

**PAREDES PRÉ-FABRICADAS EM CONJUNTO HABITACIONAL:
estudo da viabilidade no uso de inovação**

JONAS P. ZUCCONI¹, LUIZ GUSTAVO LINO², WELLYNTON L. COSSOLINO³, RONALD SAVOI⁴

¹ Graduando em Engenharia Civil, UNIFAE, Campus São João da Boa Vista, jonas.zucconi@gmail.com.

² Graduando em Engenharia Civil, UNIFAE, Campus São João da Boa Vista, Gustavo.lino95@gmail.com.

³ Graduando em Engenharia Civil, UNIFAE, Campus São João da Boa Vista, wcosolino@gmail.com.

⁴ Graduado em Engenharia Civil, USP, Campus São Carlos, 1988. Mestre em Geotecnia, USP, Campus São Carlos, 1993 savoi@fae.br.

Apresentado no
4º Congresso de Pós-Graduação do IFSP
27e28 de novembro de 2019- Sorocaba-SP, Brasil

RESUMO: O propósito desta pesquisa é analisar a viabilidade de se substituir a alvenaria convencional por concreto pré-fabricado industrializado, desta forma, minimizando a geração de resíduos e tornando o canteiro de obras mais organizado e sustentável. Primeiramente foi desenvolvido um estudo teórico sobre o assunto para a formação de conceitos que servirão para a concepção dos pré-fabricados. Depois foi adquirido experiência prática com visitas a obras semelhantes e empresas especializadas no ramo para auxiliar nas análises necessárias para esse projeto. Por último foram analisados os elementos, levando em consideração as características construtivas, como produção, manuseio, transporte e montagem, listando-se vantagens e desvantagens em comparação com o outro processo executivo. Foi concluído que essa tecnologia se torna viável na questão de tempo, porém com custo maior que a parede comum.

PALAVRAS-CHAVE: Concreto pré-fabricado; Conjunto habitacional; Construção civil; Engenharia; Inovação; Sustentabilidade.

**PRE MANUFACTURED WALLS IN HOUSING COMPLEX:
feasibility study in the use of innovation**

ABSTRACT: The purpose of this research is to analyze the feasibility of replacing a conventional masonry with industrialized pre manufactured concrete, thus minimizing the generation of rubbish and rendering the construction site as organized and sustainable place. Firstly a theoretical study was developed about this subject in order to generate the concepts that will serve for the pre manufactured conception. Afterwards, practice experience was gained by visiting similar works and specialized companies to support the necessary analysis required for this project. Finally, the elements were analyzed, taking into consideration the constructive characteristics, such as production, handling, transportation and assembly, listing the advantages and disadvantages compared to another executive process. Concluded that this technology becomes viable in the matter of time, but with a highest cost in comparison with conventional wall.

KEYWORDS: Pre Manufactured Concrete; Housing Complex; Civil Construction; Engineering; Innovation; Sustainability.

INTRODUÇÃO

A construção civil é responsável por grande parte da economia do país e tem passado por um constante crescimento com o aumento da urbanização, além da alta geração de resíduos e acidentes de trabalho. A procura por construções modernas, melhores planejadas, com redução de erros, tempo e custo trazem a necessidade de uma alternativa diferente. Com esta tendência surgem novas tecnologias e sistemas. “Revolução é deixar o tijolo a tijolo e subir uma obra parede a parede.” Sudeste (2019).

Esta área ainda é considerada como extremamente artesanal e atrasada comparado a outros ramos industriais, por isso o intuito desse estudo é eliminar o preconceito por novos processos de construção, mostrando que existem formas mais rápidas e sustentáveis, que a longo prazo podem ser vantajosas para o

investidor, pois existe maior controle de qualidade, ganhos na alta produtividade, redução de desperdícios e também podem evitar acidentes, além de muitos outros benefícios.

