UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE TECNOLOGIA E GEOCIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL

GABRIEL CARNEIRO PASSOS

USO DO SISTEMA DE FÔRMA PRONTA NA CONSTRUÇÃO CIVIL

RECIFE, 2024

GABRIEL CARNEIRO PASSOS

USO DO SISTEMA DE FÔRMA PRONTA NA CONSTRUÇÃO CIVIL

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial para a obtenção do grau de Bacharel em Engenheiro Civil.

Orientador: Prof. Dr. Tibério Wanderley Correia de Oliveira Andrade

RECIFE, 2024

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através
do programa de geração automática do SIB/UFPE

Passos, Gabriel Carneiro.
Uso do sistema de fôrma pronta na construção civil / Gabriel Carneiro Passos. -Recife, 2024.
51 : il., tab.

Orientador(a): Tibério Wanderley Correia de Oliveira Andrade Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal de
Pernambuco, Centro de Tecnologia e Geociências, Engenharia Civil -Bacharelado, 2024.

1. fôrma pronta. 2. madeira. 3. produtividade. I. de Oliveira Andrade,Tibério Wanderley Correia. (Orientação). II. Título.

620 CDD (22.ed.)

GABRIEL CARNEIRO PASSOS

USO DO SISTEMA DE FÔRMA PRONTA NA CONSTRUÇÃO CIVIL

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal de Pernambuco, Centro de Tecnologia e Geociências, como requisito parcial para a obtenção do grau de Bacharel em Engenheiro Civil.

Aprovado em: 25/03/2024.

BANCA EXAMINADORA

_____
Prof. Tibério Wanderley Correia de Oliveira Andrade (Orientador)

_____
Prof. Rubens Alves Dantas (Examinador Interno)
Universidade Federal de Pernambuco

_____
Prof. João Ribeiro de Carvalho (Examinador Externo)
Universidade de Pernambuco

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, a Deus, fonte de inesgotável sabedoria e guia constante ao longo desta jornada acadêmica.

Aos meus pais, meu irmão e minha família, expresso minha eterna gratidão. Seu amor, apoio incondicional e compreensão foram a força propulsora que me impulsionou nos momentos desafiadores.

À minha noiva Luíza, por estar sempre ao meu lado e por seu incentivo nos momentos fundamentais. Sua paciência e amor foram fundamentais para a conclusão deste trabalho.

Aos amigos que a UFPE me trouxe, em especial aos amigos do dominó. Agradeço pela troca de ideias, debates construtivos e pelo suporte mútuo, tornando o aprendizado mais leve e sereno.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Tibério Wanderley Correia de Oliveira Andrade, por ter aceitado me guiar nesse caminho e pelos conhecimentos e orientações a mim transmitidos, que foram fundamentais para a conclusão deste trabalho.

RESUMO

Com a necessidade de garantir uma maior qualidade dos materiais e otimização da produtividade, paralelamente ao surgimento de novas soluções de produtos para a construção civil, o aumento da produção de materiais fora do canteiro de obras se torna um processo economicamente viável e garantidor de qualidade. Diante disso, a fôrma pronta de madeira surge como uma dessas soluções, seguindo diversos protocolos e processos, a fim de garantir a qualidade e prazo de execução para uma obra. As principais características da fôrma pronta são a diminuição da perda de materiais na sua produção, redução da mão-de-obra no canteiro, maior celeridade na produção do material, além do aumento na qualidade do produto final devido aos processos executivos, obedecendo às diretrizes da NBR 15696:2009. Dessa maneira, o presente estudo teve como objetivo fazer uma revisão literária do sistema de fôrma pronta de madeira para a construção civil, apresentando a praticidade do método, o seu funcionamento técnico e análise prática da aplicação desse método em uma obra. Para isso, foram apresentados os materiais necessários para execução do sistema, tais como: madeiras, chapas de compensado, pregos, parafusos e tintas, além das normas de utilização e controle de qualidades que garantem o procedimento adequado na execução do projeto de fôrma pronta para os elementos estruturais. Como resultados, o presente trabalhou demonstrou uma maior eficiência na confecção da fôrma ao utilizar o sistema em estudo, aumentando a produtividade, limpeza e organização no canteiro, além de gerar redução de custos e diminuição na perda e desperdício de materiais, que gerou uma economia de aproximadamente 2% no custo total da obra.

Palavras-chave: fôrma pronta; madeira; produtividade.

ABSTRACT

With the need to ensure higher quality materials and optimize productivity, alongside the emergence of new product solutions for the construction industry, increasing the production of materials off-site becomes an economically viable process and quality assurance measure. In light of this, prefabricated wooden formwork emerges as one of these solutions, following various protocols and processes to ensure quality and timely execution for a construction project. The main characteristics of prefabricated formwork include reduced material loss in production, decreased on-site labor, faster material production, and improved final product quality due to executive processes, adhering to the guidelines of NBR 15696:2009. Thus, the present study aimed to conduct a literature review of the prefabricated wooden formwork system for the construction industry, presenting the practicality of the method, its technical functioning, and a practical analysis of its application in a construction project. To this end, the necessary materials for the system execution were presented, such as: wood, plywood sheets, nails, screws, and paints, along with the norms for usage and quality control ensuring proper procedure in executing the prefabricated formwork project for structural elements. As a result, the present work demonstrated increased efficiency in formwork construction using the studied system, enhancing productivity, cleanliness, and organization on the construction site, while also generating cost reductions and minimizing material loss and waste, resulting in approximately a 2% savings in the total project cost.

Keywords: ready-made formwork; wood; productivity.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 -	Tábua de madeira tipo Pinus.	20
Figura 2 -	Barrote de madeira tipo Pinus.	21
Figura 3 -	Classificação das chapas de compensado.	22
Figura 4 -	Chapas de compensado plastificadas.	23
Figura 5 -	Chapas de compensado resinadas.	23
Figura 6 -	Prego com Duas Cabeças.	25
Figura 7 -	Projeto de Locação e Verificação.	29
Figura 8 -	Corte transversal pilares.	30
Figura 9 -	Projeto de elevação dos pilares.	31
Figura 10 -	Detalhe da estruturação dos pilares.	32
Figura 11 -	Detalhe dos gastalhos.	33
Figura 12 -	Exemplo de adaptação na forma do pilar.	34
Figura 13 -	Plano de Elevação das Vigas.	36
Figura 14 -	Planta de Esquema Executivo.	37
Figura 15 -	Detalhe de montagem do escoramento de laje (cavalete).	38
Figura 16 -	Projeto de distribuição do assoalho.	40
Figura 17 -	Detalhe escoramento vigas e lajes.	41
Figura 18 -	Projeto de forma pronta de pilares da obra.	43
Figura 19 -	Projeto de forma pronta de vigas da obra.	44
Figura 20 -	Projeto de forma de assoalho da obra.	44
Figura 21 -	Fôrma pronta de pilar executada em obra.	45
Figura 22 -	Fôrma pronta de viga e escoramentos executados em obra.	46

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 -	Modelo padrão do Controle da Qualidade de Execução.	17
Tabela 2 -	Tensões admissíveis e módulo de elasticidade para compensados de classe I e II.	22
Tabela 3 -	Dimensionamento de lajes.	39
Tabela 4 -	Comparativo forma em obra x Sistema de Forma Pronta.	46

SUMÁRIO

1	**INTRODUÇÃO**	11
1.1	JUSTIFICATIVA E MOTIVAÇÃO	12
1.2	OBJETIVOS GERAIS E ESPECÍFICOS	13
2	**REFERENCIAL TEÓRICO**	13
2.1	UTILIZAÇÃO DA MADEIRA NA CONSTRUÇÃO CIVIL	13
2.2	PROCESSOS DE QUALIDADE DA FÔRMA PRONTA	14
2.2.1	**Projeto de Fôrma Pronta de Madeira**	14
2.2.2	**Normas de Utilização (PS)**	15
2.2.3	**Controle da Qualidade de Execução (CQE)**	16
2.3	SISTEMA DE FÔRMA PRONTA DE MADEIRA	18
3	**REVISÃO LITERÁRIA**	19
3.1	PARTES DE UM SISTEMA DE FÔRMA PRONTA	19
3.1.1	**Madeiras Serradas**	19
3.1.2	**Madeiras Compensadas**	21
3.1.3	**Pregos, Parafusos e Tintas**	24
3.2	PROCEDIMENTOS DO PROJETO DE FÔRMA PRONTA	25
3.2.1	**Projetos de Locação e Verificação**	28
3.2.2	**Projeto de Pilares**	29
3.2.3	**Projeto de Vigas**	35
3.2.4	**Projeto de Lajes**	38
4	**RESULTADOS E DISCUSSÃO**	41
4.1	CONSIDERAÇÕES INICIAIS DO ESTUDO DE CASO	42
4.2	O ESTUDO DE CASO	42
5	**CONCLUSÃO**	47
	REFERÊNCIAS	49

1 INTRODUÇÃO

A construção civil é, seguramente, uma das atividades mais tradicionais e fundamentais que conhecemos. Desde as primeiras sociedades, há uma busca constante no avanço desse ramo e dos seus métodos construtivos com a finalidade de melhorar e otimizar seus processos. A partir da evolução dessas sociedades e suas tecnologias, foram se idealizando e aprimorando novas técnicas e métodos construtivos capazes de aumentar a rapidez e produtividade no meio da construção civil, aliado a uma maior qualidade dos seus insumos.

A engenharia é uma atividade humana, e qualquer atividade humana envolve a percepção, interpretação e manipulação de símbolos. A tecnologia é essencialmente a aplicação do conhecimento científico em engenharia. Como tal, a engenharia sempre tem sido a busca de novas tecnologias. (PETROSKI, 1992).

Um dos pontos que visa combater definitivamente a cultura da falta de qualidade é a industrialização, diminuindo o elevado índice de artesanato e de improvisações existentes na construção civil, melhorando a qualidade do produto e diminuindo o desperdício de mão de obra e materiais.

