

COMPARATIVO ENTRE O MÉTODO CONSTRUTIVO PAREDE MODULAR DE CONCRETO ARMADO PRÉ-MOLDADO E ALVENARIA CONVENCIONAL

RONIELL WILKER DE SOUSA SEPULVEDA¹, JOEL JUNIO GONÇALVES RONDON², LUIZ SOARES CORREIA³

¹Graduando no curso de Engenharia Civil, Universidade Paulista, Brasília-DF, roniellwilker@gmail.com;

²Graduando no curso de Engenharia Civil, Universidade Paulista, Brasília-DF, juniogrdon@gmail.com;

³MSc. em Transportes, PPGT/UNB, Orientador, Prof. Adj. Engenharia, Universidade Paulista, Brasília-DF, luiz.correia@docente.unip.br;

Apresentado no
Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia – CONTECC
04 a 06 de outubro de 2022

RESUMO: Como um padrão no Brasil, a alvenaria convencional é o meio mais popular nas construções pelo fato de possuir muita mão de obra qualificada nesse meio, o aumento no mercado está exigindo na construção civil mais produtividade e processos mais simples para construções de edificações. Pensando em mais produtividade, há maneiras de alcançar esse objetivo utilizando outros métodos construtivos, assim como o método das paredes modulares pré-moldadas em concreto. No Brasil possui a norma ABNT NBR 16475/2017 onde estabelece os procedimentos e os requisitos a serem seguidos no dimensionamento e execução desses painéis modulares. Esse trabalho apresenta resultados com a realização de dois dimensionamentos de um sobrado com: o método construtivo de paredes modulares de concreto armado e a alvenaria convencional, com o objetivo de apresentar, ao final, o comparativo em relação as produtividades, custos e diferenças entre os métodos.

PALAVRAS-CHAVE: Parede de concreto, método construtivo, alvenaria convencional, parede modular e pré-moldados.

COMPARATIVE BETWEEN THE MODULAR CONSTRUCTION METHOD OF PRECAST REINFORCED CONCRETE WALL AND CONVENTIONAL MASONRY

ABSTRACT: As a standard in Brazil, conventional masonry is the most popular medium in construction because it has a lot of skilled labor in this environment, the increase in the market is requiring in civil construction more productivity and simpler processes for building constructions. Thinking about more productivity, there are ways to achieve this goal using other construction methods, as well as the method of modular walls precast in concrete. In Brazil it has the ABNT NBR 16475:2017 standard where it establishes the procedures and requirements to be followed in the design and execution of these modular panels. This work presents results with the realization of two dimensions of a house with: the constructive method of modular reinforced concrete walls and conventional masonry, with the objective of presenting, at the end, the comparison in relation to the productivity, costs and differences between the methods.

KEYWORDS: Concrete Wall, Construction Method, Conventional Masonry, Modular and Precast Wall.

INTRODUÇÃO

A engenharia civil vem ganhando cada vez mais força no desenvolvimento de tecnologias, automação e de industrialização, onde as construtoras vem buscando mais conhecimento em outros métodos construtivos que podem trazer mais produtividade e qualidade nas construções de edificações, com isso procuramos mais eficiência de construir, no qual garante um bom benefício econômico-financeiro para todos os profissionais envolvidos na área da construção civil.

No Brasil, o maior recurso que podemos encontrar é a mão de obra para execução de obras, onde possui o maior porcentual do custo total de uma obra, onde podemos concluir que a força de trabalho é a base da construção civil. Dessa maneira deve existir uma limitação de prever

comportamentos que podem estar atrapalhando e interferindo na produtividade da obra devido a constante trabalho e impedindo que a obra termine em menos tempo.

No dimensionamento de estruturas pré-moldadas, levamos várias condições, situações e processos de execução correspondentes às fases de formas na desmoldagem, armazenamento, transporte e montagem onde pode acontecer alguns imprevistos desfavoráveis existentes. Na montagem precisa-se realizar as ligações entre os elementos, sendo esse uma das principais partes na hora do dimensionamento desse método construtivo de painéis pré-moldadas em concreto armado.

