2004). A observação participante se baseia em o observador se tornar um membro do grupo observado, para vivenciar e realizar atividades em grupo visando aprendizagem.

A pesquisa e obtenção de dados serão levantadas através de visitas, registros fotográficos e anotações com o intuito de se obter o máximo de informações sobre a produção de fôrmas para estruturas de concreto armado.

Para auxílio de levantamento e avaliação de dados, serão empregues recomendações bibliográficas e normativas que auxiliem a obtenção de dados finais com maior veracidade.

5.2 CENÁRIOS DA PESQUISA

A pesquisa parte do ponto de uma análise presencial em obras que estão sendo executadas as etapas da estrutura de concreto armado, visando o estudo da execução das fôrmas da estrutura.

Todas as obras analisadas se encontram na cidade de Pato Branco - PR. As obras analisadas foram executadas por diferentes construtoras.

5.3 ETAPAS DA PESQUISA

Para facilitar a compreensão desse trabalho, esta pesquisa foi dividida em 3 etapas, assim auxiliando no processo de análise.

5.3.1 Levantamento de dados

Esta pesquisa tem início em uma análise presencial em obras que estão sendo executadas estruturas de concreto armado na cidade de Pato Branco - Pr. Essas visitas têm como objetivo uma análise presencial e visual, de acompanhamento de métodos e práticas adotadas na execução de fôrmas para estrutura em concreto armado.

5.3.2 Identificação dos sistemas de fôrmas

Nesta etapa foram levantadas através de uma ficha de análise de inspeção visual, características encontradas nas fôrmas para estruturas de concreto armado, em edificações executadas na cidade de Pato Branco - PR.

Essa ficha visou à obtenção de materiais empregados na produção de fôrmas, mão-de-obra encontrada na obra, projetos referentes à estrutura e materiais empregados no sistema de cimbramento das fôrmas de pilares, vigas e lajes.

As fichas de identificação se encontram apêndice A, no final deste trabalho.

5.3.3 Fatores de escolha do sistema

Com esses dados levantados e diálogos com engenheiros responsáveis pelas obras, foram levantados fatores que levaram a empresa a adotar aquele sistema de fôrma executado.

6.0 RESULTADOS E DISCUSSÕES

6.1. OBRAS ANALISADAS

A seguir seguem-se imagens das obras analisadas de acordo com cada empresa abordada, para melhor compreensão do estudo e análise de dados obtidos.

6.1.1 Empresa A



Figura 20: Obra realizada pela Empresa A.
Fonte: Autoria própria (2014)

6.1.2 Empresa B



Figura 21: Obra realizada pela Empresa B.
Fonte: Autoria própria (2014).

6.1.3 Empresa C



**Figura 22: Obra realizada pela Empresa C.
Fonte: Autoria própria (2015).**

6.1.4 Empresa D



**Figura 23: Obra realizada pela Empresa D.
Fonte: Autoria própria (2014).**

6.1.5 Empresa E



**Figura 24: Obra realizada pela Empresa E.
Fonte: Autoria própria (2015).**

6.2 REPRESENTAÇÕES DOS MODELOS DE SISTEMAS DE FÔRMAS DAS ESTRUTURAS DE CONCRETO ARMADO ENCONTRADOS NAS OBRAS

Para facilitar o estudo e análise, foram levantados através de medições, conversas em obras com carpinteiros, mestre de obra, engenheiros civis, juntamente com análises de fotos tiradas durante as visitas, os detalhes de cimbramento escoramento e materiais adotados usualmente nos sistemas de fôrmas para estruturas de concreto armado.

Nesta etapa foram criados detalhamentos de pilares, vigas e lajes, baseados nas obras analisadas, visando a representar características usuais empregadas por carpinteiros, empreiteiros e engenheiros civis, na execução dos sistemas de fôrmas para as estruturas de concreto armado.

A seguir demonstraremos essas medidas através exemplos de detalhamentos, que foram gerados através destas análises realizadas em campo.

6.2.1 Modelos de sistemas de fôrmas de pilares de concreto armado

Para a representação desses detalhamentos, adotou-se o uso de um pilar com dimensões de 20 x 40 para melhor compreensão de dimensões.

6.2.1.1 Modelo 01 de sistema de fôrmas pra pilares de concreto armado

Este sistema de fôrma para pilar, foi adotado pelas Empresas A e B referidas no apêndice desse trabalho.

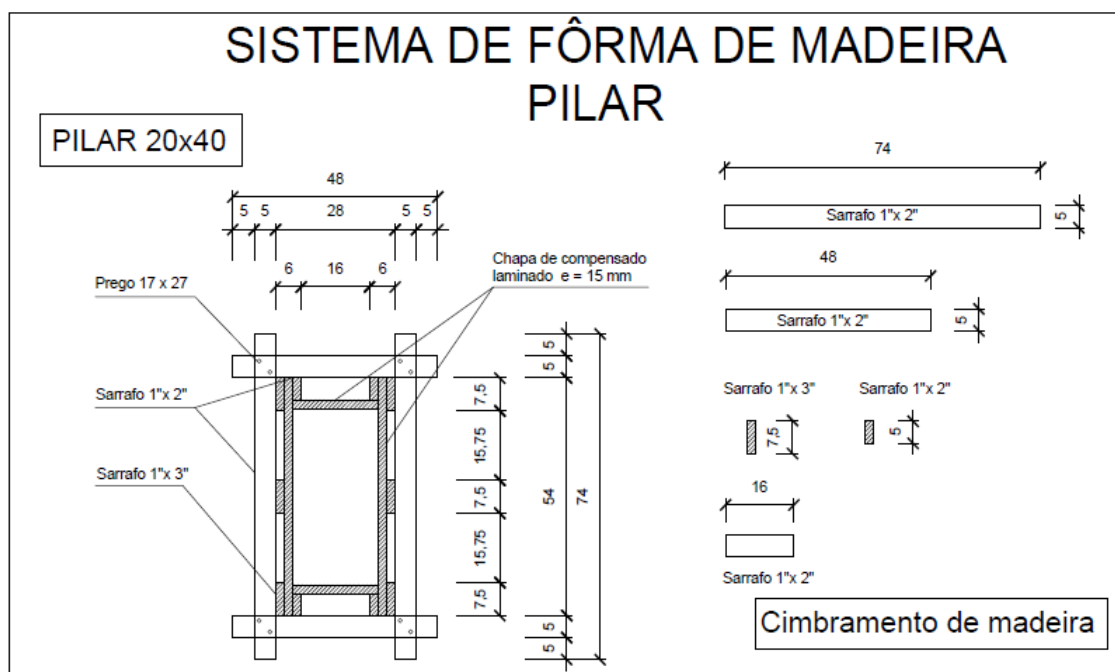


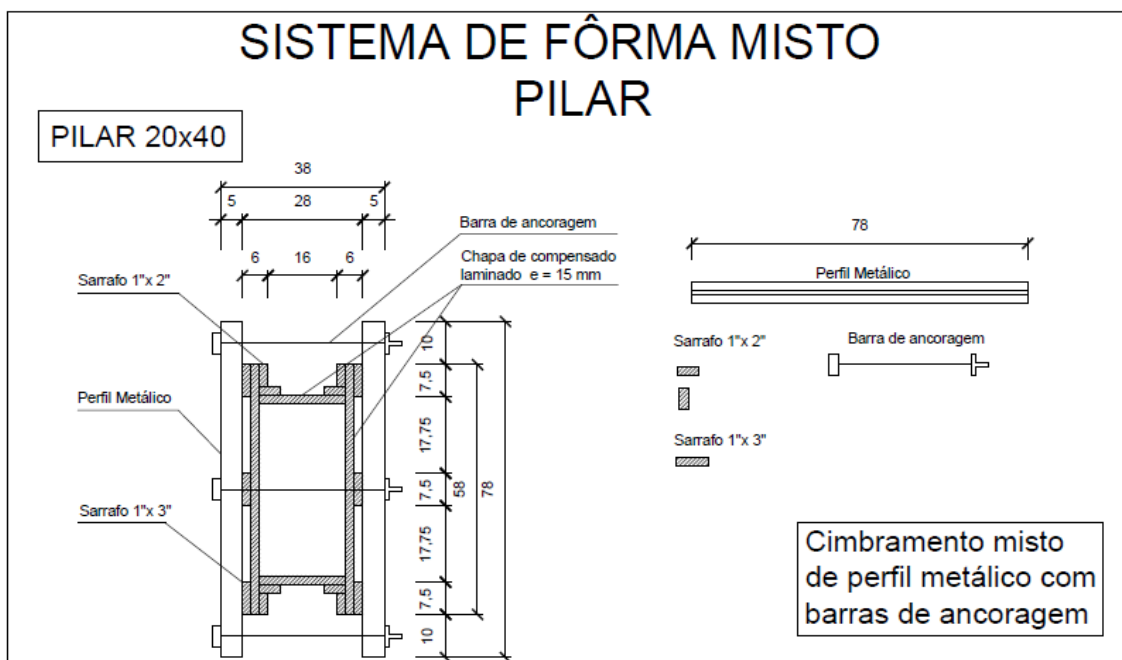
Figura 25: Modelo 01 de fôrma para pilar de concreto armado.
Fonte: Autoria própria 2015.