Historicamente, o uso de madeira na construção de edificações é visto, majoritariamente, nas fôrmas de lajes, pilares e vigas. Além disso, a madeira é muito utilizada para confecção de escoramentos de vigas e lajes, mostrando a grande importância que esse material tem em uma obra. Para uma construção em concreto, é necessário que as fôrmas de madeira sejam dimensionadas corretamente, a fim de que seja respeitado o cálculo estrutural da edificação.

Salgado (2014) definem o sistema de fôrmas, na execução de uma obra, como um dos principais elementos estruturais, sendo responsável por dar a forma ideal ao concreto quando este está ainda em estado maleável.

Nesse sistema, é determinado alguns requisitos que precisam ser respeitados rigorosamente em sua execução, seguindo as medidas descritas em projeto e resistência do material adequada aos esforços solicitantes, a fim de que não ocorra deformação no mesmo e que a rugosidade superficial para o concreto se mantenha em conformidade à calculada.

Em geral, na construção civil, as fôrmas de madeira são compostas por chapas de compensado plastificado ou resinado, tábuas e barrotes em pinus. Estes são os mais utilizados no sistema pois atendem às especificações previstas e possuem baixo custo. Uma condição que reforça a utilização da madeira em uma obra é a facilidade do material em se adequar às diversas formas solicitadas em projeto, especialmente se tratando de pilares, além de sua forte resistência (REZENDE, 2010). Outra vantagem, vista por esse autor, é o alto índice de reaproveitamento deste material em uma mesma obra, levando em conta a montagem e desmontagem.

Numa rápida análise, podemos perceber que a importância do item fôrma é muito significativa numa construção de uma edificação, em todos os aspectos, pois interfere diretamente nos objetivos principais que buscamos em todos os empreendimentos, isto é, o equilíbrio entre o custo, a qualidade e o prazo de execução.

Na composição de custos de uma estrutura, o item forma participa de cerca de 40% do total. Por outro lado, a estrutura representa, aproximadamente, 20% do custo total de um edifício, segundo FASTENGE - CUSTOS DAS ETAPAS NA CONSTRUÇÃO (2018). Isto significa que racionalizar ou otimizar a fôrma corresponde a dar a devida importância ao montante de, aproximadamente, 8% do custo da obra. Podemos ressaltar, ainda, que a fôrma é responsável por 60% das horas-homem gastas para execução da estrutura, ficando os outros 40% para atividades de armação e concretagem.

1.1 JUSTIFICATIVA E MOTIVAÇÃO

Deste ponto de vista, se buscam análises aliadas a um bom planejamento e desempenho de construção, visando a minimização de custos financeiros e de materiais, além redução de tempo de obra, por meio de uma maior produtividade, sendo fatores cruciais na execução de uma construção.

Nesta perspectiva, o presente trabalho tem como objetivo apresentar o uso da fôrma pronta de madeira para concreto armado, fazendo uma análise estimada do seu custo e viabilidade, com base nas informações disponíveis.

1.2 OBJETIVOS GERAIS E ESPECÍFICOS

O presente trabalho tem como objetivo geral apresentar o conceito do uso do sistema de fôrma pronta na construção civil.

Como objetivos específicos, podem ser citados:

- Apresentar a patricidade desse método.
- Descrever o funcionamento técnico e metódico da fôrma pronta.
- Apresentar estudo de um caso de aplicação prática do sistema de fôrma pronta em uma obra.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Neste tópico foram apresentadas e discutidas informações técnicas que serviram de embasamento teórico para o estudo do presente trabalho. Nesta etapa foi apresentado a utilização da madeira na construção civil, assim como estudos que abordam tal utilização desse material.

2.1 UTILIZAÇÃO DA MADEIRA NA CONSTRUÇÃO CIVIL

A madeira é um dos materiais mais antigos e versáteis utilizados na construção civil e pode ser utilizada para diversos tipos de aplicações como: estruturação de vigas, pilares, lajes, patamar e espelho de escadas, escoramento de vigas e lajes, muros, entre outros. Além de ser um material com diversas propriedades mecânicas, como resistência e durabilidade, ela também pode ser reutilizada durante os diversos estágios de uma obra. A madeira pode ser utilizada tanto em construções de pequeno porte, como casas e cabanas, quanto em grandes

obras, como edifícios e pontes. No entanto, a escolha do tipo de madeira e a sua utilização devem ser feitas com cuidado, levando em consideração fatores como as condições climáticas e as propriedades da madeira em si. Vale lembrar também que a utilização da madeira na construção civil deve seguir as normas e regulamentações específicas, como a ABNT NBR 7190/1997, que estabelece as regras para o projeto de estruturas de madeira. É importante garantir a segurança da estrutura e a preservação do meio ambiente.

2.2 PROCESSOS DE QUALIDADE DA FÔRMA PRONTA

Tomando-se a definição de qualidade de J.M. JURAN (1992) - “QUALIDADE É ADEQUAÇÃO AO USO”, devemos enumerar as características necessárias para que um sistema de fôrma seja considerado de boa qualidade: resistência e estabilidade adequadas, boa durabilidade, ser funcional, dispor-se de processo de manuseio coerente com os recursos reais existentes em cada obra e ter um menor custo (inicial, operacional e indireto).

Podemos concluir, portanto, que é impraticável falarmos em um único sistema de forma que atenda todo tipo de obra e em qualquer região da terra. São inúmeras as variáveis que determinam o sistema ideal, como são muitos os materiais e equipamentos disponíveis no mercado. Cabe, então, aos engenheiros decidirem pelo melhor sistema dentro dessa gama de variáveis. Um sistema de fôrma completo deve compreender o projeto executivo da forma, Normalização da Utilização (PS) e Controle da Qualidade de Execução (CQE).

2.2.1 Projeto de Fôrma Pronta de Madeira

O projeto de fôrma pronta de madeira deve ser planejado com a participação de um engenheiro responsável técnico, realizando o estudo da sequência e reaproveitamento dos materiais, o cronograma de execução e definições dos

mareriais a serem utilizados. É fundamental que os critérios definidos na etapa inicial dos projetos sejam obedecidos à risca, pois vários detalhes serão função direta dessas definições.

É necessário que o projetista, antes de dimensionar o projeto, deve ter a definição exata e completa do todo, isto é, a sequência executiva e os detalhes de composição, que fazem parte do raciocínio na elaboração dele. Portanto, a metodologia executiva deve ser rígida, com pouca suscetibilidade a alterações, utilizando sempre o conhecimento adquirido de experiências na construção civil.

Como o projeto é utilizado por diversos trabalhadores no canteiro de obras, principalmente pela equipe de montagem, é necessário que ele atenda à adequabilidade de uso, fornecendo todos os dados e informações de maneira clara e objetiva, afim de facilitar a sua leitura.

2.2.2 Normas de Utilização (PS)

Normas de utilização são as informações e dados necessários para o bom manuseio das formas. A definição da sequência de montagem, métodos a utilizar, cuidados a tomar, enfim, são as informações não contidas no projeto mas fundamentais para a execução das formas. Somente com o projeto somado aos procedimentos previstos na NBR 15696/2009 é que se torna possível obter todos os dados técnicos desenvolvidos no raciocínio do projetista na sua elaboração.

As recomendações contidas na norma seguem um raciocínio seguem um raciocínio lógico, elementar e básico, porém completo. O obedecimento delas é fundamental para o resultado obtido na execução da obra.

Todavia, as maiores dificuldades têm se mostrado nessa fase, comumente pela falta de profissionalismo dos colaboradores e ausência de fiscalização do engenheiro responsável, podendo gerar improvisos na montagem da fôrma. A disciplina é, portanto, uma condição primordial para as pretensões do bom aproveitamento do material.

A disciplina e sequência da normatização deve ser acompanhada de treinamento e constante fiscalização, seguindo atitudes como o respeito à hierarquia,

deixando claro os deveres de cada elemento que compõe a equipe, acompanhado de instruções completas, valorização do profissionalismo, terminalidade, limpeza e relacionamento profissional equilibrado entre todos os componentes da equipe de montagem da fôrma em campo.

2.2.3 Controle da Qualidade de Execução (CQE)

Segundo o módulo de TECNOLOGIA E PRODUÇÃO - DTC (1998), o Controle de Execução, ou simplesmente CQE, é uma série de avaliações que devem ser feitas com a finalidade de minimizar os erros ou detectá-los prematuramente, isto é, antes que eles sejam consumados em obra.

Deve-se definir, através do CQE, a obrigatoriedade de verificações das causas de ocorrências de falhas que ocorrem com maior frequência na execução do projeto de fôrma, intercalando-as ao longo das atividades de montagem das formas, conforme demonstrado na tabela 1. É notável que são inúmeras as causas possíveis de falhas, entretanto, se classificarmos estas causas pela sua frequencia, poderemos notar que algumas delas, somadas, perfazem a grande maioria.

Nesta fase, o momento da verificação adquire uma importância maior para evitar o desperdício na correção e retrabalho da falha. É fundamental lembrar que uma atividade só é bem executada se a etapa anterior estiver sido feita corretamente.

