

Estudo da execução e viabilidade de vigas pré-moldadas em canteiro de obra com forma metálica

Study of the execution and feasibility of precast beams in metal-shaped construction site

Patrine Alexandre Paco¹

André Luís Gamino²

RESUMO

O mercado de construção civil cada vez mais busca por processos construtivos mais produtivos, com racionalização de materiais e rapidez de execução. Este trabalho versa sobre a comparação de custos no processo de execução de vigas pré-moldadas em canteiro de obra, mostrando seus benefícios como versatilidade, menor perda de materiais e tempo de execução, do ponto de vista técnico e econômico. O trabalho de conclusão de curso foi baseado no método construtivo da Construtora Reynold Ltda, cuja obra estudada neste trabalho foi o Centro de Convivência do Centro Universitário Católico Unisalesiano Auxilium, com execução entre julho de 2018 e julho de 2019 e localização na Rodovia Teotônio Vilela, em Araçatuba-SP. Houve um acompanhamento em campo do método construtivo desenvolvido pela construtora para vigas pré-moldadas no local, no qual chegou ao resultado de que 90% dos procedimentos de execução verificados apresentaram conformidade com as normas da ABNT. A viabilidade do custo de vigas em concreto pré-moldado em obra foi demonstrada através de planilha orçamentária, na qual foram levantados os quantitativos de consumo e preço de materiais baseados nas tabelas SINAP e CPOS para uma viga já dimensionada que foi utilizada na obra analisada. Este estudo também abordou a implantação de uma central de pré-moldados no canteiro de obras para a produção dos elementos e suas etapas de execução. Com esse estudo pode-se obter um resultado satisfatório de custo do método pré-moldado em relação ao pré-fabricado para execução de vigas, com uma economia de 37,3%.

¹ Acadêmico de Engenharia Civil do Centro Universitário Católico Salesiano Auxilium – Araçatuba-SP.

² Engenheiro Civil, Professor Doutor do Centro Universitário Católico Salesiano Auxilium – Araçatuba-SP. Orientador.

Palavras-Chave: Método construtivo, concreto pré-moldado, viabilidade de pré-moldado em obra, rapidez de execução.

ABSTRACT

The civil construction market is increasing the search of more productive construction processes, with rationalization of materials and speed of execution. This paper is about the cost comparison in the execution process of precast beams in construction site, showing its benefits such as versatility, less material loss and execution time, from a technical and economic point of view. The course conclusion paper was based on the constructive method of Construtora Reynold Ltda, whose studied site in this paper was the Living Center of the Catholic University Center Unisalesiano Auxilium, running between July 2018 and July 2019 and located on Teotônio Vilela Highway, in Araçatuba-SP. There was a field follow-up of the construction method developed by the construction company for precast beams on site, which resulted in the fact that 90% of the verified execution procedures complied with ABNT standards. The feasibility of the cost of precast concrete beams on site was demonstrated through a budget spreadsheet, in which the consumption and price quantities of materials based on the SINAP and CPOS tables were surveyed for an already sized beam that was used in the analyzed work. This study also addressed the implementation of a central precast plant at the construction site for the production of the elements and their stages of execution. With this study it is possible to obtain a satisfactory cost result of the precast method in relation to the prefabricated beam execution method, with an economy saving of 37,3%.

Keywords: Construction method; precast concrete; precast viability on site; speed of execution.

Introdução

O método construtivo com estruturas pré-moldadas revolucionou a construção na Europa. O uso do pré-moldado ganhou grande escala devido a necessidade da reconstrução das cidades com rapidez, após a última guerra. No Brasil, esses elementos vêm ganhando destaque em vários empreendimentos.

A grande competitividade do mercado atual, no entanto, demanda soluções que, associadas ao processo construtivo em alvenaria estrutural, melhorem a eficiência do processo, eliminando etapas construtivas, minimizando interferências entre os subsistemas e elevando a qualidade do produto final. Adotar soluções voltadas à industrialização, principalmente com a pré-moldagem, pode ser um caminho para melhorar a eficiência do processo (BRUMATTI, 2008).

As estruturas em pré-moldado além de racionais, trazem versatilidade para a obra. Segundo ÁVILA (2006),

O uso de pré-moldados permite a confecção de peças de todos os tamanhos e formatos para atender ao projeto de arquitetura, inclusive se a necessidade for por elementos de grandes dimensões. Tecnicamente, não há impedimento para utilização de pré-moldados em toda e qualquer obra, desde que haja compatibilidade com o restante da estrutura.

A construção civil busca por materiais mais baratos e é indiscutível que as estruturas pré-moldadas proporcionam economia. Trabalhos indicam que além de serem bastante viáveis do ponto de vista técnico, também é uma opção bastante econômica que garantem benefícios como rapidez, qualidade, durabilidade e planejamento para a obra.

Outro benefício que o concreto pré-moldado apresenta é o reuso de suas formas e considerável redução de desperdício, trazendo economia e sustentabilidade.

Revisão bibliográfica

Para análise da viabilidade e economia de pré-moldados estudou-se a monografia de Brumatti (2008), no qual, foi desenvolvida uma comparação de custos para um caso típico entre uma casa de dois pavimentos com as mesmas dimensões e tamanhos, com uma sistemática construtiva convencional, formada por uma alvenaria de vedação sem função estrutural e um conjunto de pilares e laje maciça plana executado “in loco”, entre uma no sistema misto de alvenaria estrutural e laje pré-moldada em canteiro de obra, sendo necessária a criação de uma central de pré-moldados. Esse resultado pode ser analisado na tabela 1 a seguir.