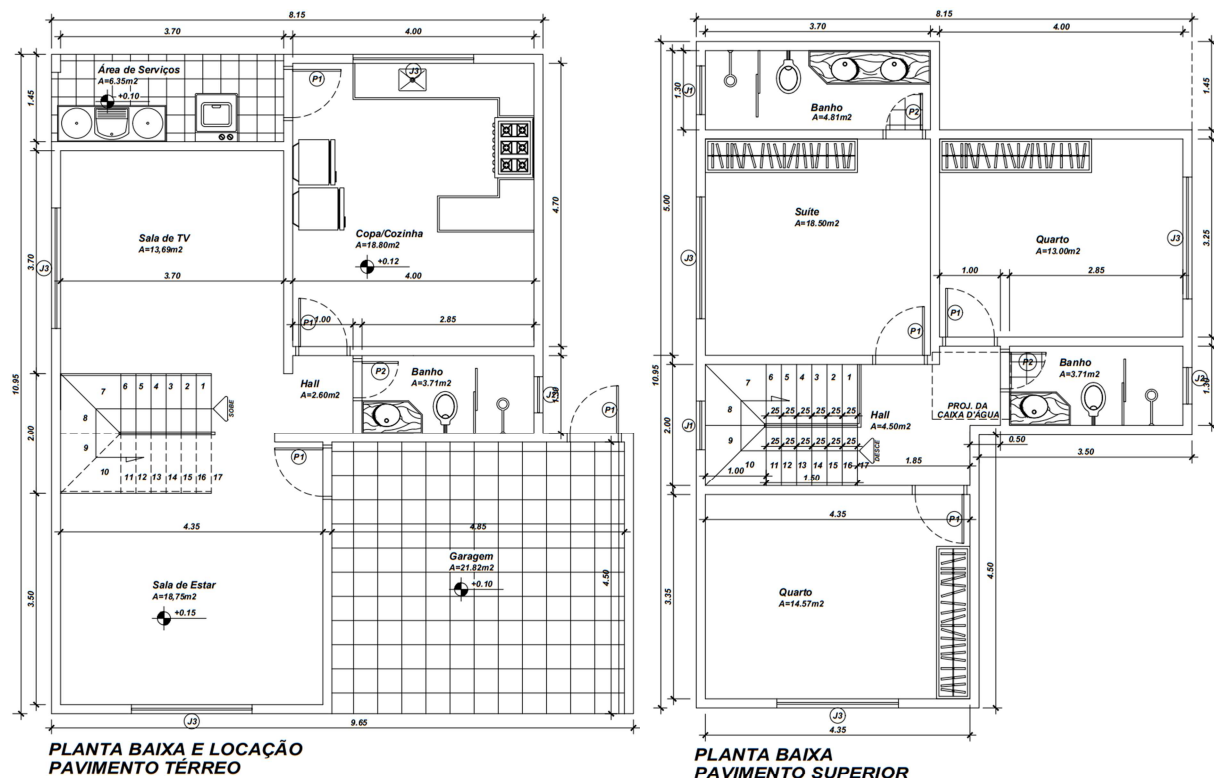
Utilizando o método construtivo de painéis pré-moldadas em concreto é muito comum acontecer uma obra com muitas patologias caso não seja bem executada e projetada, esse é um ponto em que precisa ter bastante atenção para ter uma obra sem manifestações de patologias, uma das grandes preocupações é a possibilidade de fissuração devido possuir estrutura muito rígida, pois é uma estrutura que gera muitas tensões quando sujeita as deformações, como a retração.

Desta forma, esse trabalho tem como objetivo apresentar um estudo de caso sobre um sobrado para identificarmos qual dos métodos construtivos possui uma melhor produtividade e custo-benefício a fim de avaliar todos os processos de planejamento em relação a produtividade e custos.