O principal objetivo desta pesquisa é mostrar um dos vários métodos construtivos de paredes, listando-se suas vantagens e desvantagens, principalmente na questão da qualidade, sustentabilidade, tempo e custo, quando comparado a alvenaria convencional (artesanal) feita por tijolo, como é o caso, ou bloco. Para isso foi realizado um estudo teórico sobre o assunto com referências bibliográficas, depois foi feito um estudo prático com visitas a obras semelhantes e empresas especializadas, e por último foram analisados os elementos pré-fabricados e escolhido o que melhor se adequa a este tipo de projeto.

MATERIAL E MÉTODOS

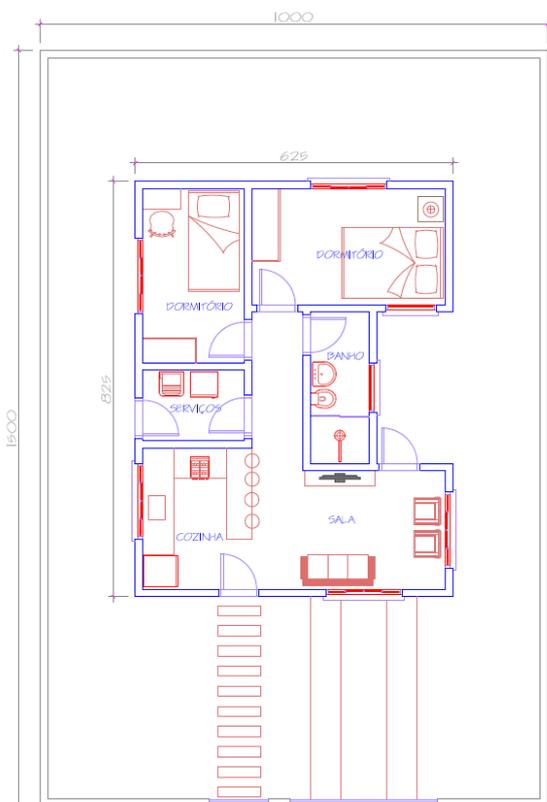
As construções são diferenciadas pelo seu local: rural, urbano ou outro; tipologia de uso: comercial, residencial e industrial; tempo: permanente, semipermanente ou temporário; porte: grande, médio e pequeno; processo de acordo com níveis de industrialização e material: madeira, tijolo, concreto etc. A diferença envolve o grau de industrialização. Segundo Teixeira (2012).

“A construção civil tem sido considerada uma indústria atrasada quando comparada a outros ramos industriais. A razão de assim considerá-la é baseada no fato de ela apresentar, de maneira geral, baixa produtividade, grande desperdício de materiais, morosidade e baixo controle de qualidade. Uma das formas de buscar a redução de atraso é com técnicas associadas à utilização de elementos pré-moldados de concreto.” Conforme El Debs (2017).

O projeto de uma casa, tendo em vista o método de construção com estrutura pré-fabricada, deve-se atentar a racionalização e padronização das peças, assim, interferindo diretamente na diminuição dos valores finais, pois tem-se a otimização de fabricação, que resulta diretamente no aumento da qualidade das peças e diminuição do tempo de fabricação, facilitando também o transporte e a montagem *in loco*.

De acordo com Rosso (1966) *apud* Mamede (2001, p.15), a padronização pode ser definida como: “A aplicação de normas a um ciclo de produção ou a um setor industrial completo com objetivo de estabilizar o produto ou o processo de produção”. Determinada para os elementos em conciliação com consumidores e fabricantes, permitindo substituições de um produto por outro de procedência diferente, porém com as mesmas características.

“Racionalização da construção é o processo dinâmico que torna possível a otimização do uso dos recursos humanos, materiais, organizacionais, tecnológicos e financeiros, visando atingir objetivos fixados nos planos de desenvolvimento de cada país e de acordo com a realidade socioeconômica própria.” Afirma Sabbatini (1978, p.67).