Tabela 1 – Comparação estrutura convencional X pré-moldado

ESTRUTURA CONVENCIONAL X PRÉ-MOLDADO - CASA A								
ITEM	DESCRIÇÃO	PRÉ-MOLDADO				CONVENCIONAL		
		UNID.	QUANT. TOTAL	PREÇO UNIT. R\$	PREÇO TOTAL R\$	QUANT. TOTAL	PREÇO UNIT. R\$	PREÇO TOTAL R\$
1	INFRA-ESTRUTURA				R\$ 5.631,90			R\$ 5.587,17
1.1	GABARITO	CASA	1,00	R\$ 284,29	R\$ 284,29	1,00	R\$ 284,29	R\$ 284,29
1.2	FÔRMA E DESFORMA							
1.2.1	FORMA RADIER	M²				7,30	R\$ 13,87	R\$ 101,25
1.2.2	FORMA EXTRA RADIER	M²	6,89	R\$ 13,87	R\$ 95,56	6,89	R\$ 13,87	R\$ 95,56
1.2.3	FORMA METÁLICA DO RADIER	CASA	0,01	R\$ 7.500,00	R\$ 82,50			
1.2.4	MÃO-DE-OBRA PARA FORMA METÁLICA RADIER	CASA	1,00	R\$ 63,48	R\$ 63,48			
1.2.5	DESFORMA	M²	14,19	R\$ 4,88	R\$ 69,25	14,19	R\$ 4,88	R\$ 69,25
1.3	ARMAÇÃO							
1.3.1	TELA LAJE PISO TÉRREO	Kg	288,00	R\$ 3,64	R\$ 1.048,32	288,00	R\$ 3,64	R\$ 1.048,32
1.3.2	TELA EXTRA RADIER	Kg	35,00	R\$ 3,64	R\$ 127,40	35,00	R\$ 3,64	R\$ 127,40
1.4	CONCRETO							
1.4.1	CONCRETO MAGRO LAJE PISO TÉRREO = 5CM	M³	3,35	R\$ 154,73	R\$ 518,35	3,35	R\$ 154,73	R\$ 518,35

UniSALESIANO – Centro Universitário Católico Salesiano Auxilium

1.4.2	CONCRETO MAGRO EXTRA RADIÉR E = 5CM	M ³	1,40	R\$ 154,73	R\$ 216,62	1,40	R\$ 154,73	R\$ 216,62
1.4.3	CONCRETO BOMBEADO 30MPa RADIÉR	M ³	13,96	R\$ 193,09	R\$ 2.695,54	13,96	R\$ 193,09	R\$ 2.695,54
1.4.4	CONCRETO BOMBEADO 30MPa EXTRA LAJE PISO	M ³	2,23	R\$ 193,09	R\$ 430,59	2,23	R\$ 193,09	R\$ 430,59
2	SUPER ESTRUTURA				R\$ 14.592,20			R\$ 17.406,39
2.1	FÔRMA E DESFORMA							
2.1.1	FÔRMA PILAR TÉRREO E SUPERIOR METÁLICO	M ²	13,44	R\$ 12,27	R\$ 164,91	48,93	R\$ 12,27	R\$ 600,37
2.1.2	FÔRMA LAJE TÉRREO E SUPERIOR	M ²	-	R\$ 22,13	-	126,00	R\$ 22,13	R\$ 2.788,38
2.1.3	FÔRMA ESCADA E VIGA	M ²	-	R\$ 28,58	-	55,00	R\$ 28,58	R\$ 1.571,90
2.1.4	PASTA DESMOL- DANTES	M ²	126,00	R\$ 1,60	R\$ 201,60			
2.1.5	DESFORMA	M ²	139,44	R\$ 3,22	R\$ 449,00	229,93	R\$ 3,22	R\$ 740,37
2.1.6	FÔRMA ENCARREGA DO E CONSULTO- RIA DA STONE ESTRUTURA PRÉ- MOLDADO - LAJES E VIGAS	M ³	13,48	R\$ 150,00	R\$ 2.022,00			
2.1.7	FÔRMA ENCARRE- GADO E CONSULTO- RIA DA STONE ESTRUTURA PRÉ- MOLDADO - ESCADAS	M ³	1,00	R\$ 250,00	R\$ 250,00			

UniSALESIANO – Centro Universitário Católico Salesiano Auxilium

2.1.8	SINAL PARA TRANSPORTE DE MOLDE	M³	14,48	R\$ 4,35	R\$ 62,99			
2.2	ESCORAMENTO	CASA				1,00	R\$ 2.000,00	R\$ 2.000,00
2.3	ARMAÇÃO							
2.3.1	TELA LAJE TÉRREO E SUPERIOR	Kg	610,00	R\$ 3,64	R\$ 2.220,40	517,00	R\$ 3,64	R\$ 1.881,88
2.3.2	ARMAÇÃO CORTADA E DOBRADA	Kg	1.015,00	R\$ 3,41	R\$ 3.461,15	1.038,00	R\$ 3,41	R\$ 3.539,58
2.4	CONCRETO							
2.4.1	CONCRETO BOMBEADO 30 MPa	M³	14,48	R\$ 193,09	R\$ 2.795,94	19,74	R\$ 193,09	R\$ 3.811,60
2.4.2	CONCRETO CONVENCIONAL PILARES 30 MPa	M³	0,75	R\$ 221,79	R\$ 166,34	1,56	R\$ 221,79	R\$ 345,99
2.4.3	GRAUTEAMENTO DE ALVENARIA ESTRUTURAL	M³	2,24	R\$ 207,76	R\$ 465,38			-
2.4.4	CONTROLE TECNOLÓGICO DOS MATERIAIS	VB	1,00	R\$ 126,32	R\$ 126,32	1,00	R\$ 126,32	R\$ 126,32
2.4.5	GRAUTEAMENTO DOS PILARES, ENCONTRO DE LAJES E FURROS DE INSTALAÇÃO	CASA	1,00	R\$ 652,90	R\$ 652,90			
2.4.6	PLATAFORMA PARA MOLDAGEM DAS LAJES	VB	1,00	R\$ 79,00	R\$ 79,00			
2.4.7	POLIMENTO PARA ACABAMENTO DAS LAJES PRÉ-MOLDADAS	M²	116,53	R\$ 4,00	R\$ 466,12			
2.5	OUTROS							
2.5.1	OUTROS ITENS ESPECIAIS E MATERIAS PARA IÇAMENTO DAS LAJES PRÉ-MOLDADAS	M²	14,48	R\$ 17,55	R\$ 254,12			