MATERIAL E MÉTODOS

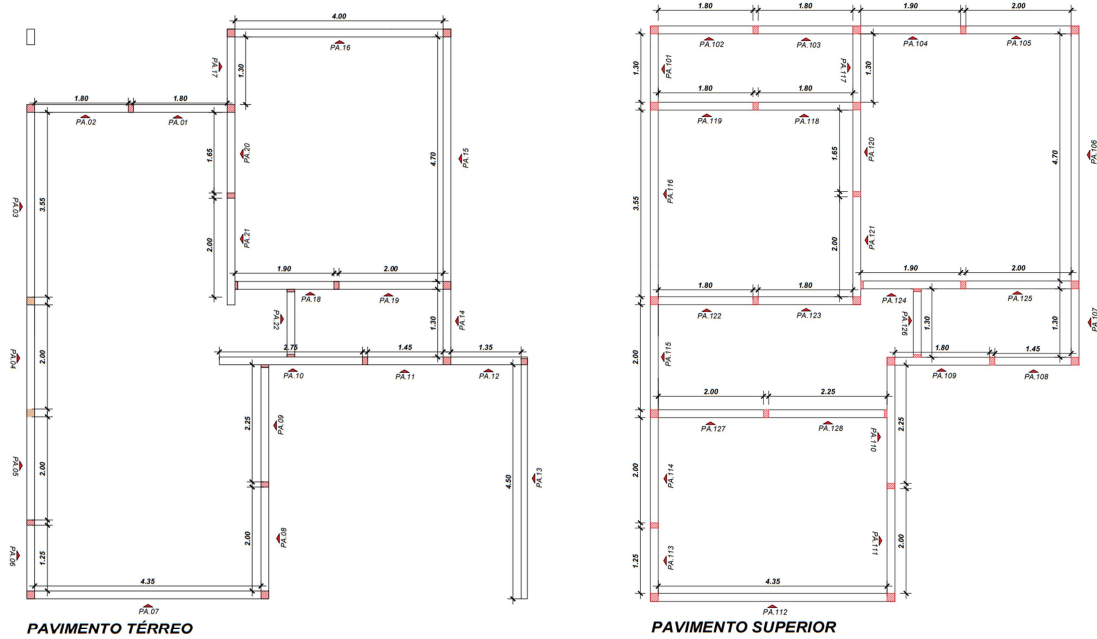
A área de estudo compreende a construção de um sobrado, onde a área total de projeto é de 158m², sendo a construção apenas da parte estrutural, e assim não possuindo parte de acabamento nos comparativos entre os métodos.

Figura 1. Planta baixa arquitetônica



Neste trabalho, foi realizado dois tipos de dimensionamentos estruturais do projeto apresentado (Figura 1), utilizando a ABNT NBR 16475:2017 - Painéis de parede de concreto pré-moldado, para a realização do dimensionamento do método construtivo de parede modular de concreto armado pré-moldada e a NBR 6118:2014 - Projeto de estruturas de concreto, utilizada para o dimensionamento do método construtivo alvenaria convencional.

Figura 2. Planta de montagem dos painéis pré-moldados



Na Figura 02 mostra que possuímos um total de 50 painéis pré-moldados de concreto a serem dimensionadas para atender os esforços solicitantes para cada painel modular, com isso, devemos levar em consideração alguns parâmetros na hora do dimensionamento, como o índice de esbeltez do painel, carregamentos, excentricidades que prevê os comportamentos não usuais e as ligações entre os painéis.

As formas utilizadas para realização dos painéis modulares são estruturas temporárias que devem ser construídas de forma a garantir sua integridade durante o processo de concretagem, pois suas principais funções são: dar forma ao concreto, garantir à sua superfície a textura necessária e sustentá-lo até que adquira força de resistência suficiente. As formas são muito importantes, pois determinam a qualidade da peça e a otimização do processo de produção de elementos pré-fabricados, bem como a velocidade de montagem, sendo utilizado nos dois métodos construtivos.