Para este pilar levantaram-se os seguintes materiais e características empregadas no sistema de fôrmas:

- ◆ Uso de pregos de 17 x 27 cabeça dupla ou simples;
- ◆ Gravata com sarrafos de 1" x 2" ;
- ◆ Rigidez dos painéis com sarrafos de 1" x 3" ou pontales de 2" x 2";
- ◆ Molde da fôrma de chapa de compensado laminado ou resinada come = 15, 18, 20 mm;
- ◆ Gravatas travadas com 40 cm de distância.

6.2.1.2 Modelo 02 de sistema de fôrmas pra pilares de concreto armado

Este sistema de pilar foi adotado pelas Empresas D e E referidas no apêndice desse trabalho.



**Figura 26: Modelo 02 de fôrma para pilar de concreto armado.
Fonte: Autoria própria.**

Para este pilar adotaram-se as seguintes características:

- ◆ Uso de pregos de 17 x 27 cabeça dupla ou simples;
- ◆ Gravata com perfis metálicos industrializados;
- ◆ Barra de ancoragem;
- ◆ Rigidez dos painéis com sarrafos de 1" x 3" ou pontaletes 2" x 2";
- ◆ Molde da fôrma de chapa de compensado laminado ou resinada com e = 15, 18, 20 mm;
- ◆ Gravatas travadas com 40 cm de distância.

6.2.1.3 Modelo 03 de sistema de fôrmas pra pilares de concreto armado

Este sistema de pilar foi adotado pela empresa C referida no apêndice desse trabalho.

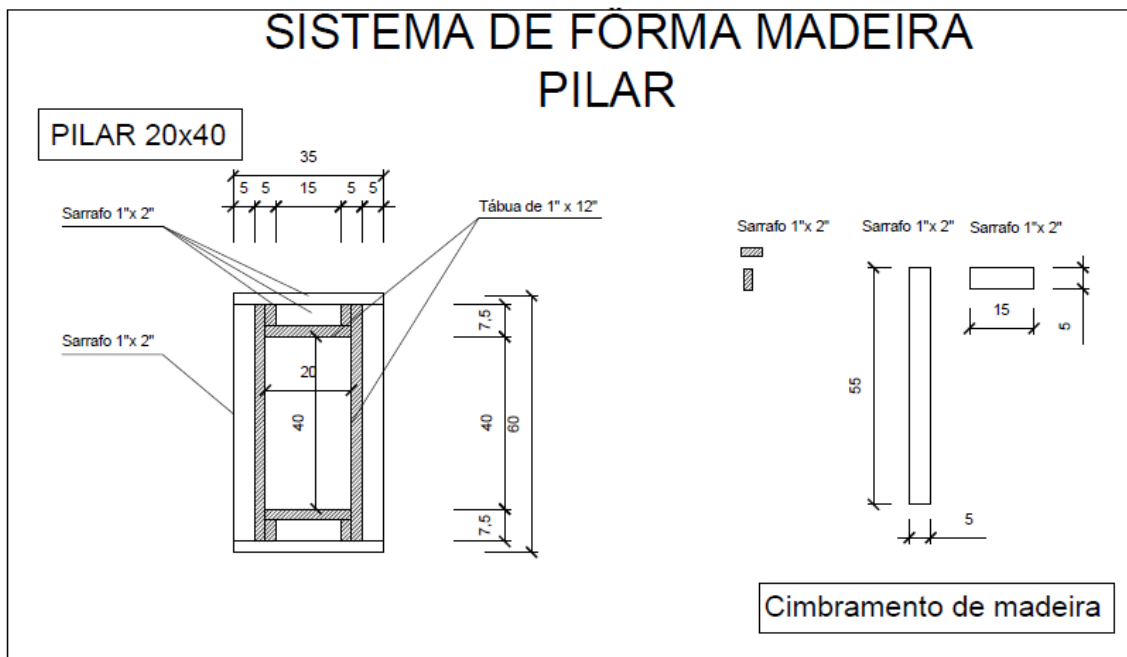


Figura 27: Modelo 03 de fôrma para pilar de concreto armado.
Fonte: Autoria própria 2015.

Para este pilar adotaram-se os seguintes materiais e características:

- ◆ Uso de pregos de 17 x 27 cabeça dupla ou simples;
- ◆ Rigidez dos painéis com sarrafos de 1" x 2" ou 1" x 3";
- ◆ Molde da fôrma de tábua de 1" x 12" e 1" x 6";
- ◆ Gravatas travadas com 40 cm de distância

6.1.2 Modelos de sistema de fôrmas para vigas de concreto armado

Para a representação desses detalhamentos, adotou-se o uso de uma viga com dimensões de 20 x 40 para melhor visualização e compreensão de dimensões.

6.2.2.1 Modelo 01 de sistema de fôrma para vigas de concreto armado

Este sistema de viga foi adotado pelas Empresas A, B, D e E referidas no apêndice desse trabalho.

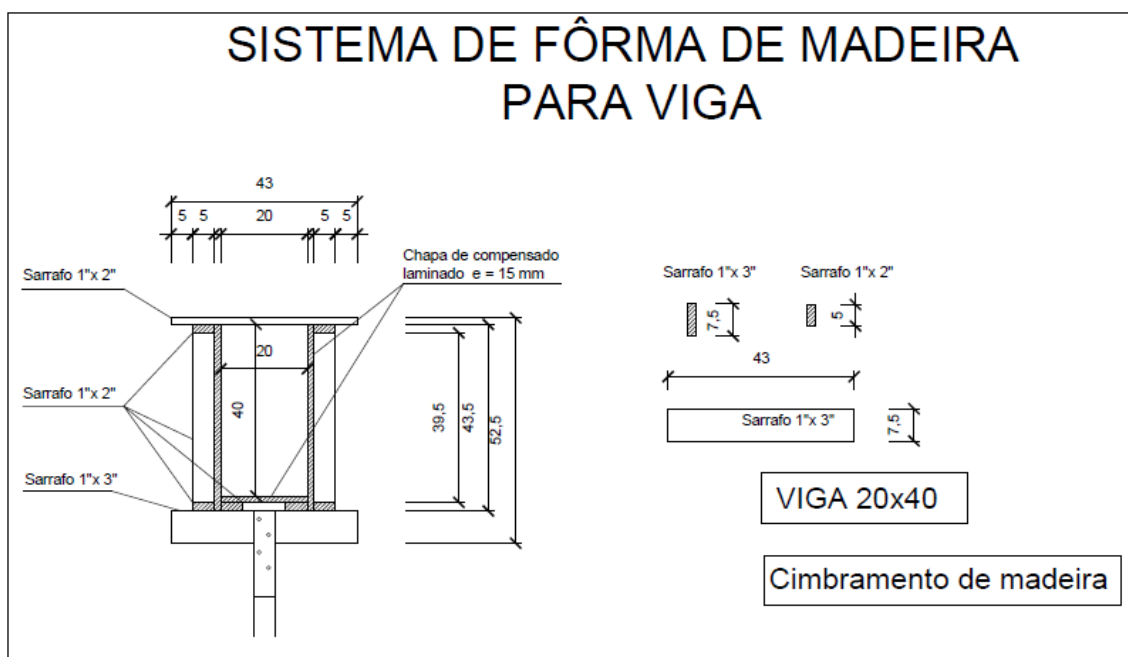


Figura 28: Modelo 01 de fôrma para viga de concreto armado.
Fonte: Autoria própria 2015.

Para esta viga adotaram-se os seguintes materiais e características:

- ◆ Uso de pregos de 17 x 27 cabeça dupla ou simples;
- ◆ Gravatas de madeira de sarrafo de 1" x 2";
- ◆ Escoramento metálico ou de madeira;
- ◆ Rigidez dos painéis com sarrafos de 1" x 2";
- ◆ Molde da fôrma de chapa de compensado laminado ou resinada com $e = 15, 18, 20$ mm;
- ◆ Gravatas com 40 cm de distância.

6.2.2.2 Modelo 02 de sistema de fôrma para vigas de concreto armado

Este sistema de viga foi adotado pela empresa C referida no anexo desse trabalho.