Tabela 1 - Modelo padrão do Controle da Qualidade de Execução

C.Q.E.	CONTROLE DA QUALIDADE DA EXECUÇÃO						
	AVALIAÇÃO	TOLERÂNCIA	DURANTE			FINAL	
			1	2	3	ENC.	TEC.
	TRANSPORTE DOS EIXOS						
	LOCAÇÃO DOS GASTALHOS						
1	EXATIDÃO DA LOCAÇÃO DOS GASTALHOS						
2	FIRMEZA E INDEFORMABILIDADE						
	MONTAGEM DOS PILARES						
1	PRUMO DO PONTALETE GUIA						
2	NÍVEL DO PONTALETE GUIA						
3	MÃO FRANCESA						
4	GALGAS						
5	AMARRAÇÃO						
	MONTAGEM DAS VIGAS						
1	ENCONTRO VIGAS / PILAR						
2	POSICIONAMENTO DAS ESCORAS						
3	ENCUNHAMENTO DAS LATERAIS						
4	MÃO FRANCESA						
	MONTAGEM DAS LAJES						
1	DISTRIBUIÇÃO DAS LONGARINAS						
2	EIXOS DE REFERÊNCIA						
3	POSICIONAMENTO DS ESCORAS						
4	DISTRIBUIÇÃO DOS PAINÉIS						
5	LOCAÇÃO DAS BOCAS DOS PILARES						
6	LOCAÇÃO DAS BOCAS DAS VIGAS						
	NIVELAMENTO E TRAVAMENTO						
1	ALINHAMENTO DAS ESCORAS						
2	ENCUNHAMENTO						
3	NIVELAMENTO						
4	SARRAFOS DE PRESSÃO						

CÓDIGO DAS AVALIAÇÕES **A - APROVADO** **R - REPROVADO**	**VISTO DO AVALIADOR**					
	DATA E PERIODO DA AVALIAÇÃO					
	1-					
	2-					
	3-					

LIB. P/ CONCRETAGEM DOS PILARES	LIB. P/ CONCRETAGEM DA LAJE
VISTO	VISTO

Fonte: DTC - Tecologia de Produção (1998)

2.3 SISTEMA DE FÔRMA PRONTA DE MADEIRA

Para um bom controle do processo executivo do sistema de fôrma pronta, é necessário um maior detalhamento dele visando, principalmente, a facilidade e agilidade na execução associados a um baixo custo.

Este sistema teve sua origem baseada na Forma Tipo UENO, criada e desenvolvida pelo Engº Toshio Ueno, a partir do final dos anos 1960 que, como um dos primeiros estudantes da forma e a sua dedicação exclusiva a este setor, trouxe incalculável progresso à engenharia nacional. A Forma Tipo UENO sofreu, ao longo dos últimos anos, um processo evolutivo natural resultante do seu emprego na construção civil.

O sistema adapta-se perfeitamente às obras, principalmente às prediais, uma vez que apresentarem características como um alto número de repetições (de 10 a 30 vezes) e dimensões dos elementos estruturais (pilares, vigas e lajes) relativamente leves, coerente com a resistência da madeira. Além disso, o canteiro de obras prediais é comumente limitado e sem capacidade de comportar o uso de equipamentos de transporte, como gruas.

Para se projetar a forma pronta é necessário que tenhamos: um projeto completo da estrutura, desde sua fundação até o ático, ou, no mínimo, até o pavimento tipo e a definição dos tipos de madeira (compensado e madeira serrada) a serem utilizados, incluindo seus dados técnicos e físicos. Também é fundamental uma definição clara e objetiva da sequencia dos serviços na obra e o seu cronograma de execução.

3 REVISÃO LITERÁRIA

O sistema de fôrmas de madeira é o mais utilizado no Brasil, segundo Nazar (2007), por ser um processo prático e, financeiramente, viável. Neste tópico serão apresentados e discutidos os materiais e procedimentos técnicos que serviram de embasamento teórico para o estudo do presente trabalho.

As especificações do sistema adotado e que serão apresentadas nesta tese foram elaboradas considerando-se que é um sistema de execução de forma compatível para pavimentos tipo e embasamentos de uma edificação que contenha as seguintes características:

- Altura de piso a piso entre 2,70m e 3,50m;
- Vigas de seção com, no máximo, 0,24 m² e com altura até 0,90 m;
- Espessura da laje de 0,07 m a 0,30 m.

3.1 PARTES DE UM SISTEMA DE FÔRMA PRONTA

Neste tópico, serão introduzidos os principais materiais utilizados na confecção da fôrma pronta em madeira, com destaque às propriedades e características de cada um deles, de maneira a apresentar detalhadamente sua funcionalidade no sistema.

3.1.1 Madeiras Serradas

As madeiras serradas são muito utilizadas na construção civil, podendo desenvolver diversas formas como: caibros, pontaletes, sarrafos, tábuas, ripas e barrotes. Para a confecção da fôrma os tipos mais utilizados são: sarrafos, barrotes e sanduíches. Segundo SOUZA (2018), para se tornarem madeiras serradas, as toras brutas de madeira passam por processos de serem transformadas em peças quadradas ou retangulares por meio da industrialização, tornando-se propícias para o uso no molde das fôrmas, medindo geralmente 10cm, 15cm, 20cm e 30cm de

largura com 1 polegada de espessura, e alguns exemplos delas podem ser vistos nas figuras 1 e 2. Na construção civil, o principal tipo de madeira utilizado é a madeira de pinus, em detrimento da madeira de lei, devido ao seu menor custo e maior facilidade de encontrar no mercado, além do seu maior apelo com relação a sustentabilidade, por ser uma madeira de reflorestamento.

As madeiras serradas para formas de concreto estão sujeitas a um ou mais tipos de tensões, incluindo: flexão, compressão perpendicular às fibras, compressão paralela às fibras e cisalhamento paralela às fibras. A capacidade de suportar as tensões acima referidas depende, sobretudo, da espécie de madeira, da qualidade da mesma, da duração de atuação da carga e do seu teor de umidade.

Inicialmente, deve-se calcular as tensões admissíveis para madeira serrada sujeita a carregamento de longa duração, baseando-se na NBR 7190/1997 - Projeto de Estruturas de Madeira. Para transformar as tensões admissíveis de longa duração para curta duração recomenda-se que estas sejam majoradas, quando a duração da carga máxima não exceder os períodos indicados abaixo:

- Para duração de 2 meses: 15%;
- Para duração de 7 dias: 25%;
- Para cargas acidentais (vento): 33,3%.

Fonte: Lerroy Merlin (2022)

Figura 1 - Tábua de madeira tipo Pinus

Fonte: Lerroy Merlin (2022)

Figura 2 - Barrote de madeira tipo Pinus

3.1.2 Madeiras Compensadas

As madeiras do tipo compensadas se dá pela junção de pequenas camadas de madeiras leves com pequena densidade unidas por colas ou adesivos, de maneira perpendicular, gerando maior resistência física e mecânica que a madeira original. Também conhecida como chapa de compensado, esse tipo de madeira permite a fabricação de peças maiores e menos defeituosas e com menor danificação ao ser cravada com pregos.

Existem alguns tipos de chapas de compensado, como por exemplo as plastificadas, exemplificadas na figura 4, oleadas e resinadas, que podem ser vistas na figura 5, sendo a primeira a mais recomendada para uso em obras, por garantir uma melhor resistência e impermeabilização, sendo mais fácil na etapa de desmolde após a concretagem. Além disso, as chapas devem ter, no mínimo, 5 lâminas e

podem medir de 3 a 30mm de espessura, o que afeta diretamente na sua resistência ao empuxo gerado pela concretagem (FORMAPLAN FÔRMAS PLANEJAS, 2024).

Os painéis de compensado podem ser de classe I e II, sendo diferenciados pelas suas densidades, onde o primeiro tem ela no valor de até 500 kg/m³ e o de segunda classe entre 500 e 700 kg/m³. A tabela 2, conforme DTC - TECNOLOGIA DE PRODUÇÃO (1998), apresenta os valores de pressões admissíveis para cada tipo de classe de chapa de compensado.

Tabela 2 - Tensões admissíveis e módulo de elasticidade para compensados de classe I e II.

Características Mecânicas	Compensado classe I (MPa)	Compensado classe II (MPa)
Flexão simples	13,3	9,2
Módulo de elasticidade à flexão simples	11.400	9.900

Fonte: DTC - Tecologia de Produção (1998)

As chapas de compensado de pinus são classificadas também com base na qualidade da capa e contra capa, conforme a figura 3. Os critérios de classificação levam em consideração o tipo, a quantidade e dimensões dos defeitos apresentados, atribuídos através de inspeção visual. A classificação do tipo A representa a menos defeituosa e o tipo D a com maior número de defeitos (PROGRAMA NACIONAL DE QUALIDADE, 2002).

Fonte: Programa Nacional de Qualidade da Madeira (2002)

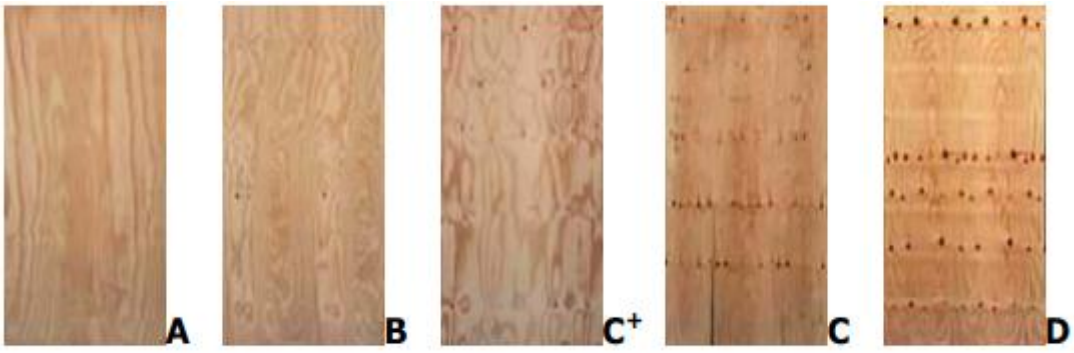


Figura 3 - Classificação das chapas de compensado.

Fonte: Formaplan Fôrmas Planejadas (2024)

Figura 4 - Chapas de compensado plastificadas.

Fonte: Formaplan Fôrmas Planejadas (2024)

Figura 5 - Chapas de compensado resinadas.

3.1.3 Pregos, Parafusos e Tintas

Os pregos e parafusos são utilizados para fixar as tábuas de madeiras serradas às chapas de compensado e devem ser resistentes a corrosão. É fundamental uma escolha adequada dos pregos ou parafusos para a madeira a ser utilizada na fôrma, bem como garantir a resistência deles para suportar o peso e a pressão do concreto. Além disso, é recomendável que a fixação dos pregos ou parafusos seja realizada de forma precisa e cuidadosa, para evitar rachaduras ou danos na madeira.