2.6	EQUIPAMENTOS								
2.6.1	EQUIPAMENTOS PARA MONTAGEM DAS LAJES PRÉ-MOLDADAS (MUCKE GUINDASTE)	CASA	1,00	R\$ 754,02	R\$ 754,02				
2.7	ALVENARIA				R\$ 5.924,80			R\$ 4.889,94	
2.7.1	ALVENARIA ESTRUTURAL DE 14 CM	M ²	142,74	R\$ 28,47	R\$ 4.063,81				
2.7.2	ALVENARIA ESTRUTURAL DE 9 CM	M ²	87,70	R\$ 21,22	R\$ 1.860,99	230,44	R\$ 21,22	R\$ 4.889,94	
2.8	REVESTIMENTOS				R\$ 2.374,53			R\$ 2.806,42	
2.8.1	GESSO LISO NO TETO PARA CORREÇÕES	M ²	199,00	R\$ 2,50	R\$ 497,50	199,00	R\$ 7,50	R\$ 1.492,50	
2.8.2	QUADROS DE GRANITO - DIFERENÇA ENTRE PAREDE DE 14 CM E 9 CM	VB	1,00	R\$ 1.877,03	R\$ 1.877,03	1,00	R\$ 1.313,92	R\$ 1.313,92	
		PRÉ-MOLDADO			R\$ 28.523,42	CONVENCIONAL		R\$ 30.689,92	

Fonte: Adaptada de Brumatti (2008).

Através de pesquisas feitas por Oliveira (2015), pode-se observar em quais tipos de obra é mais utilizado o sistema de pré-moldados, quais fatores influenciam na escolha desse sistema, suas principais desvantagens e se as obras com estruturas pré-moldadas são mais caras ou mais baratas, demonstradas nas figuras 1, 2, 3 e 4 a seguir.

O gráfico 1 apresentou que o sistema em concreto pré-moldado é mais utilizado em obras industriais com 60% das pesquisas.

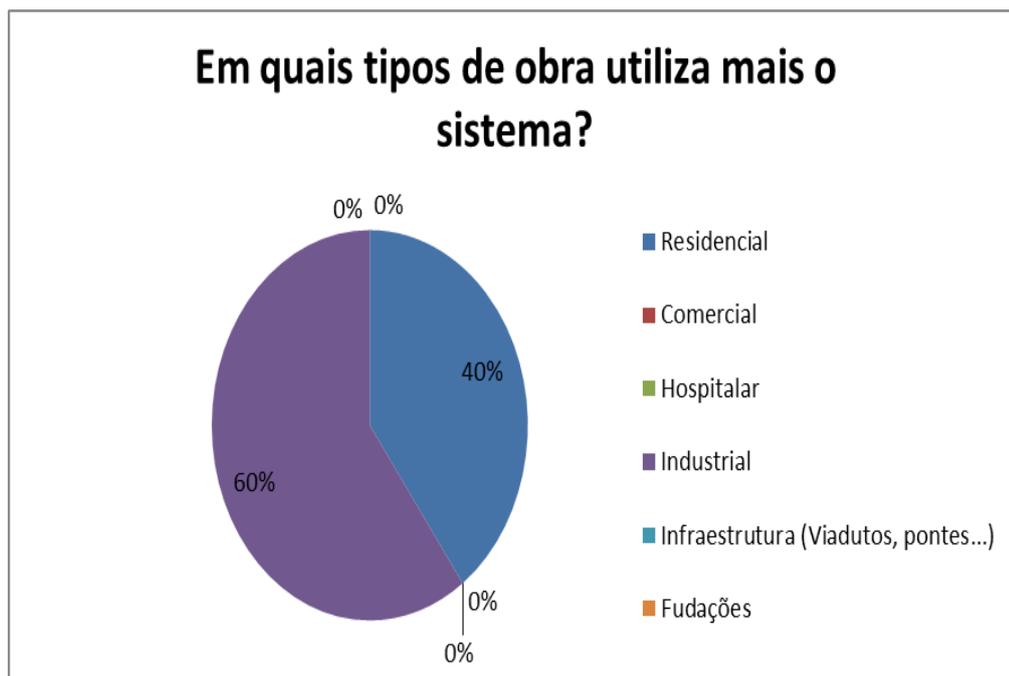


Figura 1 – Gráfico 1: Tipos de obra que utiliza pré-moldado. Fonte: Oliveira (2015).

O gráfico 2 demonstrou que os principais fatores que influenciam na escolha de pré-moldados são redução de custos e a racionalização. Os outros fatores que influenciam na escolha são o aumento da produtividade e a facilidade de execução.