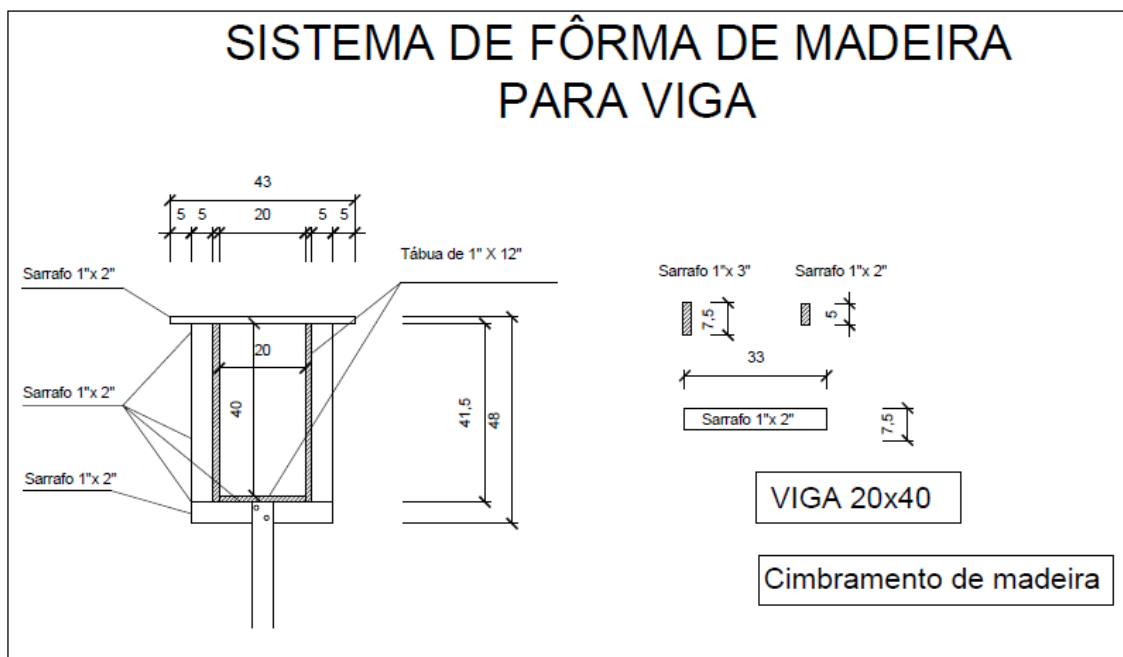


Figura 29: Modelo 02 de fôrma para viga de concreto armado.
Fonte: Autoria própria 2015.

Para esta viga adotaram-se as seguintes características:

- ◆ Uso de pregos de 17 x 27 cabeça dupla ou simples;
- ◆ Gravatas de madeira de sarrafo de 1" x 2";
- ◆ Escoramento de madeira Bracatinga ou Eucalipto;
- ◆ Rigidez dos painéis com sarrafos de 1" x 2";
- ◆ Molde da fôrma de tábua de 1" x 12";
- ◆ Gravatas com 40 cm de distância;

6.2.3 Modelos de sistema de fôrmas para lajes maciças, pré-moldadas e nervuradas.

Nesta seção trataremos de sistemas de fôrmas pra lajes tanto maciças como pré-moldadas e também lajes nervuradas, encontradas durante as visitas em campo.

6.2.3.1 Modelos de sistema de escoramento para laje pré-moldada

Este sistema de laje pré-moldada foi adotado pela empresa C referida no apêndice desse trabalho.

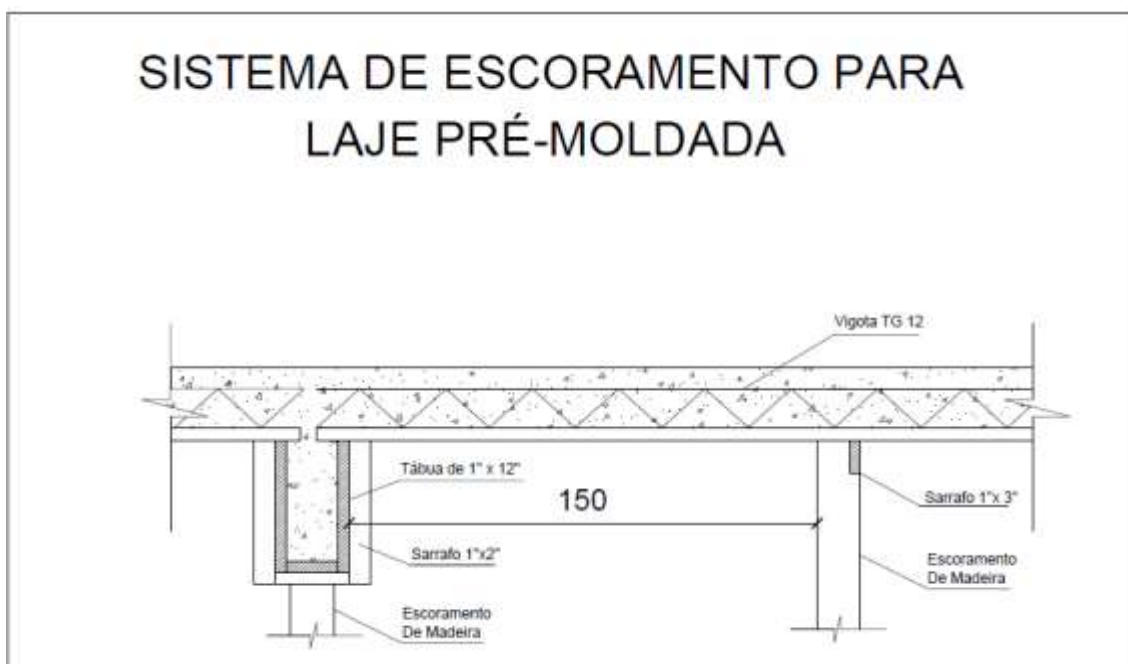


Figura 30: Detalhe representativo de escoramento para Laje Pré-Moldada TG 12.
Fonte: Autoria própria 2015.

Para esta laje adotaram-se os seguintes materiais:

- ◆ Uso de pregos de 17 x 27 cabeça dupla ou simples;
- ◆ Escoramento de madeira Bracatinga ou Eucalipto;
- ◆ Longarinas com sarrafos de 1" x 3";
- ◆ Laje treliçada com 16 de altura final;

6.2.3.2 Modelo de sistema de fôrma para laje maciça

Este sistema de laje maciça foi adotado pelas empresas A e B referidas nos anexos desse trabalho.



Figura 31: Detalhe representativo do sistema de fôrma para Laje Maciça.
Fonte: Autoria própria 2015.

Para esta laje adotaram-se os seguintes materiais:

- ◆ Uso de pregos de 17 x 27 cabeça dupla ou simples;
- ◆ Escoramento de madeira Bracatinga, Eucalipto ou Metálica;
- ◆ Longarinas com sarrafos de 1" x 3";
- ◆ Laje Maciça com altura variável de 15 a 20 cm;

6.2.3.3 Modelo de sistema de fôrma para laje nervurada.

Este sistema de laje Nervurada Protendida foi adotado pela empresa E referido no apêndice desse trabalho.

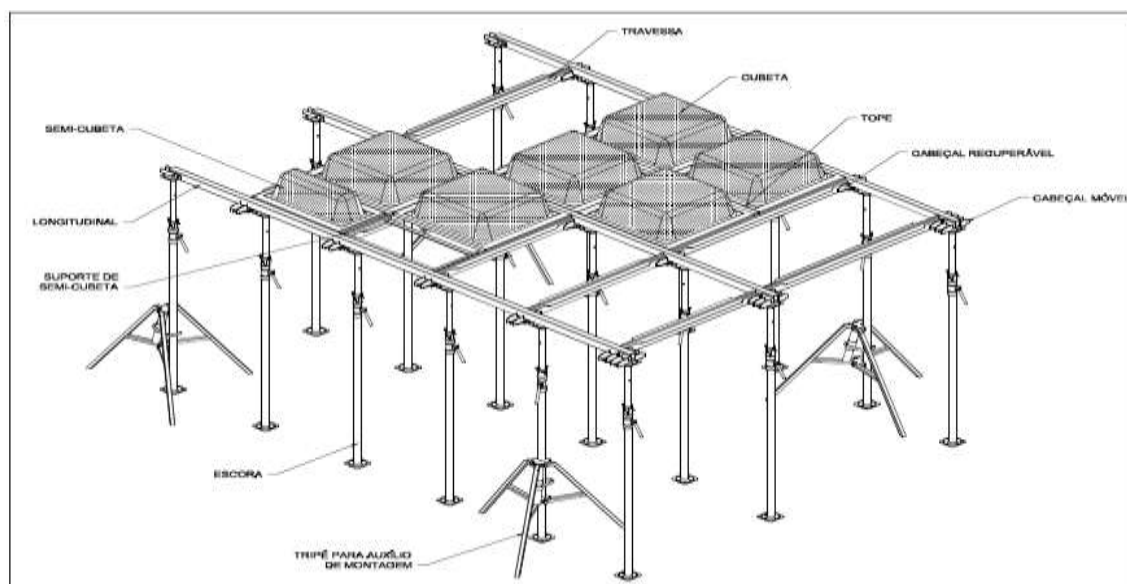


Figura 32: Detalhe representativo do sistema de fôrma e escoramento para laje Nervurada Protendida com escoramento metálico.
Fonte: ULMA (2015).