Os pregos possuem medidas variadas e a depender de qual utilização será feita para ele. Para ligação entre o painel de compensado e o sarrafo, utiliza-se o prego com cabeça de 17 x 21, com espaçamento máximo de 30 cm. Já para a ligação do sarrafo com pontalete usamos prego de 18 x 27. Para a ligação do garfo (escoramento de vigas) com o painel da viga, utilizamos o prego 18 x 24 ou 18 x 27 cabeça dupla, podendo ser visualizado na figura 6.

As tintas têm como função no sistema de fôrmas prontas a demarcação de cada elemento a ser executado, sendo explicitado, por exemplo, como uma viga e seu número de projeto, para garantir que seja alocada de maneira correta na execução técnica da fôrma. Além disso, as tintas podem demarcar as chapas que serão utilizadas como adaptações da fôrma em pavimentos atípicos, diferenciando-se por cores.

Fonte: ArcelorMittal (2024)

Figura 6 - Prego com Duas Cabeças.

3.2 PROCEDIMENTOS DO PROJETO DE FÔRMA PRONTA

O projeto de fôrma pronta deve ser planejado com a participação do engenheiro responsável da obra, estudando a sequencia de reaproveitamento dos materiais, o cronograma da obra e as definições dos materiais a serem utilizados.

Esse projeto deve conter os seguintes documentos mínimos: projeto dos pilares, projeto das vigas, projeto de laje, projeto de escoras (vigas e lajes), projeto de reescoramento e projeto de locação e verificação de eixos.

As fôrmas em madeira podem ser processadas com diversas finalidades como: pilares, vigas, lajes, escadas e patamares, além de paredes e muros de concreto armado. Para cada um desses elementos, há um processo executivo que deve ser feito respeitando as dimensões de projeto e as normas.

Inicialmente, devem-se cortar as chapas de compensado de acordo com as dimensões previstas no projeto do cálculo estrutural, utilizando-se de equipamentos manuais ou mecânicos. Um bom equipamento a ser utilizado nessa etapa é a

máquina de esquadrejamento com serra circular, tornando esse processo mais rápido e eficiente, além de garantir a qualidade e dimensões corretas do elemento.

Para as vigas, prepara-se o material e faz-se o processo de corte nas dimensões de projeto, separando na quantidade de peças necessárias para completar o vão pré-determinado em planta baixa. Para sua estruturação utilizam-se os sarrafos e tábuas de madeira, separados numa distância que garanta a segurança na hora da concretagem, sendo travados na chapa por pregos ou parafusos, especificados no projeto de fôrma pronta. Também é necessário a confecção dos cavaletes, ou garfos, para o escoramento da viga que irá receber o concreto. Com esse procedimento feito e a viga devidamente travada, deve ser colocada a armação de aço.

Para os pilares o processo inicial é semelhante, sendo necessário o travamento vertical e horizontal por barrotes guias e sanduíches, colocados a uma distância que garanta a segurança da concretagem do elemento, sendo travados também por pregos e parafusos. É fundamental a execução de gabaritos para os pilares, por meio de tábuas de madeira, para que se garanta a locação correta e evite-se uma excentricidade.

Na execução de lajes, podendo ser do tipo maciça ou nervurada, é necessário que se faça apenas o corte das chapas de compensado nas dimensões especificadas da laje em projeto, executando-as lado a lado, para que se garanta a homogeneidade no momento da concretagem. É possível a confecção de longarinas em madeira para o escoramento da laje, localizada na faixa de reescoramento, que deve ser feita a cada, no máximo, 1,30 m.

No dimensionamento e elaboração do projeto, são considerados alguns esforços e carregamentos:

Para o carregamento da laje:

$$\mathrm{CP} = 2{,}8\ \mathrm{t/m3}\ (\mathrm{concreto} + \mathrm{armação} + \mathrm{madeira}) \tag{1}$$

$$\mathrm{SC} = 150\ \mathrm{kg/m2} + (0{,}2\ \mathrm{x\ CP}) \tag{2}$$

Onde:

CP: carga permanente;

SC: sobrecarga.

Além disso, é necessário calcular o empuxo lateral que estará atuando nesse elemento estrutural:

$$\mathrm{P} = \gamma * \mathrm{H} \quad (0 \leq \mathrm{H} \leq 2\mathrm{m}) \tag{3}$$

$$\mathrm{P} = \gamma * 2 \quad (2 \leq \mathrm{H} \leq 3{,}5\mathrm{m}) \tag{4}$$

Onde:

P: empuxo lateral;

H: distância entre as duas lajes consecultivas.

Por fim, calculamos também a flecha máxima admissível por meio da equação:

$$\mathrm{f} = \frac{\mathrm{I}}{300} \tag{5}$$

Onde:

f: flecha máxima admissível;

I: vão entre apoios.

3.2.1 Projetos de Locação e Verificação

O projeto de locação e verificação objetiva facilitar os trabalhos no momento de locar e estabelecer critérios e sequencia de verificação na montagem da forma pronta, podendo ser observado na figura 7. Ele deve conter, portanto, os dois eixos principais ortogonais, de onde todas as medidas necessárias para locação e verificação sejam expressas em medidas acumuladas, com uma leitura facilitada. São medidas tais como:

- Uma das faces dos pilares e as medidas dos pilares;
- Cantos ou locais da viga e sacada cuja locação não estejam em função direta da locação do pilar;
- Encontros dos eixos nos casos em que houver necessidade de mais de 2 eixos principais para definição não ortogonal das peças da estrutura;
- Espaços reservados para checagem das medidas de projeto;
- Tabela de verificação.

Para fixação dos testemunhos dos eixos, deverá ser empregado ferro de diâmetro 5/8”. Para o transporte do eixo utiliza-se a estrutura provisória auxiliar, composta de dois pontaletes balanceados de 30 cm.

Fonte: Tecnoforma Indústria (2023)

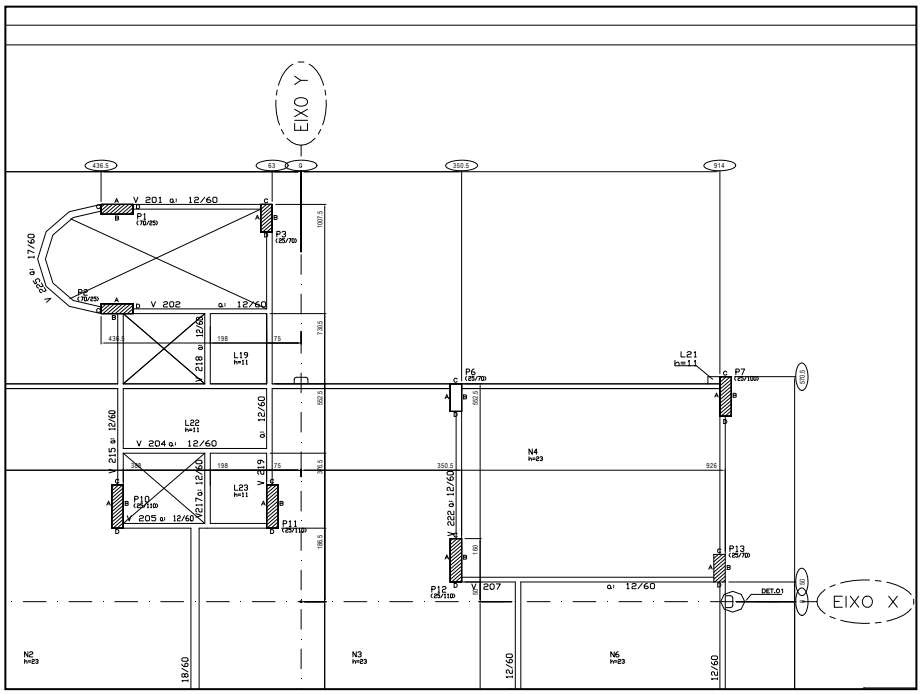


Figura 7 - Projeto de Locação e Verificação

3.2.2 Projeto de Pilares

Para execução do projeto de forma de pilares, devemos definir, inicialmente o corte transversal, a disposição dos painéis que compõe o pilar, como também o espaçamento das guias de amarração (barrote e sanduíche, parafusos e sargentos), conforme demonstrado na figura 8.

Fonte: Tecnoforma Indústria (2023)

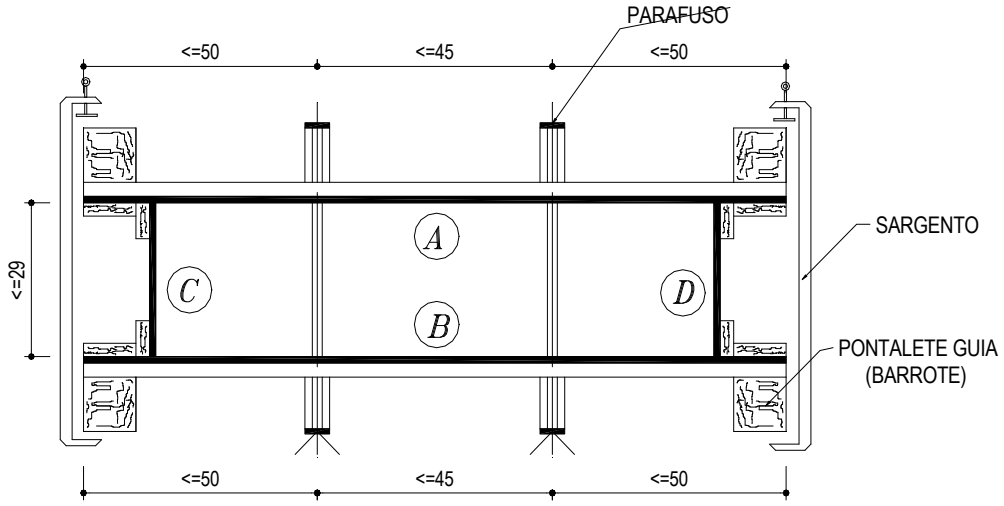


Figura 8 - Corte transversal pilares.

Em seguida, todos os painéis que compõem o pilar deverão ser apresentados em elevação, contendo todas as medidas de corte, abertura de bocas para entrada de vigas ou rebaixamento da laje, entre outros, conforme exemplificado na figura 10 (TECNOFORMA INDÚSTRIA, 2023).