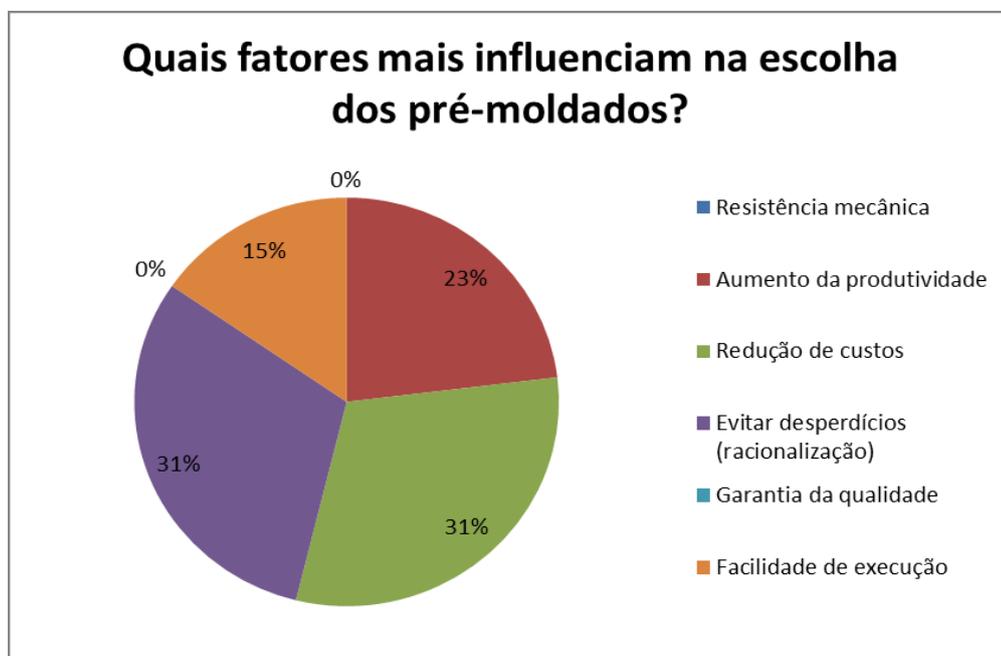


Figura 2 – Gráfico 2: Quais fatores mais influenciam na escolha dos pré-moldados. Fonte: Oliveira (2015).

No gráfico 3, pode-se observar que o uso do pré-moldado apresenta algumas desvantagens, sendo elas principalmente a necessidade de equipamentos específicos, necessidade de mão-de-obra qualificada e dificuldades de logística das peças.

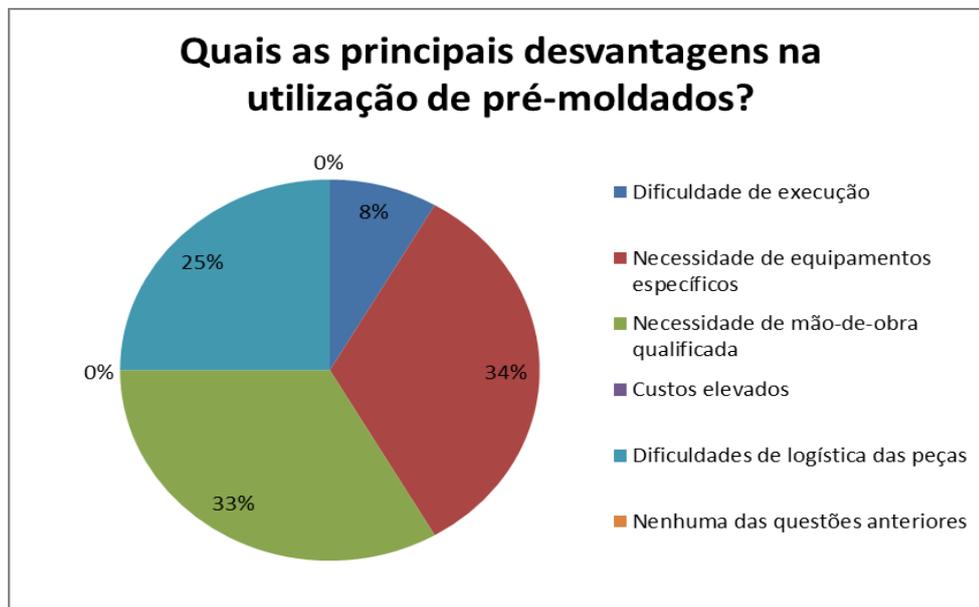


Figura 3 – Gráfico 3: Principais desvantagens na utilização de pré-moldados. Fonte: Oliveira (2015).

Já no gráfico 4, 100% dos entrevistados disseram que as obras com estruturas pré-moldadas são em geral mais baratas.