As resistências para manuseio e desforma devem estar previstas no projeto estrutural, que segue normas técnicas nacionais e internacionais relacionadas à segurança, à qualidade e à sustentabilidade. A resistência deve ser comprovada com base em ensaios de resistência à compressão do concreto para as idades de manuseio e desforma definidas. Se isso não for feito, as peças podem não resistir aos esforços iniciais, sofrendo não apenas danos estéticos, mas estruturais.

O tipo de transporte para os painéis modulares depende de dois fatores importantes, do peso e o tamanho dos painéis, onde pode ser transportada na horizontal ou nas verticais dependendo sempre do tamanho de cada unidade e do veículo de transporte, verificando se o veículo está no estado ideal para fazer esse transporte e se suporta o peso dos painéis, já na alvenaria convencional, possui tijolos onde não há preocupação relacionadas ao transporte.

Conforme a NBR 9062:2017, as peças pré-moldadas devem ser içadas e manuseadas através de máquinas, equipamentos e acessórios adequados em pontos de suspensão localizados nos elementos de concreto, que foram definidos de acordo com o projeto, de modo a evitar choques e movimentos bruscos. Dessa forma, geralmente, são utilizados equipamentos de apoio ao içamento e montagem tais como guias, guindastes, caminhões Munck, entre outros.

O papel das ligações dos pré-moldados é de conectá-las de forma a garanti-las que ele resista a todos os esforços atuantes, inclusive ações indiretas causadas pela retração, fluência, dilatação térmica etc. Com isso é muito importante que o projetista possua conhecimento para compreender o fluxo de forças e a interação entre os elementos de ligações, onde diferente das ligações dos painéis modulares, a alvenaria possui suas ligações estruturais entre vigas, pilares e fundação.

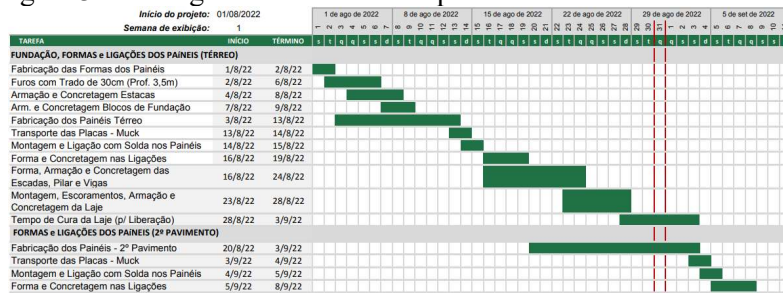
Levando todos os parâmetros para o dimensionamento do método de painéis modulares pré-moldados de concreto e o dimensionamento para alvenaria convencional, coletamos todas as informações de custo de concreto, armação, maquinário, mão de obra, e verificando a produtividade e eficiência para elaboração de um comparativo entre os métodos construtivos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Através dos dimensionamentos realizados, conseguimos obter os resultados de produtividade e custos dos métodos construtivos, conseguindo fazer a realização dos comparativos entre os métodos.