Fonte: Tecnoforma Indústria (2023)

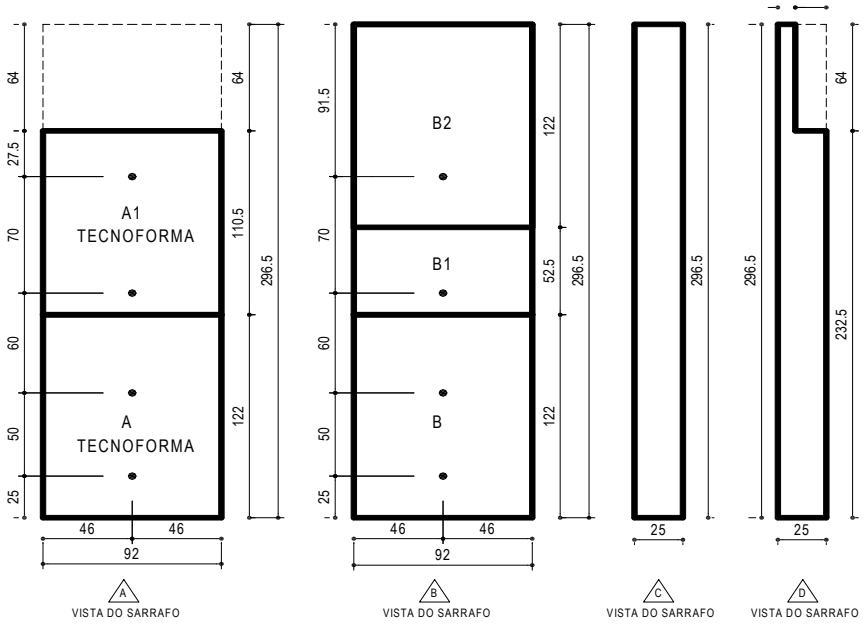


Figura 9 - Projeto de elevação dos pilares.

O detalhe de estruturação dos painéis deve demonstrar a estruturação dos compensados por meio de sarrafos e seu espaçamento será em função do esforço que será aplicado pelo concreto em que o pilar estará submetido, o que pode ser observado na figura 10.

Fonte: Tecnoforma Indústria (2023)

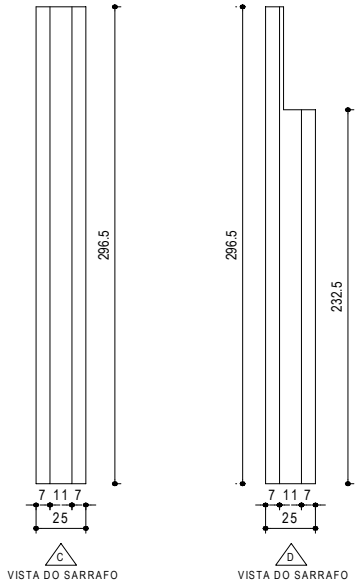


Figura 10 - Detalhe da estruturação dos pilares.

É importante, também, detalhar os gastalhos (gabaritos) dos pilares, conforme exemplificado a seguir, na figura 11. A locação do gastalho deve ser iniciada em condições ideais, com área completamente desimpedida, limpa e sem interferências. É fundamental o nivelamento do piso da fundação antes da instalação do gastalho em obra. Caso esteja no nível da laje esta é a primeira atividade a ser feita após a sua concretagem, seguindo um prazo de 6 a 12h, devendo o gastalho ser pregado na laje.

Fonte: Tecnoforma Indústria (2023)

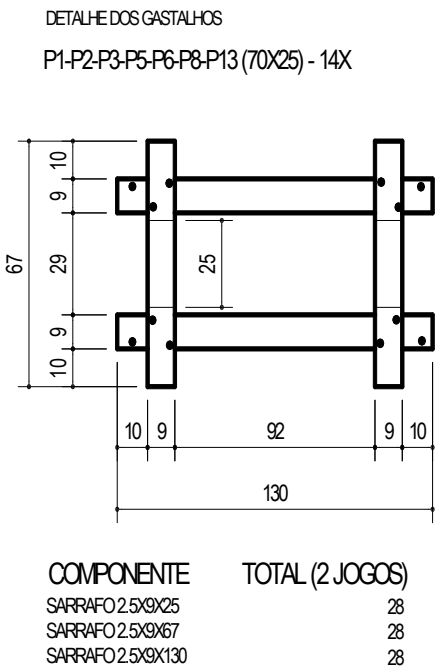


Figura 11 - Detalhe dos gastalhos.

Alguns acessórios utilizados na fabricação da forma do pilar são o sargento, que é responsável pelo travamento horizontal dos pontaletes guia, posicionados no mesmo alinhamento dos tensores, além dele temos a amarração, podendo ser uma barra de aço CA-25 que deve ser fixada em campo por meio de parafusos com rosca rápida e também a mão francesa, que consiste no emprego de uma cantoneira metálica de 1 1/2” x 1 1/2” ou uma tábua de pinus com 15 cm de largura.

Também é possível fazer adaptações na fôrma dos pilares, como ilustrado na figura 12, de maneira que ele possa ser adequado para um pavimento com especificações diferentes como: altura do pé direito, mudança de dimensão do pilar (diminuição ou aumento), mudança na entrada de viga dentro de um dos painéis, bem como mudança na altura da laje. Para isso poderemos incluir novos painéis ou até mesmo cortar os painéis já existentes dos pavimentos tipo.

Fonte: Tecnoforma Indústria (2023)

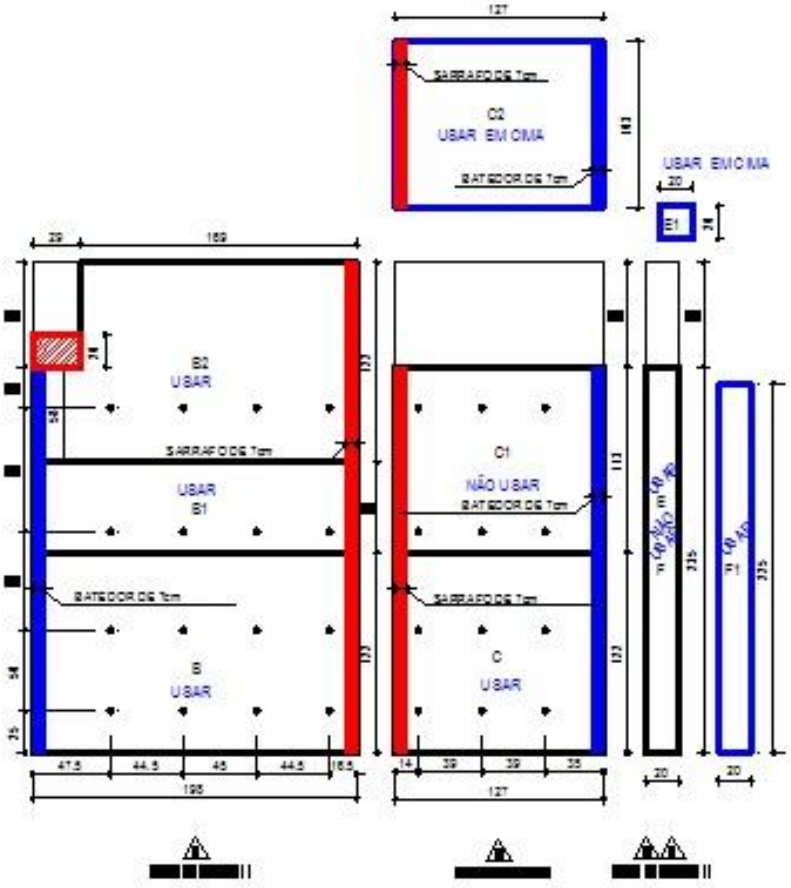


Figura 12 - Exemplo de adaptação na forma do pilar.

A concretagem do pilar é feita até o nível do fundo da viga somente quando a forma estiver totalmente montada, sua locação verificada e amarração completamente executada. Após a desfôrma dos painéis dos pilares, eles devem ser limpos e reformados no mesmo pavimento, além da aplicação do desmoldante. O montador deve receber os painéis no andar superior em condições perfeitas para aplicação no pavimento seguinte.

3.2.3 Projeto de Vigas

Assim como nos pilares, o projeto de vigas deve definir, inicialmente, o detalhamento da estruturação dos painéis laterais e os de fundo, assim como as medidas transversais dos painéis e pode ser exemplificado na figura 13. Para estruturação dos painéis laterais da viga, deveremos considerar um espaçamento máximo de 28 cm entre os sarrafos.

Todos os painés devem ser mostrados em elevação, definindo-se sua altura, comprimento e outros detalhes, como entradas em pilares. É fundamental, no painel do fundo da viga, que além das medidas de confecção, seja definido o espaçamento das escoras, cujas medidas devem ser demarcadas com tinta no painel de fundo, durante seu processo de fabricação. Um ponto de suma importância é a previsão da divisão dos painéis da viga de modo a facilitar sua desforma sem danos ao material. As emendas dos painéis deverão coincidir, necessariamente, com a posição de uma escora (garfo) de madeira.

Fonte: Tecnoforma Indústria (2023)

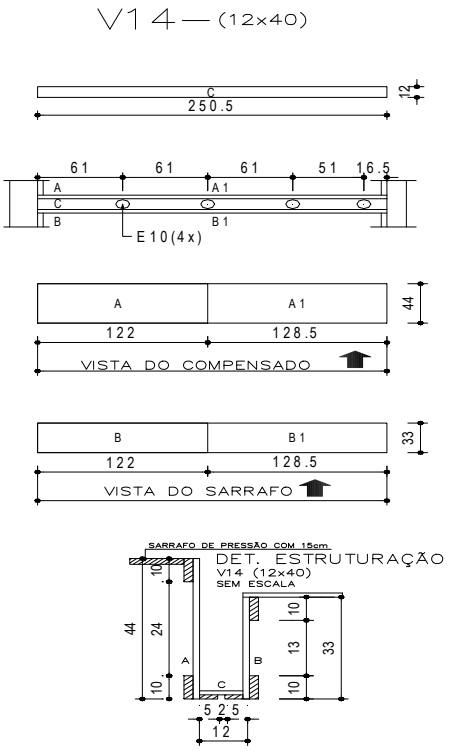


Figura 13 - Plano de Elevação das Vigas.