Neste caso foi utilizado um projeto de uma casa de 47 m² padrão médio baixo conforme programa Minha Casa Minha Vida, e um terreno fictício de 150 m², com possibilidade de reforma e ampliação. Focando no levantamento das paredes, pois o restante da obra, como preparação do terreno, construção do telhado, assentamento de pisos, portas, janelas e pintura; não difere de um método para outro.

O processo de pré-fabricação é o método que os elementos são produzidos industrialmente, em instalações permanentes regulamentados para este fim, assim garantindo a qualidade, com equipamentos e dispositivos específicos como bancadas com esteiras, moldes térmicos, controladores lógicos programados, sistema de cura, além de mão de obra treinada e especializada.

Figura 1: Planta baixa utilizada para o projeto.

PAREDE DUPLA



Figura 2: Parede dupla de concreto pré-fabricado, Sudeste (2019)

Os projetos podem variar de acordo com o desenvolvimento arquitetônico, porém a indústria precisa atender aos itens dispostos pela NBR 9062 (2017) - Projeto e execução de estruturas de concreto pré-moldado. Além disso existe a Norma de Desempenho de qualidade, NBR 575 (2015) que as grandes empresas devem atender.

El Debs (2017) também afirma que os pré-fabricados são elementos totalmente industrializados, que recebem controles rigorosos em todos os aspectos. Materiais controlados com ensaios, como agregados graúdos e miúdos, aditivos e aços, após os ensaios acontece o armazenamento da matéria prima e preparo de forma e armadura, seguida da dosagem de concreto e tempo de cura, para que possa ser feita a desmoldagem.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após análise do projeto, visita a obras e estudos sobre os elementos, foi possível compreender que o sistema de alvenaria leva muito tempo para ser executado e que as paredes duplas poderiam resolver este problema, além de oferecer outras vantagens.

Quando utilizado repetidamente, como é o caso de conjunto habitacional, prédios, ambulatórios, entre outros, se torna viável porque a repetição causada pela padronização das peças gera diversos benefícios, como agilidade de fabricação das peças constituintes, redução de custo e tempo.

Foi constatado que para um número menor que vinte casas deste tipo torna-se inviável a produção, foram usados valores de cinquenta casas para simulação orçamental. Com um número muito grande ainda pode chegar a ter uma redução no valor de dez a quinze por cento.

As paredes duplas contêm duas placas de concreto unidas através de telas e treliças com preenchimento em concreto juntamente com armadura de ligação tornando-as mais resistentes. Exercem desempenho estrutural, térmico e acústico, resistência a fogo, estanqueidade à água, atendendo as normas e regulamentos.

No caso foram usadas placas de 5cm de cada lado com mais 5cm para enchimento *in loco* dando um total de 15cm de espessura. As paredes do projeto deram um total de 103 m² já descontando os vãos das portas e janelas. Segundo a empresa Sudeste Pré-fabricados, para este projeto seria usado o valor de R\$2.500,00/m³, usou-se então o valor de 10,3m³ dando um valor de R\$25.750,00. Somando com o concreto para enchimento *in loco*, que pela tabela SINAPI (03/2019), código: 11146, tem o valor de R\$248,68/m³, multiplicado por 5,16m³ dando um valor de R\$1.284,08. Gerando assim um custo total de R\$27.102,08. Neste preço já incluso fabricação, transporte, montagem, aluguel de equipamentos, vãos de portas, janelas e tomadas, tubos, conexões e eletrodutos embutidos.