Para esta laje adotaram-se os seguintes materiais de acordo com o sistema RECUB da empresa ULMA que realizou o detalhamento do sistema de fôrmas:

- ◆ Viga longitudinal
- ◆ Travesal;
- ◆ Cabeçal Recuperável e Móvel;
- ◆ Moldes e Tabuleiros “Cubetas de Polipropileno”;
- ◆ Escoras Metálicas
- ◆ Peças de Travamento;
- ◆ Suporte das Cubetas e Semi Cubetas.
- ◆ Tábuas de madeira serrada 1” x 12”.

6.2.3.4 Modelo de escoramento de fôrma para laje maciça

Este sistema de laje maciça foi adotado pela empresa E referido no apêndice deste trabalho.

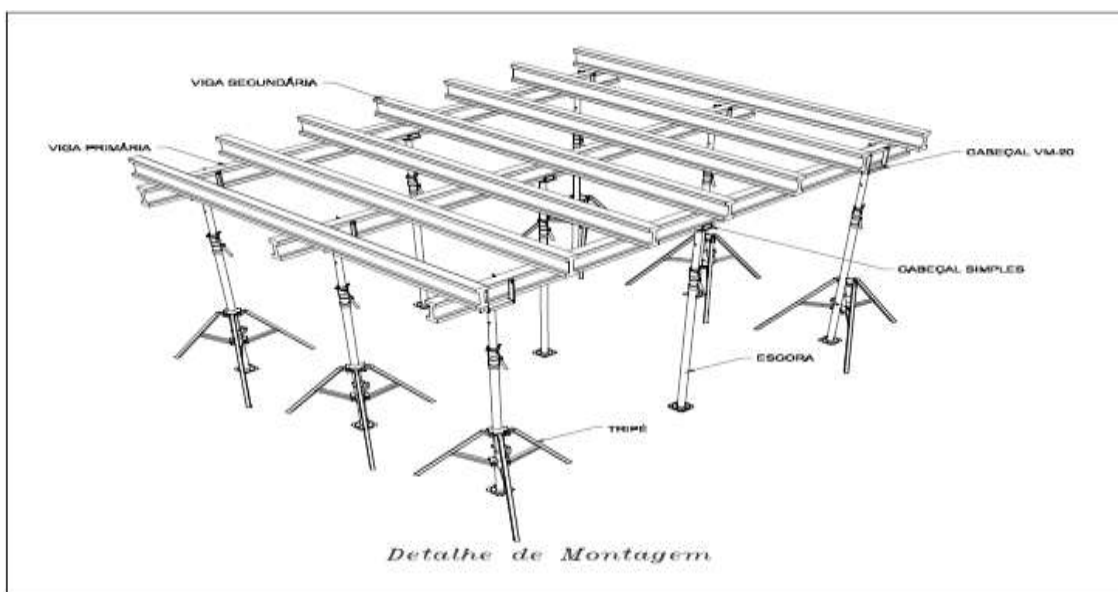


Figura 33: Detalhe representativo de escoramento para laje maciça.
Fonte: ULMA (2015).

Para esta laje adotaram-se os seguintes materiais:

- ◆ Viga primaria H20;
- ◆ Viga secundaria H20;
- ◆ Cabeça VM-20;
- ◆ Escoras Metálicas;
- ◆ Chapa de compensado laminado e = 20 mm;
- ◆ Prego 17 x 28 cabeça dupla.

6.2.3.5 Sistema de fôrma para laje nervurada escorada através de vigas de madeira industrializada

Para a empresa D na qual adotou o uso de laje nervurada, o sistema de escoramento foi o fator característico de diferença entre a empresa D e a empresa E,

O esquema de escoramento se baseou no detalhamento da laje maciça adotada pela Empresa E, mas utilizando-se de cubetas de polipropileno em vez de chapas de compensado laminado como molde.



Figura 34: Exemplo de sistema de fôrma e escoramento para laje Nervurada.
Fonte: Autoria própria 2014.

Para esta laje nervurada adotaram-se os seguintes materiais:

- ◆ Viga primaria H20;
- ◆ Viga Secundaria H20;
- ◆ Cabeça VM-20;
- ◆ Escoras Metálicas;
- ◆ Cubetas de polipropileno:
- ◆ Tabuas de 1" x 6";
- ◆ Sarrafos de 1" x 3".

6.3 FATORES DE ESCOLHA PARA SISTEMAS DE FÔRMAS

Após abordamos as características de modelos de sistema de fôrmas adotados pelas empresas, visamos em seguida buscar quais os fatores que levaram as empresas a adotar aquele tipo de sistema.

Adotamos através de recomendações bibliográficas, padrões de fatores de influência, que utilizamos como parâmetro de análise a serem levantadas sobre as empresas e as obras abordadas. Esses parâmetros serviram de balizador na hora de realizar a análise de influência que esses fatores geraram sobre a escolha do sistema de fôrma adotado, juntamente com os materiais, equipamentos, mão-de-obra, projetos entre outras características levantadas durante as visitas em campo.

Tomando como base de análise descreverá a seguir os fatores de escolha juntamente com seus requisitos.

6.3.1 Acabamento superficial

A exigência de uma textura superficial com boa qualidade visual e tátil, deve se ater a um molde de fôrma, que obtenha tais requisitos. A escolha de chapas de compensado laminado deverá atender tal necessidade.

O emprego de tábuas de madeira serrada, não será recomendado quando houver a exigência de tal qualidade da peça concretada.

6.3.2 Projeto estrutural

A escolha do sistema de fôrmas será de grande necessidade, quando o projeto estrutural impor restrições em relação a formato e dimensões de pilares, vigas e lajes. Estruturas onde se tenha grandes números de repetições

de peças de pilares, vigas e lajes, concretadas com mesmas dimensões, devese atender a sistemas que obtenham grande índice de reaproveitamentos de fôrmas. Neste caso sistema de fôrmas metálicas ou mistas, poderá atender tal requisito.

Para estruturas onde se tenha formatos triangulares ou poucas peças estruturais com dimensões repetidas, devese atender a um sistema de fôrma tradicional.

6.3.3 Cronograma

Quando se tem um cronograma de obra cujo prazo de execução é curto, e a possibilidade de reaproveitamento de fôrmas é grande, pode se abrir mão de tal reaproveitamento, para não afetar outras atividades já pré-programadas.

Sempre devese analisar se a possibilidade de racionalização das fôrmas for possível, para não haver a compra de grandes quantidades de material, para a execução delas.

6.3.4 Materiais disponíveis

Devese observar após a escolha inicial do material constituinte do sistema de fôrmas, se este se encontra na região onde se pretende executar a estrutura de concreto armado.

Para não haver problemas de atraso de entrega de material que afetem o cronograma da obra, devese observar a disponibilidade desse material em lojas e distribuidoras.

6.3.5 Equipamentos disponíveis

Quando houver a necessidade de transporte de material pesado, constituinte do sistema de fôrmas, deverá ser observado o emprego de guindaste ou guias, para facilitar o manejo.

6.3.6 Layout do canteiro

O canteiro de obras deverá ser observado para a produção e manejo de fôrmas pré-fabricadas, podendo ser inviabilizado caso o espaço disponível não for suficiente para a produção e armazenamento.

6.3.7 Empreendimento

Justifica-se o emprego de detalhamentos e estudos de sistemas de fôrmas disponíveis no mercado, quando a dimensão da obra amortizar custos e despesas vinculadas a esta etapa. Pois poderá haver uma redução de gastos significativos, se empregado um sistema de fôrma correto de acordo com o tamanho do empreendimento.

7.0 DADOS LEVANTADOS

Através destes parâmetros abordados, foram levantados dados percentuais que sugerem quais sistemas de fôrmas, materiais entre outras características abordadas, são empregados com maior frequência em obras realizadas na cidade de Pato Branco - PR.