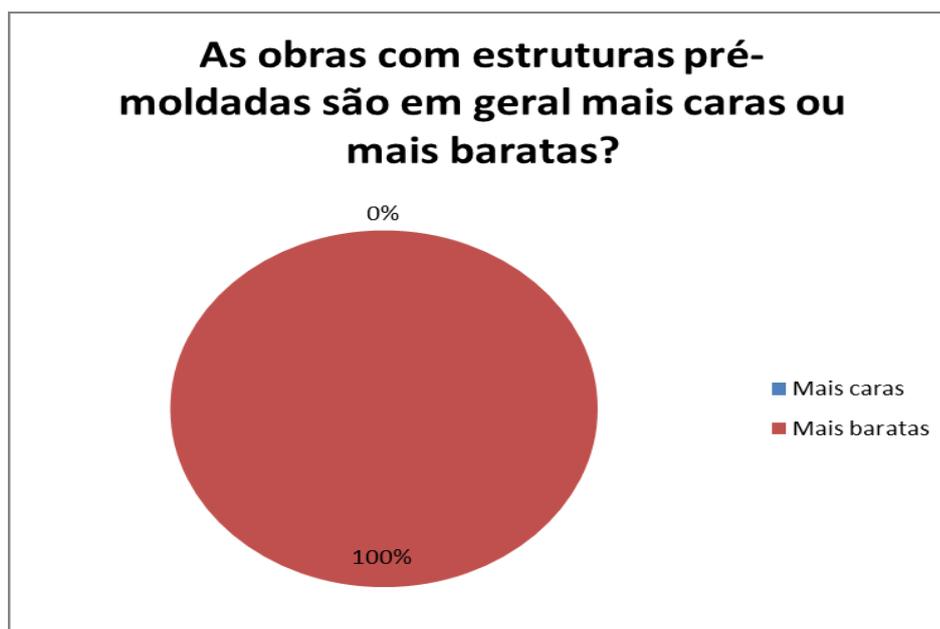


Figura 4 – Gráfico 4: Viabilidade econômica em obras com estruturas pré-moldadas. Fonte: Oliveira (2015).

Materiais e métodos

Para o estudo do método de vigas pré-moldadas em obra, teve-se como base a construção do centro de convivência do Centro Universitário UniSalesiano Auxilium de Araçatuba-SP.

Estudo

O estudo foi iniciado através do acompanhamento em obra do processo de execução das vigas pré-moldadas desde a verificação de projeto das mesmas, preparação do canteiro até o içamento das peças, sendo que as peças já estavam dimensionadas.

Após acompanhamento da obra, houve a necessidade do estudo sobre as normas brasileiras técnicas para os procedimentos realizados na execução de vigas pré-moldadas.

Para análise dos métodos a serem adotados no procedimento de execução de vigas pré-moldadas teve-se como base a recomendação das normas brasileiras NBR 9.062 (2017) – Projeto e Execução de Estruturas de Concreto Pré-Moldado – Procedimento e NBR 14.931 (2004) – Execução de Estruturas de Concreto – Procedimento, que serão descritas ao longo deste trabalho.

Para análise dos parâmetros mínimos de engenharia para vigas pré-moldadas teve-se como base a norma técnica NBR 6118 (2014) - Projetos de Estrutura de concreto – Procedimentos.

Também foi desenvolvida uma planilha orçamentária com a finalidade de obter uma comparação de custos do modo de execução entre pré-moldado e pré-fabricado, no qual foram utilizadas as tabelas CPOS e SINAPI para a composição dos orçamentos.

Método

No acompanhamento da obra, foram realizadas as seguintes verificações:

Formas

A verificação das formas utilizadas foi realizada “in loco”. No canteiro de obra foram verificadas cada peça utilizada, seu posicionamento e nivelamento e antes da concretagem ainda foi realizado a conferência de cada leito de viga para saber se as estavam devidamente posicionadas, niveladas e limpas para o recebimento do concreto. Em campo verificou-se que foi utilizado a aplicação de desmoldante para as formas antes da introdução da armadura.

Cobrimento das armaduras e espaçamento entre camadas

A verificação do cobrimento e espaçamento entre camadas para armadura foi realizada a partir do projeto das vigas dimensionadas conforme figura 5 abaixo.

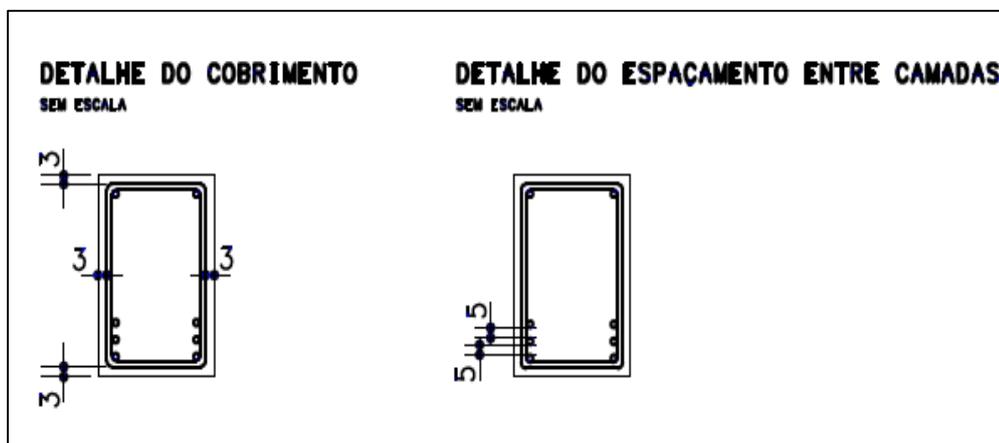


Figura 5 – Detalhe do cobrimento e espaçamento entre camadas para viga V320. Fonte: Contrutora Reynold (2018).

Também foi realizada a verificação “in loco” para observar se os cobrimentos e os espaçamentos entre camadas estavam conforme projeto. Foram utilizados espaçadores para garantir o cobrimento solicitado como demonstrado na figura 6 abaixo.



Figura 6 – Verificação do cobrimento de armadura. Fonte: Autor (2018).

Armadura

O alojamento da armadura, assim como os comprimentos, dimensões das bitolas e ganchos foram observados a partir do projeto da viga V320 (figura 7).