Também é necessário desenvolver a planta de montagem das vigas, que é onde são definidas as posições dos painéis no processo de montagem, como indicado na figura 14. Nela deverão conter as numerações de cada uma das vigas e dos painéis, além do detalhamento de encaixe de um painel com o outro e o posicionamento dos escoramentos das vigas, conforme mostrado na seguinte ilustração.

Fonte: Tecnoforma Indústria (2023).

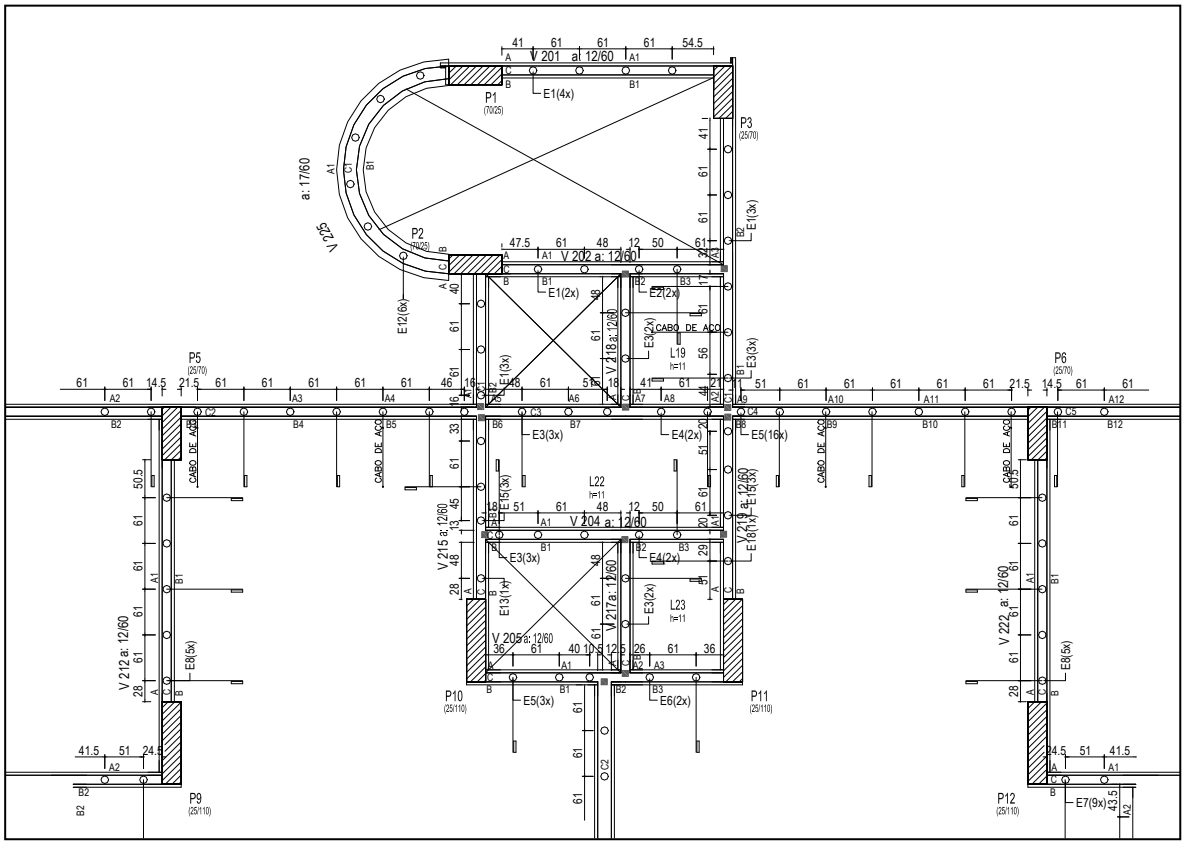


Figura 14 - Planta de Esquema Executivo.

Assim como na forma dos pilares, podemos fazer adaptações dos painéis de vigas para uso em pavimentos atípicos, utilizando a fôrma pronta do teto tipo, e alterando com as mudanças necessárias como: aumento na altura da viga, mudança da espessura da laje ou alteração de entrada de pilares.

A concretagem da viga só deve ser executada quando a forma estiver completamente montada, verificada e travada com o escoramento de madeira devidamente distribuídos, além da verificação quanto ao alinhamento, nivelamento e travamento dos painéis. Na desfôrma das vigas, os montadores devem receber os painéis e as escoras em estado perfeito de conservação, sendo fundamental a aplicação do desmoldante antes da nova montagem da forma.

A figura 15 demonstra o projeto de escoramento de vigas, que deverá conter detalhes e medidas de todas as escoras, comumente chamadas de cavaletes ou garfos, a sua identificação e quantidade total de cada uma das peças. O travamento por meio de mão francesa deve estar presente a cada duas escoras nas vigas

externas e a cada três em vigas internas, devendo ser executado apenas após a verificação do alinhamento e nivelamento das vigas.

A distribuição das escoras (cavaletes) deve ser em função da altura da viga e deverá obedecer a um espaçamento máximo de 61 cm. É necessário a identificação, em projeto, da posição de cada escora de madeira e também quais delas deverão ser travadas com mão francesa.

Fonte: Tecnoforma Indústria (2023).

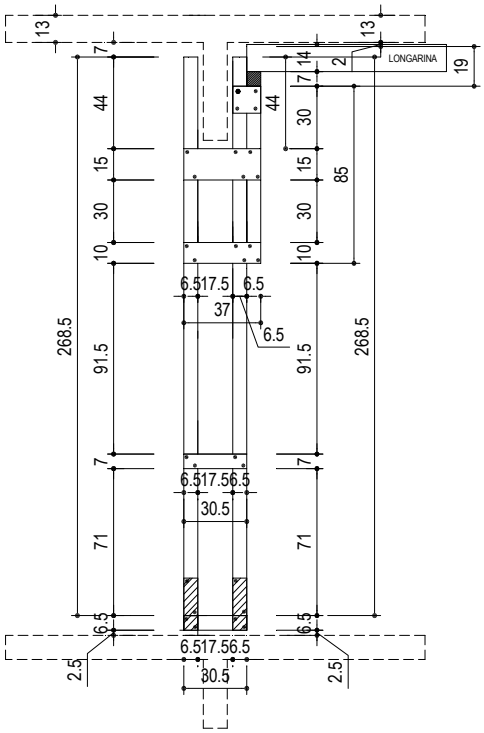


Figura 15 - Detalhe de montagem do escoramento de laje (cavalete).

3.2.4 Projeto de Lajes

O projeto de fôrma para lajes, exemplificado na figura 16, deve conter a distribuição dos painéis, que são as medidas e os detalhes de estruturação de cada um deles. Segundo DTC - TECNOLOGIA DE PRODUÇÃO (1998), essa

estruturação deve ser feita em função da espessura da laje e deve obedecer as medidas conforme a tabela 3.

Tabela 3 - Dimensionamento de lajes

ESPESSURA DA LAJE (cm)	E (cm)	C (cm)	λb (cm)	λi (cm)
7 ≤ d ≤ 12	30	82	90	130
12 < d ≤ 16	30	82	80	110
16 < d ≤ 30	25	61	70	100

Fonte: DTC - Tecnologia de Produção (1998)

Onde:

d: espessura da laje;

E: espaçamento entre sarrafos do painel;

C: distância entre longarinas;

λb: balanço das longarinas;

λi: distância entre as escoras.

É necessário que contenha, também, no projeto de lajes a distribuição das longarinas, bem como as suas medidas de fabricação e quantidade de peças. No projeto das longarinas deve-se definir o posicionamento das escoras de laje, criando-se encaixe na mesma para que não haja erros na dobra.

Além disso, deve-se definir as tiras (faixas) de reescoramento com suas dimensões e posicionamentos, apresentando larguras não menores do que 14 cm, devendo estar próximas a linha de escoramento e em quantidade de acordo com a necessidade.

Fonte: Tecnoforma Indústria (2023)