Paredes							
Parede	Largura (m)	Altura (m)	Total Alvenaria (m2)	Vãos Portas (m2)	Vãos Janelas (m2)	Total Vãos (m2)	Alvenaria c/ Desconto
P1	6,25	2,8	17,5	0	1,8	1,8	15,7
P2	1,73	2,8	4,844	1,68	1,2	2,88	1,964
P3	2	2,8	5,6	0	0	0	5,6
P4	2	2,8	5,6	0	0	0	5,6
P5	2,95	2,8	8,26	1,68	0	1,68	6,58
P6	6,25	2,8	17,5	1,68	1,8	3,48	14,02
P7	3,98	2,8	11,144	0	1,8	1,8	9,344
P8	3,98	2,8	11,144	1,68	1,8	3,48	7,664
P9	5,15	2,8	14,42	1,68 * 2	0	3,36	11,06
P10	3	2,8	8,4	1,68	0	1,68	6,72
P11	3	2,8	8,4	0	0,6	0,6	7,8
P12	2,3	2,8	6,44	0	0	0	6,44
P13	2,35	2,8	6,58	0	1,8	1,8	4,78
Total			125,832				103,272

Parede Pré-Fabricada (sem preenchimento) 0,05m + 0,05m					
Espessura (m)	Total (m ²)	Total (m ³)	Valor	Valor Total	
0,1	103,272	10,3272	R\$ 2.500,00	R\$ 25.818,00	
Concreto para enchimento 0,05m					
Espessura (m)	Total (m ²)	Total (m ³)	Código SINAPI	Valor (m ³)	Valor Total
0,05	103,272	5,1636	11146	R\$ 248,68	R\$ 1.284,08
Valor Total Pré-Fabricado					
R\$ 27.102,08					

Tabela 1: Orçamento paredes duplas de concreto pré-fabricado, segundo Sudeste (2019) e SINAPI (2019).

Para paredes de tijolo comum, foi usado 126m² de paredes, pois para alvenaria não se desconta vãos de portas e janelas menores do que 2m² por causa da mão de obra. Foi feita uma tabela orçamental para cálculo do levantamento das paredes, com chapisco e reboco, através de dados da TCPO (2010) e SINAPI (2019). Obteve-se então um valor total de R\$14.833,47. Neste valor não estão inclusos ferragens e concreto para pilares de canto e vigas de respaldo conforme exigido pelo programa minha casa minha vida, nem tubos, conexões e eletrodutos.

Espessura da Parede 10cm								
Componentes	Unidade	Consumo	Total Insumos	Código SINAPI	Unidade	Valor	Valor Total	
Argamassa	m ³	0,025	3,15					
Tijolo Comum	Un.	84	10584	7258	Un.	R\$ 0,26	R\$ 2.751,84	
Cimento	Kg	8,43	1062,18	10511	50kg (22 sacos)	R\$ 20,00	R\$ 440,00	
Saibro	m ³	0,0035	0,441	6076	m ³	R\$ 47,50	R\$ 20,95	
Areia Fina	m ³	0,0176	2,2176	366	m ³	R\$ 51,00	R\$ 113,10	
Pedreiro	Hora	1,6	201,6	4750	Hora	R\$ 16,28	R\$ 3.282,05	
Servente	Hora	1,85	233,1	6111	Hora	R\$ 12,60	R\$ 2.937,06	
							R\$ 9.544,99	
Chapisco								
Componentes	Un.	Interna	Externa	Total Insumos	Código SINAPI	Un.	Valor	Valor Total
Servente	Hora	0,05	0,05	12,6	6111	Hora	R\$ 12,60	R\$ 158,76
Areia Lavada Tipo Média	m ³	0,0061	0,0061	1,5372	370	m ³	R\$ 52,48	R\$ 80,67
Cimento Portland CP II-E-32	Kg	2,43	2,43	612,36	10511	50kg (13 sacos)	R\$ 20,00	R\$ 260,00
Mão de obra	Hora	1	1	126	6111	Hora	R\$ 6,14	R\$ 773,64
							R\$ 1.273,07	
Reboco								
Componentes	Un.	Traço		Total Insumos	Código SINAPI	Un.	Valor	Valor Total
Pedreiro	Hora	0,5	0,5	126	4750	Hora	R\$ 16,28	R\$ 2.051,28
Servente	Hora	0,54	0,54	136,08	6111	Hora	R\$ 12,60	R\$ 1.714,61
Areia Média	m ³	0,004675	0,004675	1,1781	370	m ³	R\$ 52,48	R\$ 61,83
Cal hidratada CH III	Kg	1,825	1,215	383,04	1106	Kg	R\$ 0,49	R\$ 187,69
							R\$ 4.015,40	
Valor Total Alvenaria								
R\$14.833,47								

Tabela 2: Orçamento de parede de alvenaria em tijolo comum, segundo TCPO (2010) e SINAPI (2019).