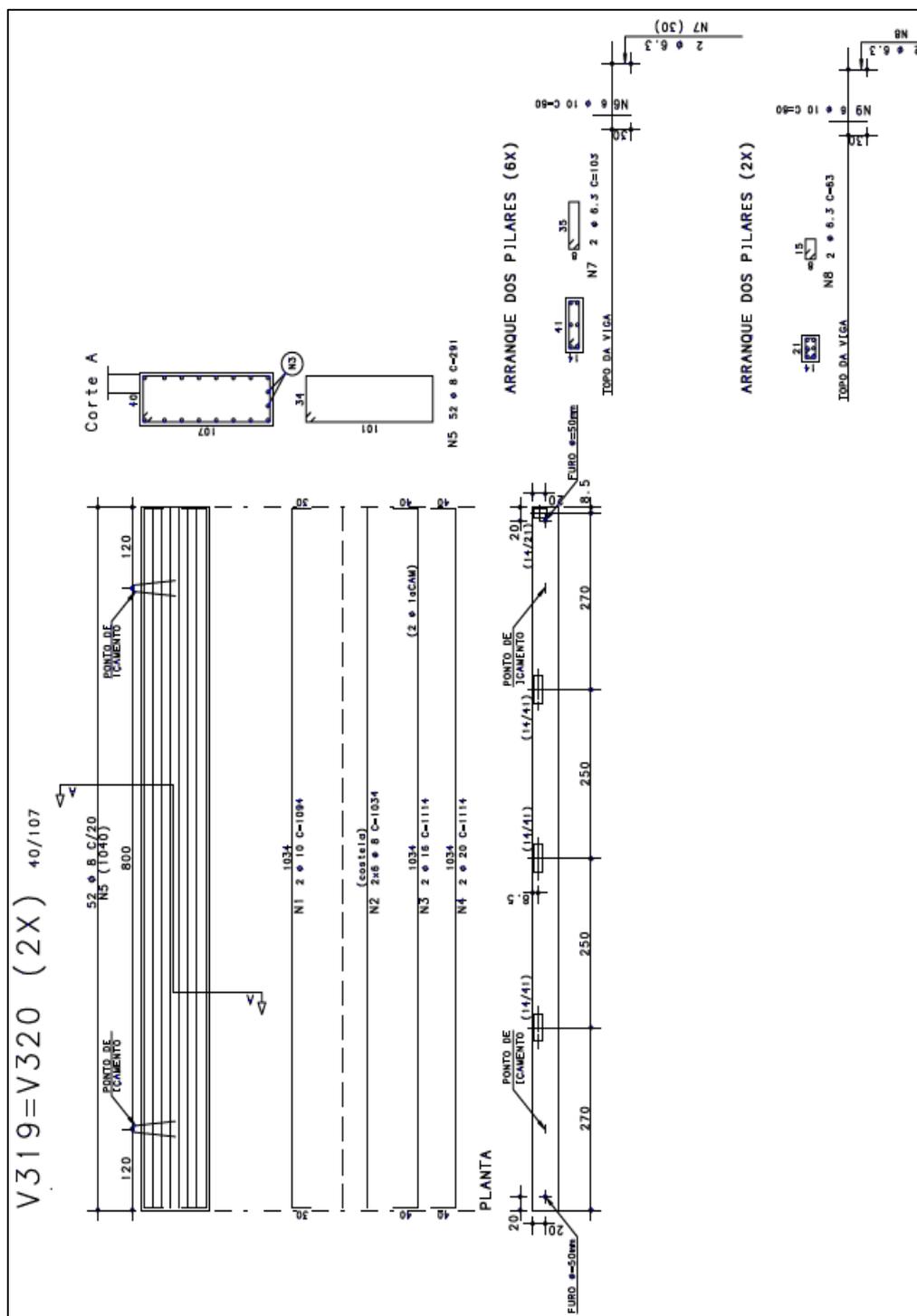


Figura 7 – Projeto estrutural da viga V320. Fonte: Contrutora Reynold (2018).

Este projeto também foi utilizado para o cálculo de consumo de aço para compor a planilha orçamentária.

Resistência do concreto (fck)

No acompanhamento “in loco” da execução das vigas identificou-se que o fck utilizado foi de 40 MPa.

Trabalhabilidade do concreto

“In loco” foi verificado o ensaio de abatimento onde foi constatado que os slumps tirados durante a concretagem atendiam ao solicitado, sendo este 10 ± 2 . No ensaio o preenchimento do molde era realizado em três camadas compactadas com 25 golpes.

Moldagem de corpos de prova

A moldagem dos corpos de prova também foi verificada “in loco” durante o acompanhamento da obra. Retirava-se a amostra somente no início do caminhão e seu volume era somente para a quantidade necessária.

Concretagem

Também houve o acompanhamento deste procedimento em campo. A concretagem só era realizada quando as formas estavam devidamente limpas e niveladas e a armadura bem posicionada. O lançamento do concreto era feita em duas etapas para cada viga e após o seu lançamento o concreto era vibrado.

Armazenamento

Conforme verificação feita em campo, após a cura das vigas concretadas, estas eram retiradas dos leitos e armazenadas sobre calços de madeira.

Içamento das peças

Conforme verificação “in loco” o içamento das vigas era realizado seguindo um plano de Rigging. Entende-se como plano de Rigging o planejamento detalhado para atividades de içamentos de cargas.

Sinergia com as normas brasileiras

Através dos procedimentos exigidos perante normas técnicas e parâmetros mínimos de engenharia para cobrimento, concreto e armadura de vigas em concreto armado descritos anteriormente, realizou-se um levantamento (tabela 2) para observar se houve conformidade entre os procedimentos adotados pela Construtora Reynold com os mesmos.