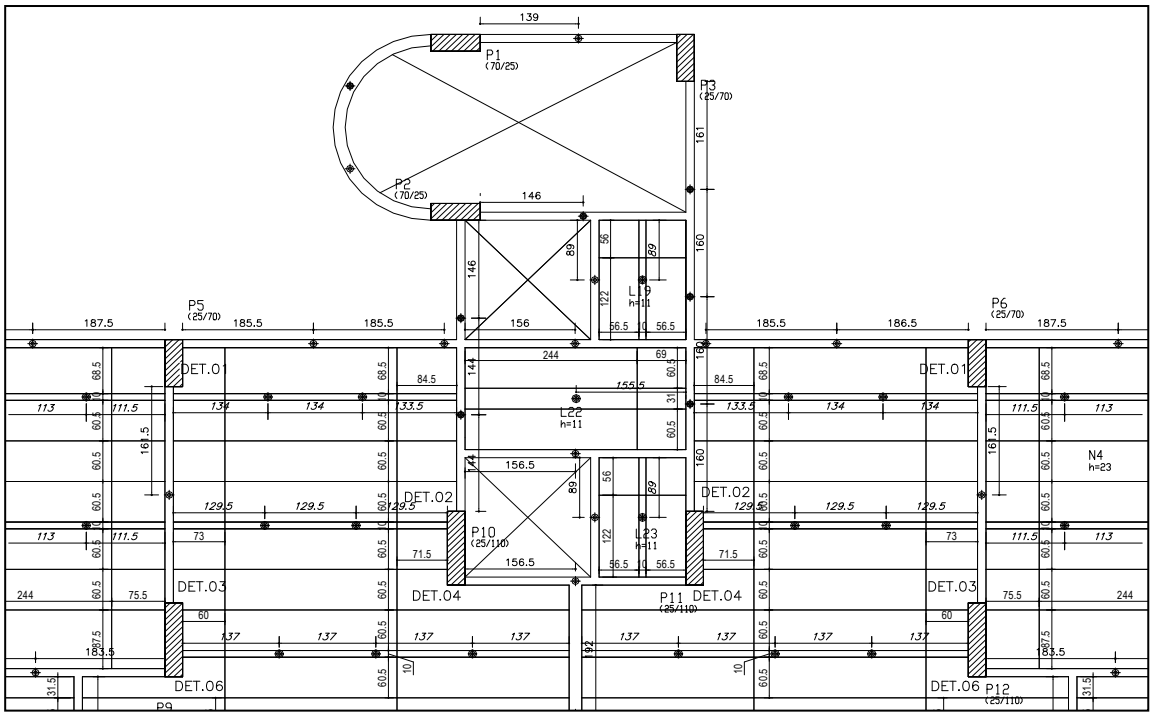
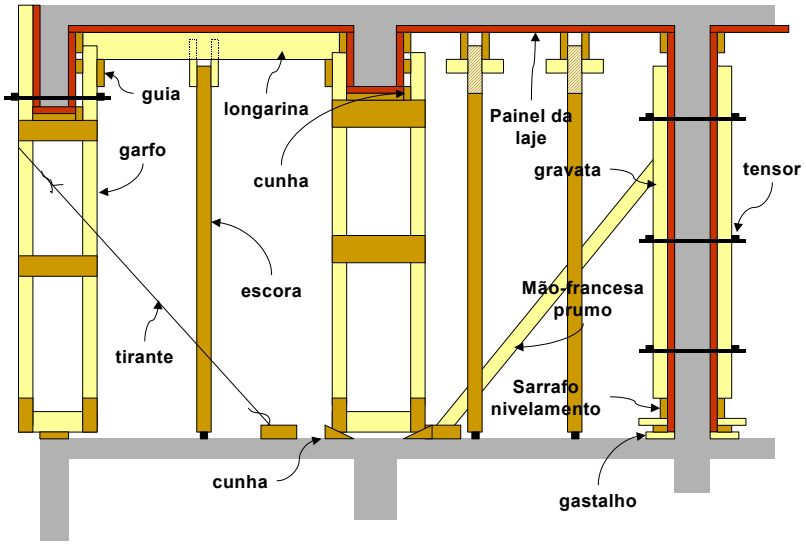


Figura 16 - Projeto de distribuição do assoalho.

O projeto de escoramento de lajes deverá conter o detalhe típico das peças, a identificação e a quantidade total das longarinas. A distribuição e a quantidade de escoras estarão em função das longarinas, e pode ser exemplificado no detalhe da figura 17 (MADEIRIT, 2001).

Fonte: Madeirit (2001)



Fonte: Madeirit

Figura 17 - Detalhe escoramento vigas e lajes.

A montagem da forma da laje inicia-se somente quando as vigas estiverem prontas, ou seja, montadas. A partir das escoras guia (de projeto) inicia-se a colocação das demais escoras apoiadas nos painéis de vigas e, em seguida, com a estrutura montada, instalam-se os painéis das lajes, devidamente identificados e enumerados conforme projeto.

O início da desforma da laje deve sempre ser feito com o concreto tendo, no mínimo, 65 horas de idade e todos os elementos pertencentes à viga (painéis, escora, mão francesas) devem estar locados no andar superior. A desforma da laje deve ser executada rebaixando o complemento da escora, liberando a retirada das longarinas metálicas, os barrotes de madeira e chapas de compensado, utilizando sempre a banca de montagem com as ferramentas de desforma.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste item será apresentado o exemplo prático do uso do sistema de forma pronta numa obra de uma edificação e fazer uma análise estimada de custos de materiais e mão de obra por meio do sistema industrializado da forma de madeira.

4.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS DO ESTUDO DE CASO

O presente estudo de caso tem como base analisar e compreender a implementação e os impactos do sistema de forma pronta na construção de uma edificação localizada na Zona Norte da cidade de Recife, no estado de Pernambuco, que tinha como objetivo a redução do custo de obra e uma necessidade de atender a um prazo mais curto de execução da edificação.

Essa edificação apresenta como características 37 pavimentos totais, sendo 35 tipos, com uma área total de fôrma de, aproximadamente, 780 m², considerando também as adaptações em pavimentos atípicos. O ritmo de concretagem pretendido pela obra foi de 3 lajes por mês.

O principal objetivo do estudo é demonstrar os benefícios do uso do sistema de forma pronta industrializada fora do canteiro de obras através da demonstração prática do método e como ele influenciou o processo construtivo e de qualidade dessa empresa, além da apresentação de dados financeiros relativos ao material utilizado.

4.2 O ESTUDO DE CASO

O edifício objeto desse estudo utilizou o sistema de fôrma pronta para confecção dos pilares, vigas, lajes e escoramentos da obra, extinguindo a necessidade da produção de carpintaria no canteiro, havendo apenas a necessidade de uma equipe de montagem para instalação da forma dos elementos a serem concretados. Para isso, todos os projetos necessários (locação, verificação, corte transversal, planta de eixos, escoramentos) foram desenvolvidos previamente junto à industrialização da forma em fábrica, para que o sistema fosse entregue de maneira completa e facilitada à construtora.

O material utilizado na confecção da fôrma pronta foi a chapa de compensado plastificada de 18 mm, com garantia, pela fornecedora, de 20 usos, tendo necessidade de fazer o rebatimento da chapa ao alcançar a metade das suas utilizações.

O uso do desmoldante anteriormente à montagem dos painéis dos pilares, vigas e lajes foi essencial para manter a boa qualidade das chapas de compensado, além do cuidado no momento da desfôrma, fazendo uso de uma cunha e cordas para evitar a queda do material no piso. Para o transporte vertical do material, a obra fez uso de um guincho, sendo necessária uma maior atenção na amarração da fôrma durante esse processo.

O transporte da indústria de fôrmas até a obra foi feito por meio de um caminhão com munck instalado (guindauto), sendo descarregado e armazenado no almoxarifado reservado exclusivamente para a forma estrutural da obra, mantendo a separação por elementos estruturais.

As imagens 18, 19 e 20 ilustram, de forma prática, o projeto de cada um dos elementos que compõe o sistema de forma pronta desta obra, contemplando os pilares, vigas, lajes e escoramentos do presente estudo, de forma a mostrar a abrangência e facilidade que este método traz à obra.

Fonte: O Autor (2024)

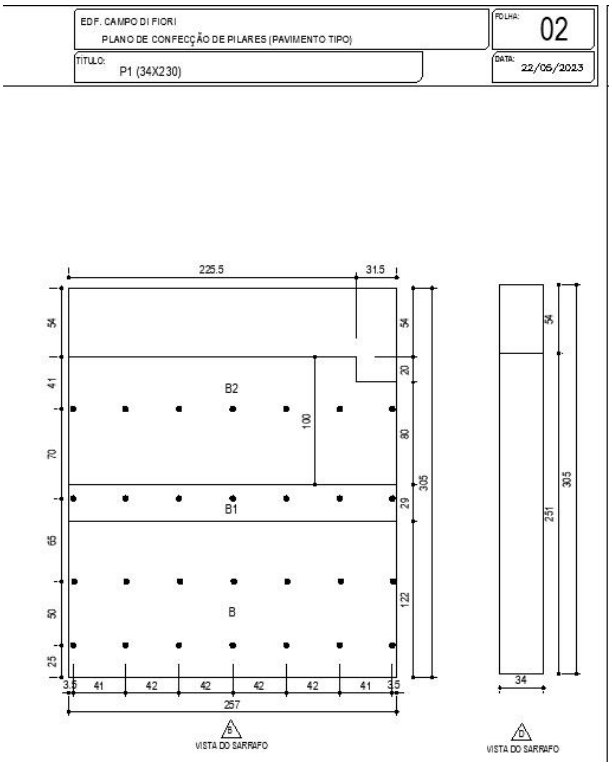


Figura 18 - Projeto de forma pronta de pilares da obra.

Fonte: O Autor (2024)

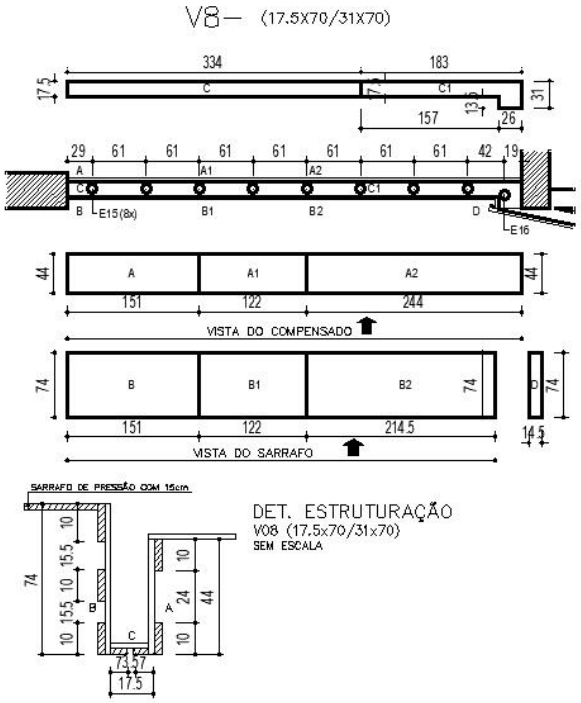


Figura 19 - Projeto de forma pronta de vigas da obra.