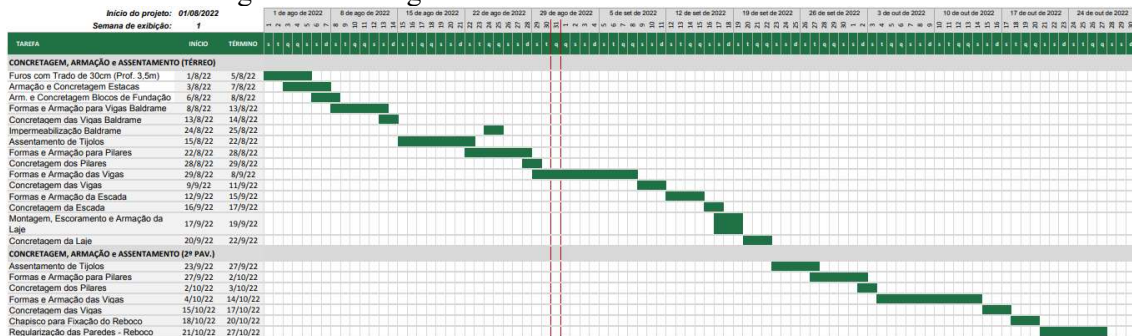
Para elaboração dos cronogramas da obra para o método construtivo painéis modulares (Figura 3), precisa levar em consideração o total de pessoas que irão trabalhar na obra e considerando todos os processos de serviços e principalmente a desforma dos painéis, onde de acordo com THE CONSTRUCTOR (2021) estima-se que em torno de 3 dias a resistência do concreto fique com 40% da resistência final no processo de cura, segundo El Debs (2017) não recomenda-se realizar a desforma quando a resistência do concreto for inferior a 10MPa, sendo que a resistência do concreto utilizado em projeto é de 25MPa, como possuímos no projeto com um total de 50 paredes pré-moldadas e tendo um total de 6 formas de madeira para fabricação dos painéis, e a cada 3 dias deforma-las, conseguimos uma média de 25 dias apenas para confecção de todos os painéis modulares de concreto, sendo possível agilizar o processo de cura, como: usar cimento de Alta Resistência Inicial (cimento ARI), aumentar a temperatura e utilização de aditivos no concreto.

Figura 3. Cronograma do método de painéis modulares de Concreto.



Para elaboração do cronograma de alvenaria convencional, temos que levar em consideração todos os processos de serviços, desde o furo da fundação, concretagem, pilares, vigas, assentamento dos tijolos, chapisco e por fim o reboco para regularização das paredes, como as paredes de concreto já possui o acabamento das paredes deixando-as niveladas por conta da forma, consideramos o reboco no cronograma e no orçamento.

Figura 4. Cronograma do método de alvenaria convencional.



Assim como no cronograma, foi realizado um levantamento dos colaboradores necessários para realização da construção do sobrado, havendo uma diferença entre os métodos na questão de dias trabalhados e nas funções, onde para painéis modulares necessita de profissionais diferentes da alvenaria convencional, com isso na Tabela 1 possui o custo de mão de obra dos métodos.

Tabela 1. Diferença do custo da mão de obra entre os métodos construtivos.

Colaboradores para Alvenaria Convencional				
Função	Qtd.	Diária	Dias Trabalho	Valor Total
Encarregado	1	R\$ 230,00	100	R\$ 23.000,00
Pedreiro	3	R\$ 180,00	100	R\$ 54.000,00
Ajudante	1	R\$ 110,00	100	R\$ 11.000,00
Carpinteiro (Formas)	1	R\$ 195,00	54	R\$ 10.530,00
Armador	2	R\$ 180,00	54	R\$ 19.440,00
R\$94.970,00				

Colaboradores para Paredes Modulares Pré-Moldadas				
Função	Qtd.	Diária	Dias Trabalho	Valor Total
Encarregado	1	R\$ 230,00	41	R\$ 9.430,00
Pedreiro	3	R\$ 180,00	41	R\$ 22.140,00
Ajudante	1	R\$ 110,00	41	R\$ 4.510,00
Armador (Fundação)	2	R\$ 180,00	9	R\$ 3.240,00
Carpinteiro (Formas)	1	R\$ 195,00	9	R\$ 1.755,00
Soldador (Ligações)	1	R\$ 180,00	7	R\$ 1.260,00
R\$ 42.335,00				

Através do dimensionamento realizado foi realizado um levantamento de todo material utilizado para a construção do sobrado, para os dois métodos construtivos, na Tabela 2 mostra a diferença entre os custos de cada método construtivo, levanto em consideração todos os parâmetros necessários para a construção apenas da parte estrutural, sendo da fundação até o 2º pavimento do sobrado, não sendo calculado os valores de acabamento por ser o mesmo valor para ambos métodos construtivos, possuindo diferenças apenas em caso no método de painéis de concreto possuir retração causando fissuração e outras patologia no método construtivo caso não for bem executado, podendo trazer algumas dificuldades no acabamento, como fissuras em cerâmica, parede e etc.