Planilha orçamentária para viga V320

As informações necessárias para a execução da planilha orçamentária foram retiradas das tabelas, CPOS versão 174 – nov/2018 – sem desoneração e SINAPI – ago/2017 – região de São Paulo, na qual foi utilizada a viga (V320) já dimensionada que faz parte da estrutura da obra citada para o cálculo dos custos. A composição dos elementos para viga pré-moldada foi retirada da CPOS e os custos unitários de materiais e mão de obra para cada elemento retirou-se da tabela SINAPI.

Para a comparação de custos entre o método de execução de pré-moldado e pré-fabricado foi necessário um orçamento de pré-fabricado para a viga V320 de uma empresa “A”, de São José do Rio Preto-SP.

Para custos de formas metálicas (sistema trio) e custo de caminhão truck para carga/descarga das formas, foi necessário utilizar uma ordem de compra da Contrutora Reynold.

Viabilidade econômica entre pré-moldado e estrutura convencional

Para análise da viabilidade econômica entre pré-moldado e uma estrutura convencional estudou-se a monografia de Brumatti (2008), no qual, foi desenvolvida uma comparação de custos para um caso típico entre uma casa de dois pavimentos com as mesmas dimensões e tamanhos, com uma sistemática construtiva convencional, uma alvenaria de vedação sem função estrutural e um conjunto de pilares e laje maciça plana executados “in loco”, e uma no sistema misto de alvenaria estrutural e laje pré-moldada em canteiro de obra, sendo necessária a criação de uma central de pré-moldados (tabela 1).

Viabilidade das obras com estruturas pré-moldadas

Foi realizado o estudo da monografia de Oliveira (2015) para a revisão bibliográfica deste trabalho, no qual contribuiu para análise da viabilidade e as vantagens das obras executadas com estruturas pré-moldadas de acordo com as pesquisas desenvolvidas em seu trabalho (figuras 1, 2, 3 e 4).

Resultados e discussões

Após análises de campo e conhecimento de normas técnicas foi desenvolvida a tabela 2 a seguir para determinar quais procedimentos vistos em campo estão conforme NBR's.

Tabela 2 – Conformidade entre verificações em campo com NBR's

TABELA DE VERIFICAÇÃO ENTRE PROCEDIMENTO EM CAMPO E NBR'S				
ITEM	PROCEDIMENTOS	VERIFICAÇÃO	NORMALIZAÇÃO	CONFORMIDADE
1	FORMAS	Verificação "In loco" das peças utilizadas e do procedimento de	NBR 9062 (2017) e NBR 14931 (2004)	SIM
2	ARMADURA	Verificação em projeto e montagem em campo da viga V320	NBR 9062 (2017) e NBR 14931 (2004)	SIM
3	COBRIMENTO MÍN.	Apresentado em projeto (viga V320) e verificado "In loco" se estava conforme projeto	NBR 6118 (2014)	SIM
4	ESPAÇAMENTO ENTRE CAMADAS	Apresentado em projeto (viga V320) e verificado "In loco" se estava conforme projeto	NBR 6118 (2014)	SIM
5	FCK MÍN.	Verificação em campo do Fck do concreto utilizado durante a concretagem	NBR 6118 (2014)	SIM
6	VERIFICAÇÃO DA TRABALHA - BILIDADE DO CONCRETO	Acompanhamento do teste do Slump em campo	NBR NM 67 (1998)	SIM
7	MOLDAGEM DOS CORPOS DE PROVA	Acompanhamento da moldagem feita em campo durante a concretagem	NBR NM 33 (1994) e NBR 5738 (2015)	NÃO
8	CONCRETAGEM	Acompanhamento do procedimento em campo	NBR 14931 (2004)	SIM
9	ARMAZENA - MENTO	Acompanhamento do procedimento em campo	NBR 9062 (2017)	SIM
10	IÇAMENTO	Acompanhamento do procedimento em campo	NBR 9062 (2017)	SIM

Com ela, foi possível identificar que 90% dos procedimentos verificados em campo estão conforme recomendações das NBR's.

Após levantamento de custos para viga V320, apresentou-se a planilha orçamentária da tabela 3 a seguir.

Tabela 3 – Planilha Orçamentária para viga V320.

PLANILHA ORÇAMENTÁRIA PARA VIGA V320								
TEM	REF. CUSTOS UNIT.	DESCRIÇÃO DO SERVIÇO	UNID	QUANT.	MATERIA	MAO DE OBRA	CUSTO UNIT.	TOTAL
1.		PRÉ-MOLDADO						7.727,92
	Const. REYNOLD	Locação formas metálicas (sistema trio)	m ²	75,510	1,33	-	1,33	100,43
	Const. REYNOLD	Locação de caminhão truck - carga / descarga de formas	dia	2,000	-	-	225,00	450,00
	CPOS	Concreto preparado no local, fck = 20,0 Mpa - leito	m ³	0,475	228,22	90,12	318,34	151,21
	CPOS	Chapa de aço em bitolas medias - leito	Kg	67,880	4,16	9,99	14,15	960,50
	SINAPI	Sarrado de madeira não aparelhada 2,5 x 5 cm, macaranduba, angelim ou equivalente da região	m	0,400	3,03	-	3,03	1,21
	SINAPI	Arame recozido 18 BWG, 1,25 mm (0,01 Kg/m)	Kg	6,053	7,00	-	7,00	42,37
	CPOS	Concreto usinado, fck = 40,0 MPa - para bombeamento	m ³	4,451	327,46	-	327,46	1.457,52
	CPOS	Armadura em barra de aço CA-50 (A ou B) fyk = 500 MPa	Kg	217,638	4,94	1,93	6,87	1.495,17
	SINAPI	Desmoldante para formas metálicas a base de óleo vegetal	l	14,732	12,73	-	12,73	187,54
	CPOS/SINAP	Carpinteiro	h	8,635	-	20,89	20,89	180,39
	CPOS/SINAP	Ferreiro/armador	h	38,403	-	20,89	20,89	802,24
	CPOS/SINAP	Ajudante de ferreiro	h	32,029	-	17,19	17,19	550,58
	CPOS/SINAP	Pedreiro	h	30,044	-	21,01	21,01	631,22
	CPOS/SINAP	Servente	h	39,124	-	18,34	18,34	717,53
2.		PRÉ-FABRICADO						12.320,00
	Orçamento empresa "A"	Viga pré-fabricada (peça + transporte Araçatuba + impostos)	m ³	4,451	-	-	2.767,92	12.320,00