Fonte: O Autor (2024)

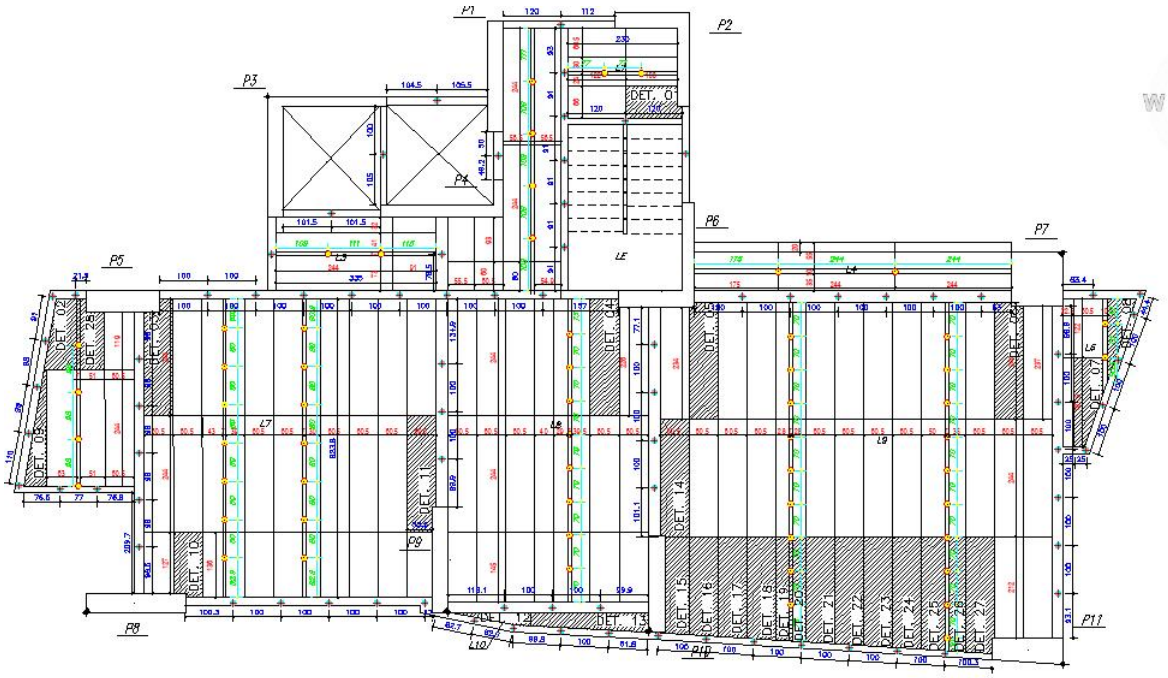


Figura 20 - Projeto de forma pronta de assoalho da obra.

Também podemos ver, na prática, através das figuras 21 e 22, a aplicação deste sistema de forma pronta no canteiro de obra, através da instalação dos painéis de pilares, vigas e assoalho e dos escoramentos de madeira (cavaletes) de maneira prática e seguindo, em conformidade, todos os projetos desenvolvidos. Podemos notar que o sistema funciona como um “quebra-cabeça”, de forma que pode-se encaixar, facilmente, todos os elementos que compõe a forma que irá receber o concreto, o que torna este serviço muito eficaz e produtivo na execução da estrutura de uma edficação.

Fonte: O Autor (2024)

Figura 21 - Fôrma pronta de pilar executada em obra.

Fonte: O Autor (2024)

Figura 22 - Fôrma pronta de viga e escoramentos executados em obra.

Pode-se notar toda a praticidade que o método da forma pronta produzido em indústria leva para dentro do canteiro de obras e para as empresas do ramo da construção civil, também foi possível notar a redução no quantitativo de materiais utilizados (chapas de compensado e madeira), devido a diminuição na perda durante a produção deles. Além disso, há uma considerável redução no custo da mão de obra para produção desses elementos, trazendo consigo maior qualidade e padronização no processo industrial.

A tabela 4 demonstra o estudo do comparativo baseado em valores previstos de custos entre a produção da fôrma dentro de um canteiro de obras e o uso do sistema de fôrma pronta produzido num centro industrial, sendo expresso, em valores, as vantagens da utilização do sistema de forma pronta para uma obra. O tempo de produção da fôrma na indústria, durou cerca de 45 dias úteis, contabilizando projeto e execução do material.

Foram considerados, nos materiais, o índice de perdas de 20% dentro do canteiro de obras, tendo em vista que nas centrais de fôrma pronta existe o projeto executivo para tal, o que racionaliza o desperdício que comumente é tido em obra. Na mão de obra, temos uma redução de cerca de 17% em relação às executadas nos canteiros, pois além da especialização dela, se utilizam equipamentos

adequados para a fabricação das fôrmas, tais como: desengrosso, desempeno, serra de fita, esquadrejadeira, central de demarcação (identificação).

Além disso, esse sistema propicia uma fôrma de melhor qualidade, pois teremos as identificações adequadas conforme projeto, aparelhamento e bitolamento das mesmas, bem como uma estruturação/projeto técnico adequado para o desempenho das fôrmas nos canteiros de obras.

Tabela 4 - Comparativo forma em obra x Sistema de Forma Pronta.

Item	Fôrma produzida no canteiro de obras	Fôrma pronta produzida na indústria	Diferença de custo
Chapa de compensado plastificada de 18 mm	R$ 237.600,00	R$ 198.000,00	(R$ 39.600,00)
Madeira de Pinus serrada e bitolada	R$ 146.862,00	R$ 122.385,00	(R$ 24.477,00)
Mão de obra para produção da fôrma	R$ 80.100,00	R$ 66.750,00	(R$ 13.350,00)
		Redução Total	(R$ 77.427,00)

Fonte: O Autor (2024)

Tendo em vista que a estrutura representa cerca de 20% do custo total de uma obra de construção civil e a fôrma para elementos estruturais representa por volta de 40% da parte estrutural (FASTANGE, 2018), a expressão total do custo da fôrma em uma obra é cerca de 8%, portanto, se levarmos em consideração o estudo feito, podemos notar uma economia de quase 2% do custo total de uma obra ao fazer a utilização do sistema de forma pronta de madeiras.

5 CONCLUSÃO

Diante do processo executivo apresentado no presente trabalho, é esperado que a execução da fôrma pronta de madeira na construção civil seja mais eficiente, limpa e vantajosa com relação à fabricação desse sistema in loco no canteiro de obras, visto que tem sua qualidade garantida pelas normas técnicas e especificações dos materiais utilizados, além de ser planejada de forma a ter o máximo de reaproveitamento em todos os pavimentos e áreas de uma edificação.

Além disso, a utilização desse método gera uma maior produtividade nessa etapa da obra, trazendo consigo, também uma maior organização no canteiro,

evitando o acúmulo e desperdício de materiais, o que torna uma obra mais limpa e planejada, através da sistematização de processos, incluindo a produção de fôrma.

Um resultado interessante aparece na análise de custos do sistema de fôrma pronta quando comparado ao sistema tradicional de fabricação em obras por meio de uma equipe de carpintaria, podendo se notar uma considerável redução no custo total de produção do material e uma diminuição também na necessidade da contratação de mão de obra para este serviço no canteiro.

Esse estudo também serve como fonte para estudos futuros nesse tema tão importante, onde poderão ser analisados novos cenários com evoluções de tecnologia, além da utilização de materiais distintos para a fôrma dos elementos estruturais, podendo também ser feita uma análise econômica dos materiais para futuras aplicações.

REFERÊNCIAS

ABIMCI. Associação Brasileira de Madeira Processada Mecanicamente. **Programa Nacional de Qualidade da Madeira.** 2022.

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 14724, **Informação e documentação – Trabalhos acadêmicos - Apresentação.** 2011

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 6023, **Informação e documentação – Referências – Elaboração.** 2002

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 6024, **Informação e documentação – Numeração progressiva das seções de um documento escrito - Apresentação.** 2003

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 6027, **Informação e documentação – Sumário – Apresentação.** 2003

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. BR 6028, I**nformação e documentação – Resumo – Procedimento.** 2003

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 6034, **Informação e documentação – Índice – Apresentação.** 2003

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 10520, **Informação e documentação – Citações em documentos – Apresentação.** 2011

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 12225, **Informação e documentação – Lombada – Apresentação.** 2011

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 15696, **Fôrmas e Escoramentos para Estruturas de Concreto – Projeto, Dimensionamento e Procedimentos Executivos.** 2009

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 7190, **Projeto de Estruturas de Madeira.** 1997

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.

DTC - TECNOLOGIA DE PRODUÇÃO. **Produção de Estrutura.** 1. Ed. São Paulo. Construtora Encol, 1998.

FASTENGE FUNDAÇÕES. **Custos das Etapas na Construção.** Disponível em <https://www.fastenge.com.br/custos-das-etapas-na-construcao/>

JURAN, J. M.; **Planejamento para a Qualidade**; 2ª Ed. São Paulo: Pioneira. 1992.

LERROY MERLIN (2024) – **Catálogo de Madeiras Serradas.** Disponível em <https://www.leroymerlin.com.br/madeiras-serradas-sarrafos> Acesso em: 15 jan. 2024.

NAZAR, N. **Fôrmas e escoramentos para Edifício: critérios para dimensionamento e escolha do sistema.** 1. Ed. São Paulo: Pini, 2007. Disponível em <http://www.openvix.com.br/#/quickjet> Acesso em: 10 jan. 2024.

PETROSKI, Henry. **The Evolution of Useful Things.** 1st Vintage Books ed. New York. 1994.

PRATA, José Guilherme. **Processo de Fabricação de Compensado.** 23f, Curitiba. 2006.
Disponível em <http://www.madeira.ufpr.br/disciplinasprata/COMPENSADO.pdf> Acesso em: 12 fev. 2024.

REZENDE, R. B. **Uma visão sobre o uso de fôrmas e escoramentos em cidades de grande, médio e pequeno porte do Brasil central e as novas diretrizes normativas**. Uberlândia: Universidade Federal de Uberlândia, 2010.

SALGADO, J.C.P. **Técnicas e práticas construtivas: da implantação ao acabamento.** 1. ed. São Paulo. 2014

SILVA, Ana Caroline Nascimento; FREITAS, Elisandra Vieira; MIRANDA, Luan Danierik Silva. **Análise do uso das fôrmas de madeira em estruturas de concreto armado.** 2022. 17f – Faculdade AGES, Jacobina, Bahia, 2022.