7.1 SISTEMAS MAIS USUAIS

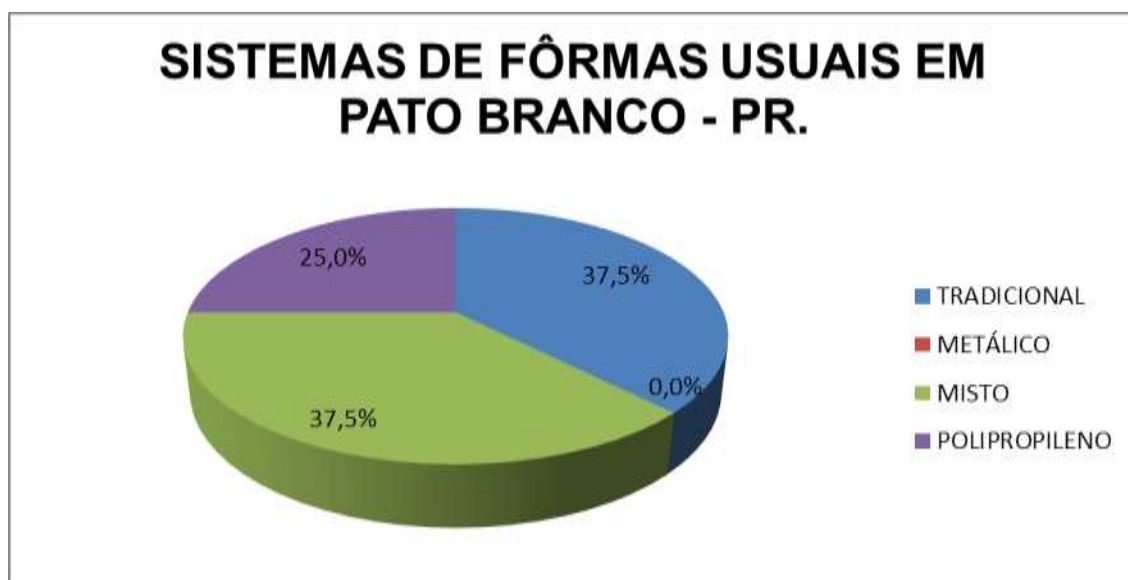


Gráfico 1: Sistema de fôrmas usuais em Pato Branco, PR.
Fonte: Autoria própria 2015

Neste gráfico percebemos uma equivalência de valores entre a utilização de fôrmas com sistema tradicional e uma com sistema misto. A utilização de polipropileno está com bons parâmetros possivelmente pela acessibilidade a locação ou obtenção do sistema pelas construtoras.

Fica enfático ainda que a utilização de um sistema tradicional ou misto ainda se dá com maior veracidade pelas empresas. Possivelmente por fatores de mão-de-obra, facilidade e obtenção de materiais, sem necessidade de treinamento técnico e também.

7.2 FÔRMAS PARA PILARES

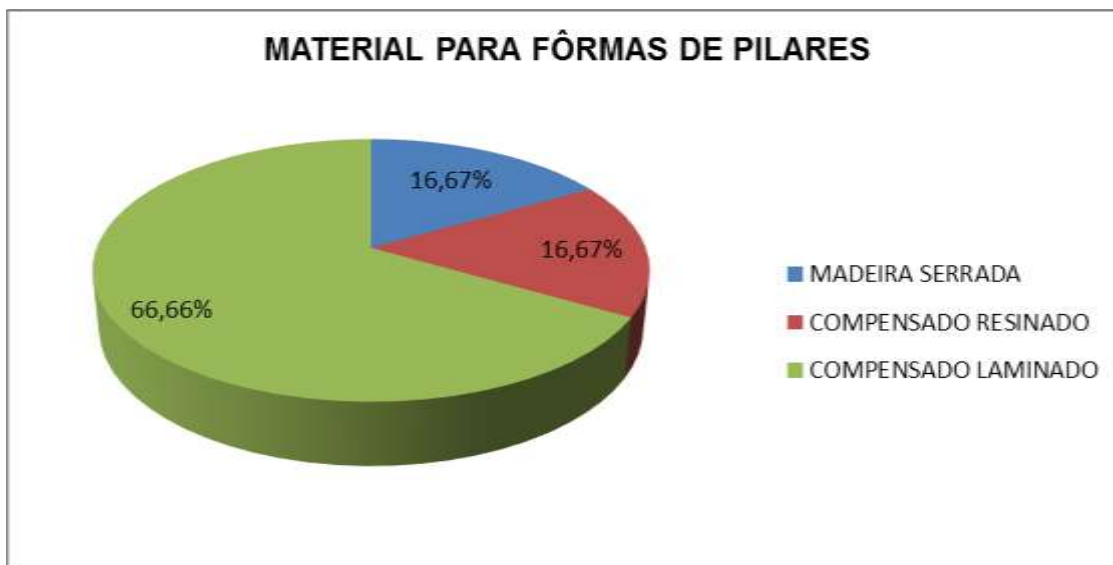


Gráfico 2: Material usualmente utilizado na produção de fôrmas para pilares.
Fonte: Autoria própria 2015

A utilização de compensado laminado para as fôrmas de pilares teve grande destaque possivelmente pela necessidade de reutilização dos moldes, já que as obras analisadas apresentaram grandes números de repetições de peças com mesmas dimensões em relação a pilares.

A madeira serrada apresentou-se com pouca ênfase nas obras analisadas, podendo ser acarretado pela necessidade de grandes repetições, acabamento melhor ou pela necessidade de obtenção de maiores dimensões de molde, exigida por pilares com grandes seções, já que a madeira serrada é limitada quanto as suas dimensões.

O emprego de compensado resinado se deu possivelmente com pouca ênfase em relação ao laminado pela pouca capacidade de reutilização e reaproveitamento quando submetido a várias concretagens e desformas. Analisado em obra, foi o material que apresentou mais percas quando deformado.

7.3 FORMAS PARA VIGAS

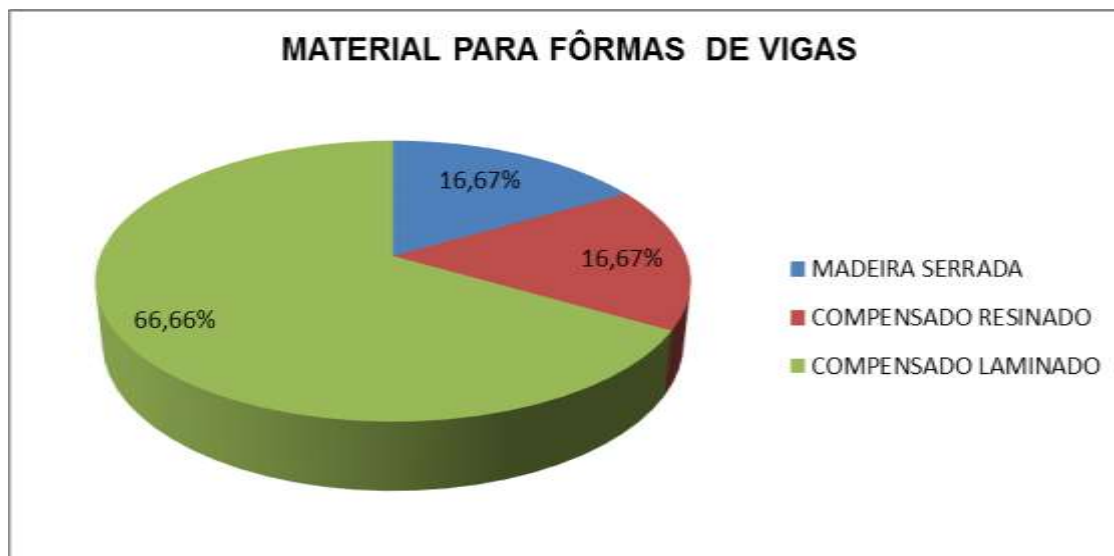


Gráfico 3: Material usualmente utilizado na produção de fôrmas para vigas.
Fonte: Autoria própria 2015.

Para vigas a utilização de compensado laminado possivelmente se deu com grande frequência, também pela necessidade de reutilização e reaproveitamento das fôrmas, pois grandes partes das edificações analisadas apresentaram grandes números de repetições de vigas com mesmas dimensões.

A utilização de madeira serrada se deu com pouca ênfase possivelmente pela exigência de repetições e reaproveitamento de fôrmas.

Na obra realizada pela Empresa C, a utilização de fôrmas de madeira serrada para a execução de vigas, foi predominantemente adotada por fatores de cronograma, pois apresentava um grande número de repetições de vigas com mesmas dimensões. Era de grande valia a utilização de chapas de compensado laminado ou de resinado, para possível redução de custos com produção, montagem de fôrmas e redução de consumo de materiais.