Tabela 2. Diferença de custos entre os métodos construtivos de material e maquinário, sendo apenas da estrutura, não havendo acabamento.

Paredes modulares pré-moldadas			Alvenaria Convencional		
Itens	Valores	%	Itens	Valores	%
Armação (Telas)	R\$ 10.654,18	17,1%	Armação	R\$ 11.741,59	18,8%
Concreto 25MPa	R\$ 20.438,96	32,4%	Concreto 25MPa	R\$ 13.247,89	21,3%
Laje Pré-moldada	R\$ 12.844,61	20,6%	Laje Pré-moldada	R\$ 12.844,61	20,6%
Formas	R\$ 17.007,97	27,3%	Formas	R\$ 7.170,35	11,5%
Tijolos	R\$ -	0%	Tijolos	R\$ 8.257,13	13,2%
Máquinas	R\$ 1.170,00	1,9%	Máquinas	R\$ -	0%
Desmoldante	R\$ 470,00	0,8%	Desmoldante	R\$ -	0%
Chapisco, Reboco e Assent. Tijolo	R\$ -	0%	Chapisco, Reboco e Assent. Tijolo	R\$ 5.240,06	8,4%
Total: R\$ 62.338,92			Total: R\$ 58.501,63		

CONCLUSÃO

Analisando os resultados dos dimensionamentos realizados, pode-se ressaltar que a produtividade e eficiência, nos processos construtivos são diferentes, portanto, através dos cronogramas dos métodos construtivos nas Figura 03 e Figura 04 concluímos que para os painéis modulares é estimado uma média de 39 dias para conclusão da parte estrutural, desde a fundação à finalização do 2º pavimento. Já para a alvenaria convencional foi estimado uma média de 91 dias para conclusão estrutural, uma diferença de 233% no tempo de execução.

Analisando com todos os custos dos métodos, através da Tabela 1, o custo-benefício entre os métodos em relação a material e maquinarias, o método construtivo de parede de concreto fica cerca de 6,6% mais caro do que a alvenaria convencional, já em relação a mão de obra, o método construtivo alvenaria convencional fica 224% mais caro do que o método de parede modular de concreto.

Conseguimos concluir que o método construtivo de painéis modulares pré-moldada possui menos processos para sua execução, possibilitando a conclusão da obra mais rápida e mais eficiente, ficando um pouco mais caro em relação a mão de obra e maquinário, porém na mão de obra por ser mais barato, compensa no material e maquinário mais caro, tendo uma diferença juntando material e mão de obra, cerca de 52% mais barato no método construtivo de painéis modulares.

Portanto, concluímos que o método construtivo modular de parede de concreto é mais eficiente que a alvenaria convencional, possuindo menos processos, mão de obra, menos tempo de execução, porém no Brasil não possui mão de obra especializada para esse método construtivo e é pouco conhecido entre as construtoras, possuindo problemas de má execução, podendo causar patologias e precisando de mais mão de obra para saná-las, causando atrasos no cronograma geral da obra.

AGRADECIMENTOS

A todos que contribuíram para realização desse trabalho.

REFERÊNCIAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Painéis de parede de concreto pré-moldado – requisitos e procedimentos. NBR 16475. Rio de Janeiro, 2017.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Projeto e execução de obras de concreto armado. NBR 6118. Rio de Janeiro, 2014.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Projeto e execução de estruturas de concreto pré-moldado. NBR 9062. Rio de Janeiro, 2017.
- THE CONSTRUCTOR. Concrete Compressive Strength Variation with Time. 2021. Disponível em: <http://www.clubedoconcreto.com.br/2013/10/por-que-testar-resistencia-do-concreto.html>. Acesso em: 15 de agosto de 2022.
- El Debs, M. K. Concreto pré-moldado fundamentos e aplicações. Oficina de textos, 1.ed., p.45-50, 2017.