A fábrica de pré-fabricados tem capacidade de produzir quarenta metros cúbicos de concreto por dia. Uma casa do nosso projeto, demoraria em média três dias para ser produzida, levando em conta dois dias de cura das peças, em estufa com controle de temperatura e umidade. Ao total, em torno de sete dias úteis para entrega das paredes totalmente prontas, contando com a produção, transporte e montagem. Já nas paredes de alvenaria, somando as horas da tabela citada acima, gerando um total de aproximadamente vinte e três dias úteis, para uma equipe composta por dois pedreiros e três serventes.

Tempo		
	Pré-Fabricado	Alvenaria
1 casa	7 dias	23 dias

Tabela 3: Comparativo de tempo entre os dois sistemas construtivos.

CONCLUSÕES

Concluiu-se que ainda é um sistema com custo mais elevado, aproximadamente o dobro do valor, talvez por exigir alto nível industrial, porém quase três vezes mais rápido. A construção civil é responsável pela maior quantidade de resíduos no setor de produção, além disso, o canteiro de obras é um dos principais causadores de acidentes de trabalho, com esse sistema esse quadro começa a mudar, se executado de forma correta gera uma organização no canteiro que pode evitar acidentes e otimiza a utilização da matéria prima, a sustentabilidade deveria ser a maior preocupação atual da engenharia.

Além disso oferece um padrão de qualidade melhor, já que é obrigatório o cumprimento da norma de desempenho e de outras normas pela empresa, enquanto o sistema artesanal depende demais da mão de obra. É ideal para quem busca retorno imediato, podemos citar como exemplo a reconstrução de moradia para vítimas de catástrofes como ocorrido no rompimento da barragem de Brumadinho, em janeiro de 2019. Este sistema já é muito utilizado para galpões e prédios nas principais cidades do país, e tem tudo para começar a ser assim também com casas.



Gráfico 1: Análise de tempo e custo comparando sistema pré-fabricado e alvenaria comum.

REFERÊNCIAS

- ABNT, NBR 9062: Projeto e execução de estruturas de concreto pré-moldado. Rio de Janeiro, 2006.
- ABNT, NBR 575: Norma de desempenho. Rio de Janeiro, 2015.
- EL DEBS, M. K. Concreto pré-moldado: fundamentos e aplicações. São Carlos, USP, 2017.
- MAMEDE, F. C. Utilização de Pré-moldados em Edifícios de Alvenaria Estrutural. São Carlos, USP, 2001.
- ROSSO, T. Pré-fabricação, a coordenação modular: teoria e prática. São Paulo, Instituto de Engenharia, 1966.
- SABBATINI, F. Desenvolvimento de Métodos, Processos e Sistemas Construtivos - Formulação e Aplicação de uma Metodologia. USP, São Paulo, 1978.
- SINAPI, março, 2019, Disponível em: <<http://www.caixa.gov.br/poder-publico/apoio-poder-publico/sinapi/Paginas/default.aspx>> acesso em: 30/05/2019.
- SUDESTE, Pré-Fabricados. Catálogo. Americana, 2019. Disponível em: <<https://sudeste.com.br/>> acesso em: 20/05/2019.
- TCPO, 13ª Edição, Pini, 2010. Disponível em: <<http://tcpoweb.pini.com.br/>> acesso em: 21/08/2019.
- TEIXEIRA, J. L. Aula tecnologia das construções II. Faculdade de Engenharia Civil. Universidade Federal do Espírito Santo, 2012.