7.4 FÔRMAS PARA LAJES

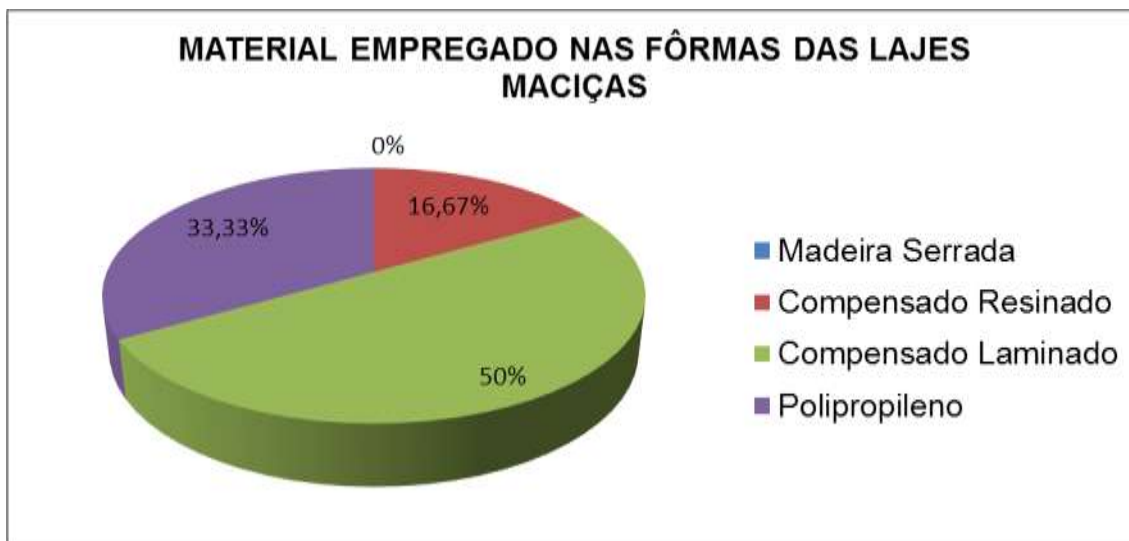


Gráfico 4: Material usualmente utilizado na produção de fôrmas para lajes maciças.
Fonte: Autoria própria 2015

O compensado laminado ainda é o material que apresenta maior ênfase no emprego de fôrmas para lajes, segundo análises de campo. Possivelmente pela imposição de projetistas estruturais que adotaram laje maciça como modelo mais usual na cidade.

Outro fator que possivelmente preponderou o uso de chapas de compensado laminado foi à repetição dos pavimentos tipos encontrados em obras das empresas A, B e E.

O compensado resinado a princípio foi empregado como material de molde para fôrmas de laje pela empresa B, mas apresentou problemas na hora da desforma que acarretaram a perda da chapa, assim inviabilizando a reutilização do material e necessitando o consumo de outra chapa. Após ocorrido a empresa B adotou a utilização de chapas de compensado laminado para melhor aproveitamento.

O emprego de fôrmas de polipropileno “cubetas”, possivelmente está apresentando um bom índice em comparação a outros materiais devido à facilidade de encontrar o sistema no mercado regional. Também poderia ser devido a imposições de projetistas estruturais nos quais exigem a escolha desse sistema.

7.5 ESCORAMENTO



Gráfico 5: Material usualmente utilizado no escoramento de fôrmas.
Fonte: Autoria própria 2015

O escoramento metálico, de eucalipto ou bracatingas, possivelmente se deram parcialmente iguais por fatores de fácil disponibilidade regional, fácil locação de escoramento metálico, grande número de reutilizações não somente para escoramentos, mas em outras funções perante as empresas.

7.6 CIMBRAMENTO



Gráfico 6: Material usualmente utilizado no cimbramento de fôrmas.
Fonte: Autoria própria 2015

A utilização cimbramentos metálicos se deu pouco expressiva em relação à cimbramentos de madeira, possivelmente por serem mais onerosos e exigirem de maior número de peças. Já o sistema de madeira tem maior flexibilidade de medidas e ajustes, assim tornando mais fácil manuseio e aplicação.

7.7 ESCOLHA DO SISTEMA DE FÔRMAS X FATORES DE INFLUENCIA

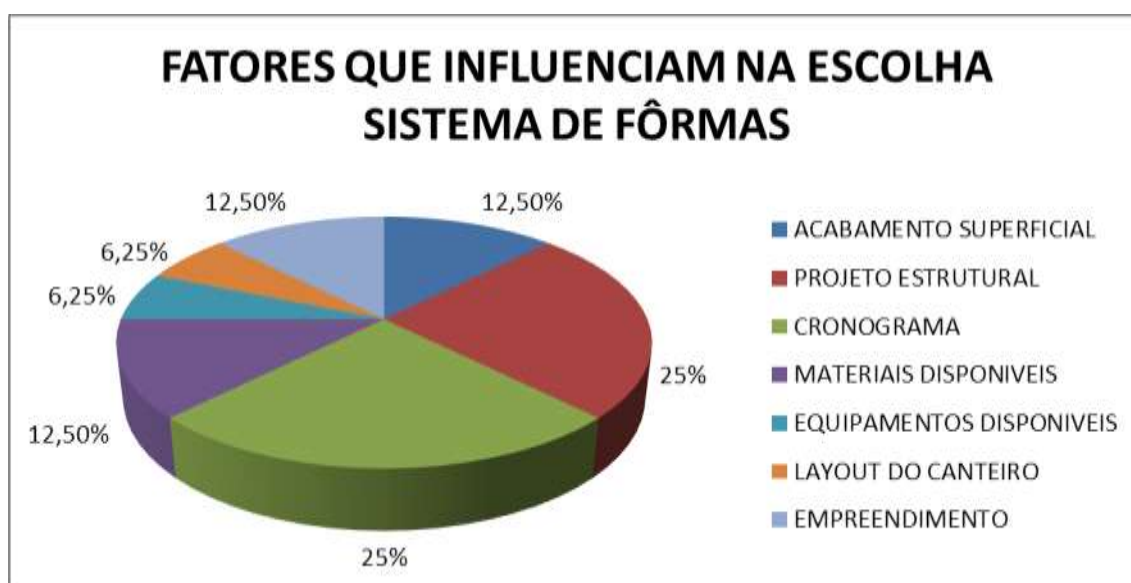


Gráfico 7: Fatores de influência na determinação do sistema de fôrmas.
Fonte: Autoria própria 2015

Nesta avaliação de fatores que influenciam na escolha do sistema de fôrma, não foi representado um fator importante, que neste caso se classifica como custos que englobam o sistema de fôrmas. Tal fator deverá ser sempre levado com principal fator final de decisão, assim determinando se o sistema é viável ou não, tanto para o empreendimento como para a empresa.

Ao início o fator de acabamento superficial não se deu preponderante em relação a outros fatores, possivelmente por que a estrutura receberia acabamento, assim não exigindo uma melhor textura e melhor acabamento.

Equipamentos disponíveis também foi outro fator que não teve grande relevância na influência da escolha, possivelmente por haver grande disponibilidade regional de equipamentos, assim tenho fácil acesso a máquinas e equipamentos que visam auxiliar na produção e execução de fôrmas para concreto armado.

O layout do canteiro também apresentou baixa influência, possivelmente pelos canteiros apresentarem boas dimensões para fluxo de trabalho, assim não sendo um fator que representou como importante na hora da escolha.

O empreendimento se deu de pouca avaliação possivelmente por que as obras analisadas juntamente com as empresas não apresentaram grandes impactos financeiros na execução daquele tipo de sistema de fôrmas.

Em relação a materiais disponíveis, seu índice se deu importante pelo fato de que as obras avaliadas apresentaram grande consumo de material na parte de fôrmas, assim a disponibilidade desse material perante o mercado regional se deu de grande influência.

Os fatores de maiores influências registrados se deram em relação ao cronograma e o projeto estrutural. O cronograma da obra dependeu fundamentalmente da execução das fôrmas, pois sem as fôrmas prontas, não haveria a possibilidade de se dar sequência na execução da obra.

O fator que influenciou o cronograma possivelmente se tratou do projeto estrutural, pois quanto mais recortes e adaptações de fôrmas, maiores seriam os gastos com mão-de-obra, material, locação de equipamentos.

8.0 CONCLUSÃO

Durante análise, percebeu-se que várias empresas adotam a utilização do sistema de fôrmas tradicional na execução de pilares, vigas e lajes. Essa adoção do sistema tradicional de fôrmas se deu possivelmente pelo fato de que a mão de obra encontrada, não detém uma qualificação para sistemas mais modernos encontrados no mercado da construção civil.

A tradição em fazer o sistema de fôrmas madeira ou mistos vem de longa data, assim carpinteiros mais antigos, passam suas experiências a aprendizes, que no futuro se tornam carpinteiros com mesmo padrão de sistema de fôrmas. Realizar treinamentos com a mão-de-obra e executores, poderá possivelmente diminuir essa falta de adesão a sistemas mais novos.

O dimensionamento do sistema de fôrmas é uma parte que vem sendo esquecida por engenheiros e projetistas. Detalhar melhor os projetos, possivelmente poderá reduzir problemas em obras.