A planilha orçamentária apresentou um custo da viga V320 em pré-moldado de R\$ 7.727,92 e em pré-fabricado de R\$ 12.320,00. Relativamente o

custo apresentado para procedimento de execução em pré-moldado é mais baixo, gerando economia para a obra.

Com a planilha orçamentária desenvolvida por Brumatti para a comparação de custos de uma sistemática construtiva convencional, formada por uma alvenaria de vedação sem função estrutural e um conjunto de pilares e laje maciça plana executado “in loco”, entre uma no sistema misto de alvenaria estrutural e laje pré-moldada em canteiro de obra pode-se verificar que o sistema misto de alvenaria estrutural e laje pré-moldada apresentou melhor custo, com economia de 7%.

As pesquisas feitas por Oliveira apresentaram que o sistema em concreto pré-moldado é mais utilizado em obras industriais. Também demonstraram que os principais fatores que influenciam na escolha de pré-moldados são redução de custos e a racionalização e as obras com estruturas pré-moldadas são em geral mais baratas.

Conclusões

Com a competitividade do mercado de trabalho, a construção civil busca métodos construtivos que priorizam a rapidez de execução e a viabilidade financeira.

Através de pesquisas feitas por Oliveira (2015), pode-se observar que as estruturas com sistema em pré-moldados geralmente são mais baratas.

A monografia de Brumatti (2008) apresentou uma economia de 7% entre uma sistemática produtiva convencional e um sistema misto de alvenaria estrutural e laje pré-moldada em canteiro de obra.

Já com a planilha orçamentária desenvolvida nesse trabalho, o custo da viga em pré-moldado foi de R\$ 7.727,92 e da pré-fabricada é de R\$ 12.320,00, assim o método construtivo em pré-moldado apresenta uma economia de 37,3% em relação ao pré-fabricado, para determinada viga.

Em relação aos parâmetros mínimos de engenharia para execução e dimensionamento da viga pré-moldada V320 e aos procedimentos de execução verificados, a Construtora Reynold atendeu aos requisitos das normas da ABNT

com apenas 10% de não conformidade devido à moldagem dos corpos de prova, no qual a amostra utilizada é retirada somente no início do lançamento do concreto.

Logo, pode-se concluir com este trabalho que o sistema pré-moldado em obra para vigas apresenta resultado de custo satisfatório, com baixo custo, em comparação com outros métodos construtivos.

Finalizando, as informações e verificações aqui apresentadas, comprovam o motivo do qual a Construtora Reynold utiliza esse método construtivo, viabilizando o custo para a execução de suas obras.

Referências Bibliográficas

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 9.062. **Projeto e Execução de Estruturas de Concreto Pré-Moldado – Procedimento.** Rio de Janeiro, 2017.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 14.931. **Execução de Estruturas de Concreto – Procedimento.** Rio de Janeiro, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 12.655. **Concreto de cimento Portland – Preparo, controle, recebimento e aceitação – Procedimento.** Rio de Janeiro, 2015.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR NM 67. **Concreto – Determinação da consistência pelo abatimento do tronco de cone.** Rio de Janeiro, 1998.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 5.738. **Concreto – Procedimento para moldagem e cura de corpos de prova.** Rio de Janeiro, 2015.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6.118. **Projetos de Estrutura de concreto – Procedimentos.** Rio de Janeiro, 2014.

ÁVILA, Renata. Projetos: Pré-moldado. *Téchne*, edição 108, mar. 2006. Disponível em: <<http://techne17.pini.com.br/engenharia-civil/108/artigo286054-1.aspx>>. Acesso em: 13 de março de 2019.

BERTOLI, Rafael C. **Concreto pré-moldado – Execução de Vigas e Pilares**. 2007. Trabalho de Conclusão de Curso – Curso de Engenharia Civil da Unidade Acadêmica da Área de Ciências Exatas e Tecnológicas da Universidade São Francisco, Itatiba.

BRUMATTI, Dioni O. **Uso de pré-moldados – Estudo e viabilidade**. 2008. Monografia apresentada para obtenção de título de Especialista na Construção Civil – Universidade Federal de Minas Gerais.

OLIVEIRA, Daniel F. C. **Concreto Pré-moldado: Processos Executivos e Análise de mercado**. 2015. Monografia apresentada ao Curso de Especialização em Construção Civil – Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais.

SENDEN, Henry O. T. **Sistemas Construtivos Em Concreto Pré-moldado**. 2015. Projeto de graduação para obtenção do título de engenheiro civil – Curso de Engenharia Civil da Escola Politécnica da Universidade Federal do Rio de Janeiro.