O emprego de alternativas de sistemas de fôrmas mais modernas, ainda deverá ser observado com a realização de estudos mais aprofundados, onde possivelmente deveram ser analisados os fatores abrangidos neste trabalho.

Também devem ser observados fatores que não são propriamente ditos do processo integrante de execução das fôrmas, mas condições externas que influenciam o meio como um todo, como mercado, empresa, construtora, regionalidade entre outros.

Esse estudo de fôrmas ainda se encontra longe de atender todas as dúvidas, mas visa dar auxílio inicial a um questionamento de quais métodos, práticas e características devem ser observadas com mais atenção na hora de escolher um sistema de fôrma.

Ainda que não representado neste trabalho, os custos de um sistema de fôrma podem variar em muitos aspectos, assim para ter uma real avaliação orçamentaria, sugere-se para outro estudo futuro, uma análise visando não somente o material, equipamentos e mão-de-obra como fatores de avaliação, mas sim realizar um estudo, onde se visa implementar uma avaliação com os

parâmetros de avaliação abrangidos neste trabalho comparando com o resultado final orçamentário.

Percebeu-se durante a elaboração deste trabalho, uma falta de consenso de nomenclaturas referentes aos sistemas de fôrmas, entre bibliografias, normas, mão-de-obra, engenheiros e executores. Visado isto se sugere também um futuro trabalho que possibilite diminuir essas diferenças contextuais.

O mercado da construção civil tende sempre a melhorar as técnicas de execução, assim não é raro de se encontrar empresas fornecedoras de materiais e equipamentos para fôrmas, que possibilitem segundo eles um ganho de produtividade e qualidade na hora da execução.

Aliar pesquisas referentes a sistema de fôrmas, com treinamentos e emprego de sistemas novos, poderá ser uma possível solução para ganho de produtividade e desempenho, durante a execução da estrutura. Deve-se também realizar sempre a compatibilização de projetos para prever possíveis problemas e gastos não programados.

Sabendo que existem soluções para reduzirem problemas com sistema de fôrmas, a maior e possível dificuldade de se reduzirem estes problemas, poderá ser o fator cultural tanto da mão-de-obra como de projetistas e engenheiros.

Visamos com esse trabalho auxiliar na escolha de sistema de fôrmas, e tentar reduzir possíveis dúvidas em relação à escolha de fôrmas para concreto armado.

REFERÊNCIAS

CALIL JUNIOR, C. **Fôrmas de madeira para concreto armado** – SET 613 Complementos de estruturas de madeira. Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, 2005.

CARVALHO, C. R. **Calculo e detalhamento de estruturas usuais de concreto armado**. 4 ed. São Paulo: Pini, 2009.

CRISTIANI, J.E.R. **Fôrmas de madeira para concreto armado em edifícios de andares múltiplos**. São Paulo: 1995. 107p. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.

FAJERSZTAJN, H. **Fôrmas para concreto armado**. Aplicação para o caso do edifício. São Paulo. Tese (Doutorado) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 1987, p241.

FREIRE, T. M.; SOUZA, U. E. **Classificação dos sistemas de fôrmas para estruturas de concreto armado**. São Paulo: EPUSP 2001. 12p. (Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP, Departamento de Engenharia de Construção Civil, BT/PCC/296).

GLOBAL WOOD. **Compensado para fôrmas**. Disponível em: <<http://www.globalwood.com.br/noticias/compensado-para-fôrmas>> Acesso em 23 de maio 2015.

JUNIOR, T. F. C. **Emprego de Fôrmas de Madeira em Estruturas de Concreto**. Salvador, 2008. 13p. Artigo (Graduação) - Escola de Engenharia, Universidade Católica do Salvador.

MARCONI, M. A.; LAKATOS. E. M. **Metodologia Científica**. 4ed. São Paulo: Atlas, 2004.

MOLITERNO, A. **Escoramentos, Cimbramentos, Formas para Concreto e Travessias em Estruturas de Madeira**. São Paulo: Edgard Blucher Ltda, 1989.

NAKAMURA, J. Fôrmas metálicas para parede de concreto: **Rev. Equipe de obra** ed. 63, Setembro 2013. Disponível em: <<http://equipededeobra.pini.com.br/construcao-reforma/63/formas-metalias-para-parede-de-concreto-saiba-como-funciona-294280-1.aspx>>. Acesso em: 12 de junho. 2015.

NAKAMURA, J. Projetistas de fôrmas: **Rev. Técnica**. ed. 149, agosto 2009. Disponível em: <<http://techne.pini.com.br/engenharia-civil/149/artigo285771-1.aspx>>. Acesso em: 20 de maio. 2015.

NAZAR, N. **Fôrmas e escoramentos para edifícios**. – São Paulo; PINI, (2007).

PFEIL, W.; PFEIL, M. **Estruturas de madeira**. Rio de Janeiro: LTC, 2003.

PFEIL, WALTER DO COUTO. **CIMBRAMENTOS** – Rio de Janeiro; São Paulo: LTC-Livros Técnicos e Científicos, 1987.

SH FÔRMAS, ANDAIMES E ESCORAMENTOS LTDA. **Manual SH de fôrmas para concreto e escoramentos metálicos**. São Paulo: Pini, 2008.

SOUZA, Ubiraci Espinelli Lemes de; AGOPYAN, Vahan. **Estudo da produtividade da mão-de-obra no serviço de fôrmas para estruturas de concreto armado**. São Paulo: EPUSP 1996. 15p. (Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP, Departamento de Engenharia de Construção Civil, BT/PCC/581).

ULMA Brasil – Fôrmas e Escoramentos Ltda.: Projeto de Fôrmas e Escoramentos, Fórum de Pato Branco, PR.

____NBR 6118. **Projeto de estruturas de concreto – Procedimento**. Rio de Janeiro, 2004.

____NBR 7190. **Projetos de estruturas de madeira**. Rio de Janeiro, 2011.

____NBR 14931. **Execução de estruturas de concreto – Procedimento**. Rio de Janeiro, 2004.

____NBR 15969. **Fôrmas e escoramentos para estruturas de concreto — Projeto, dimensionamento e procedimentos executivos**. Rio de Janeiro, 2009.

APÊNDICE A – Ficha de identificação

EMPRESA A			
Edificação:	Edifício Moriah		
Função:	Residencial e comercial		
SISTEMA DE FÔRMAS			
Pilares:	Sistema de fôrmas de madeira		
Vigas:	Sistema de fôrmas de madeira		
Laje:	Sistema de fôrmas de madeira		
MATERIAL CONSTITUINTE DO MOLDE DAS FÔRMAS			
Pilares:	Fôrmas de chapa de compensado laminado e = 15 mm		
Vigas:	Fôrmas de chapa de compensado laminado e = 15 mm		
Laje:	Fôrmas de chapa de compensado laminada e = 15 mm		
CIMBRAMENTO DAS FÔRMAS			
Pilares	Cimbramento de sarrafos de madeira de pinus, travados através de sarrafos de 1"x2" com pregos de 17 x 27 com cabeças simples ou duplas, travejados no sentido vertical no intervalo de no máximo a cada 40 cm.		
Vigas	Cimbramento de sarrafos de madeira de pinus, de 1"x 3", espaçados a cada 20 a 40 cm no sentido longitudinal da fôrma, fixados através de pregos de 17 x 27.		
Laje	Cimbramento realizado através de longarinas de pinus de 1" x 3" espaçadas a cada 70 a 80 cm na direção do menor vão, com o escoramento de eucalipto espaçado a cada 70 a 80 cm.		
QUESTIONÁRIO DE PROJETOS			
Projeto Arquitetônico:	Sim	Planta de cimbramento e travamento:	Não
Projeto Estrutural:	Sim	Planta de reescoramento:	Não
Projeto de Fôrmas:	Sim	Detalhes de confecção e montagem:	Não
Planta de locação dos eixos e galgalhos:	Não	Especificações técnicas:	Não
MÃO DE OBRA			
Mestre de Obra	Sim	Engenheiro ou Técnico	Sim
Carpinteiro	Sim	Auxiliares administrativo	Sim

EMPRESA B			
Edificação:	Igues Tomazi Piacentini		
Função:	Residencial e Comercial		
SISTEMA DE FÔRMAS			
Pilares:	Sistema de fôrmas misto		
Vigas:	Sistema de fôrmas misto		
Laje:	Sistema de fôrmas misto		
MATERIAL CONSTITUINTE DO MOLDE DAS FÔRMAS			
Pilares:	Fôrmas de chapa de compensado laminado e = 18 mm		
Vigas:	Fôrmas de chapa de compensado laminado e = 18 mm		
Laje:	Fôrmas de chapa de compensado laminada e = 18 mm		
CIMBRAMENTO DAS FÔRMAS			
Pilares	Cimbramento de sarrafos de madeira serrada de pinus, travados através de sarrafos de 1"x2" com pregos de 17 x 27 com cabeças simples ou duplas, travejados no sentido vertical no intervalo de 20 a 30 cm.		
Vigas	Cimbramento de sarrafos de madeira serrada de pinus, de 1"x 3", espaçados a cada 20 a 30 cm no sentido longitudinal da fôrma e pregados com pregos de 17 x 27. Para o travamento foram utilizados arames n° 18 e barras de aço de 6 mm		
Laje	Cimbramento realizado através de longarinas de pinus de 1" x 3" espaçadas a cada 1 m na direção do menor vão, com o escoramento de eucalipto espaçado a cada 100 cm.		
QUESTIONÁRIO DE PROJETOS			
Projeto Arquitetônico:	Sim	Planta de cimbramento e travamento:	Não
Projeto Estrutural:	Sim	Planta de reescoramento:	Não
Projeto de Fôrmas:	Sim	Detalhes de confecção e montagem:	Não
Planta de locação dos eixos e galgalhos:	Não	Especificações técnicas:	Não
MÃO DE OBRA			
Mestre de Obra	Sim	Engenheiro ou Técnico	Sim
Carpinteiro	Sim	Auxiliares	Sim

EMPRESA C			
Edificação:	Câmara Fria		
Função:	Industrial		
SISTEMA DE FÔRMAS			
Pilares:	Sistema de fôrmas de madeira		
Vigas:	Sistema de fôrmas de madeira		
Laje:	Laje pré-moldada de vigotas		
MATERIAL CONSTITUINTE DO MOLDE DAS FÔRMAS			
Pilares:	Fôrmas de madeira serrada de pinus de 1"x12"		
Vigas:	Fôrmas de madeira serrada de pinus de 1"x12"		
Laje:	Sem fôrma		
CIMBRAMENTO DAS FÔRMAS			
Pilares	Cimbramento realizado através de sarrafos de 1"x 2" e 1"x 3" distanciados a cada 40 cm, fixados através de pregos 17 x27		
Vigas	Cimbramento r Cimbramento realizado através de sarrafos de 1"x 2" e 1"x 3" distanciados a cada 40 cm, fixados através de pregos 17 x27		
Laje	A laje pré-moldada foi apoiada diretamente sobre as das vigas concretadas		
QUESTIONÁRIO DE PROJETOS			
Projeto Arquitetônico:	Sim	Planta de cimbramento e travamento:	Não
Projeto Estrutural:	Sim	Planta de reescoramento:	Não
Projeto de Fôrmas:	Sim	Detalhes de confecção e montagem:	Não
Planta de locação dos eixos e galgalhos:	Não	Especificações técnicas:	Não
MÃO DE OBRA			
Mestre de Obra	Sim	Engenheiro ou Técnico	Sim
Carpinteiro	Sim	Auxiliares	Sim

EMPRESA D			
Edificação:	Posto de gasolina		
Função:	Comercial		
SISTEMA DE FÔRMAS DA ESTRUTURA			
Pilares:	Sistema de fôrmas misto		
Vigas:	Sistema de fôrmas misto		
Laje:	Sistema de fôrmas misto		
MATERIAL CONSTITUINTE DO MOLDE DAS FÔRMAS			
Pilares:	Fôrmas de chapa de compensado laminado e = 20 mm		
Vigas:	Fôrmas de chapa de compensado laminado e = 20 mm		
Laje:	Fôrmas de Cubetas de polipropileno para laje nervurada 61 x61 deh = 28 cm		
CIMBRAMENTO DAS FÔRMAS			
Pilares	Cimbramento através do uso de barras de ancoragem com perfis C de aço, travados a cada 40 cm.		
Vigas	Cimbramento realizado através de sarrafos de 1"x 2" e 1"x 3" distanciados a cada 40 cm, fixados através de pregos 17 x 27.		
Laje	O escoramento foi realizado através de escoras metálicas, e perfil de madeira industrializada H20, nas quais serviram de longarinas para as fôrmas de Cubetas de Polipropileno.		
QUESTIONÁRIO DE PROJETOS			
Projeto Arquitetônico:	Sim	Planta de cimbramento e travamento:	Não
Projeto Estrutural:	Sim	Planta de reescoramento:	Não
Projeto de Fôrmas:	Não	Detalhes de confecção e montagem:	Não
Planta de locação dos eixos e galgalhos:	Não	Especificações técnicas:	Não
MÃO DE OBRA			
Mestre de Obra	Sim	Engenheiro ou Técnico	Sim
Carpinteiro	Sim	Auxiliar administrativo	Sim

EMPRESA E			
Edificação:	Fórum de Pato Branco		
Função:	Comercial		
SISTEMA DE FÔRMAS DA ESTRUTURA			
Pilares:	Sistema de fôrmas misto		
Vigas:	Sistema de fôrmas misto		
Laje:	Sistema de fôrmas misto		
MATERIAL CONSTITUINTE DO MOLDE DAS FÔRMAS			
Pilares:	Chapa de compensa laminado com e = 18 mm		
Vigas:	Chapa de compensa laminado com e = 18 mm		
Laje:	Cubetas de Polipropileno de 61 x 61 x 32		
CIMBRAMENTO DAS FÔRMAS			
Pilares	Cimbramento misto de sarrafos de madeira de pinus e perfis metálicos, travados através de barras de ancoragem com porcas		
Vigas	Cimbramento misto de sarrafos de madeira de pinus e perfis metálicos, travados através de barras de ancoragem com porcas		
Laje	Cimbramento de escoras metálicas, longarinas metálica		
QUESTIONÁRIO DE PROJETOS			
Projeto Arquitetônico:	Sim	Planta de cimbramento e travamento:	Sim
Projeto Estrutural:	Sim	Planta de reescoramento:	Sim
Projeto de Fôrmas:	Sim	Detalhes de confecção e montagem:	Sim
Planta de locação dos eixos e galgalhos:	Não	Especificações técnicas:	Sim
MÃO DE OBRA			
Mestre de Obra	Sim	Engenheiro ou Técnico	Sim
Carpinteiro	Sim	Auxiliares	Sim

APENDICE B – Tabelas de verificações

MATERIAL EMPREGADO NO MOLDE DAS FÔRMAS PARA PILARES DE CONCRETO ARMADO			
EMPRESA	MADEIRA SERRADA	COMPENSADO RESINADO	COMPENSADO LAMINADO
A			X
B		X	X
C	X		
D			X
E			X

Fonte: Aatoria própria (2015).

MATERIAL EMPREGADO NO MOLDE DAS FÔRMAS PARA VIGAS DE CONCRETO ARMADO			
EMPRESA	MADEIRA SERRADA	COMPENSADO RESINADO	COMPENSADO LAMINADO
A			X
B		X	X
C	X		
D			X
E			X

Fonte: Aatoria própria (2015).

MATERIAIS EMPREGADOS NAS FÔRMAS DAS LAJES				
EMPRESA	MADEIRA SERRADA	COMPENSADO RESINADO	COMPENSADO LAMINADO	POLIPROPILENO
A			X	
B		X	X	
C				
D				X
E			X	X

Fonte: Aatoria própria (2015).

CIMBRAMENTOS		
EMPRESA	METÁLICO	MADEIRA
A		X
B		X
C		X
D	X	X
E	X	

Fonte: Aatoria própria (2015).

ESCORAMENTOS			
EMPRESA	ESCORAS METÁLICAS	ESCORAS DE EUCALIPTO	ESCORAS DE BRACATINGA
A		X	X
B	X	X	X
C		X	X
D	X		
E	X		

Fonte: Aatoria própria (2015).

RESPONSÁVEL TÉCNICO			
EMPRESA	Não Possuía	Técnico	Engenheiro
A			X
B			X
C			X
D			X
E		X	X

Fonte: Aatoria própria (2015).

PROJETOS E DETALHAMENTOS			
EMPRESA	Projeto Estrutural	Projeto de Fôrma	Projeto de Escoramento
A	X		
B	X		
C	X	X	X
D	X	X	X
E	X	X	X

Fonte: Autoria própria (2015).

PROCEDIMENTOS E NORMAS			
EMPRESA	Não Possuía	NBR 15696 NBR 14931	Instrução de Trabalho
A	X		
B	X		
C	X		
D	X		
E			X

Fonte: Autoria própria (2015).

FATORES DE INFLUENCIA NA DETERMINAÇÃO DO SISTEMA DE FÔRMAS							
EMPRESA	ACABAMENTO SUPERFICIAL	PROJETO ESTRUTURAL	CRONOGRAMA	MATERIAIS DISPONIVEIS	EQUIPAMENTOS DISPONIVEIS	LAYOUT DO CANTEIRO	EMPREENHIMENTO
A		X	X			X	
B		X	X			X	
C			X				X
D	X	X		X	X		
E	X	X	X	X	X		X

Fonte: Autoria própria (2015).