

ANÁLISE COMPARATIVA DE CUSTO ENTRE FÔRMAS DE MADEIRA E FÔRMAS METÁLICAS NA CONSTRUÇÃO DE VIGAS E PILARES DE UMA EDIFICAÇÃO EM SERRA – ES.

Clarison Marcos Guedes Gomes¹, Gilbert Santos Neres¹

Resumo

Este trabalho retrata uma análise comparativa de custos e mão de obra empregados entre os sistemas de fôrmas, sendo estes elaborados em madeira de compensado naval e dois fornecedores de fôrmas metálicas, referente à construção de vigas e pilares de uma edificação situada na cidade Serra estado do Espírito Santo. O objeto de estudo é um pavimento de uma edificação composta de 2 andares resultando em 8 apartamentos, sendo assim são consideradas as áreas de fôrma para vigas e pilares, desta maneira para realização dos orçamentos e quantitativos de tempo, são utilizados valores fornecidos pelas empresas fabricantes de fôrmas e tabela referencial de preços do IOPES atualizada em setembro de 2017. Com os dados já adquiridos referentes a cada sistema, realiza-se uma comparação dos valores obtidos a fim de chegar à conclusão da viabilidade destes sistemas.

Palavras-chave: Fôrma em madeira ou metálica; Custo; Mão de obra; Reutilização das fôrmas.

¹ Acadêmico de Engenharia Civil da Faculdade Capixaba da Serra - MULTIVIX

1. INTRODUÇÃO

Denominam-se fôrmas um conjunto de elementos cuja função é moldar as estruturas de concreto, garantindo a obtenção das dimensões desejadas. Fôrmas para construção civil são estruturas provisórias, geralmente de madeira, destinadas a dar forma e suporte aos elementos de concreto até a sua solidificação. Além da madeira, que pode ser reutilizada várias vezes, têm sido difundidas, ultimamente, o uso de fôrmas metálicas e mistas, combinando elementos de madeira com peças metálicas, plásticos, papelão e pré-moldados (ISAIA, 2010).

As fôrmas para concreto devem apresentar resistência suficiente para suportar esforços provenientes de seu peso próprio, do peso e empuxo lateral do concreto e devem ser estanques para evitar perda de água e finos durante a concretagem. (ISAIA, 2010).

O processo de utilização de fôrmas teve início na década de 60 sendo amplamente utilizado até hoje (ASSAHI 2010). Neste período o objetivo era a redução de custos através da economia no uso de materiais, aumento do reaproveitamento e o ganho de produtividade. O processo de confecção de fôrmas resulta também em um produto com dimensões geométricas mais exatas, isto devido à ausência de frestas e emendas na madeira (NAZAR 2007).

Segundo Peurifoy e Oberlender (2011), a eficiência do sistema de fôrmas pode não só acelerar o cronograma da construção, como proporciona a redução de custos e aumento da produtividade, como também melhorar a segurança do processo e reduzir a ocorrência de erros.

O processo produtivo de fôrmas no Brasil vem evoluindo cada vez mais com o emprego de novos materiais na confecção das fôrmas, aumentando assim a escolha de acordo com as exigências específicas a cada tipo de construção (CARMO 2007).

Dessa forma, o objetivo deste trabalho é realizar um comparativo de custo entre dois tipos de fôrmas comumente utilizadas em canteiros de obras na Grande Vitória, que são as formas metálicas e as formas de madeira.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Fôrmas de madeira

Pode-se dizer que o sistema de fôrmas é constituído pelos seguintes elementos: molde, estrutura do molde, escoramento (cimbramento) e peças acessórias (RIPPER, 1996).

Sendo a forma da peça definida pelo molde, os materiais que delimitam o concreto definem o tipo de textura e forma final do projeto. Visto que sua sustentação é feita através do travamento do molde, com o objetivo de evitar movimentações e deformações do mesmo durante a armação e concretagem, tal sistema de travamento é elaborado com sarrafos e gravatas (FAJERSZTAJN, 1987).

Define-se como escoramento (cimbramento) o conjunto que realiza a sustentação das fôrmas, transferindo os esforços submetidos ao molde até algum ponto de apoio no solo ou na estrutura já realizada (FAJERSZTAJN, 1987).

Na realização dos moldes para fôrmas utilizam-se tábuas, porém sendo mais utilizadas as chapas compensadas de madeira. Geralmente o tipo de tabua utilizado é pinho de terceira linha, de dimensões de 2,5cm X 30cm X 4m. O compensado de madeira apresenta varias características diferentes, devido a sua variação de espessuras e material de proteção inserido em sua superfície. O acabamento resinado com aplicação de uma única camada limita sua reutilização em no máximo três vezes, já os que possuem acabamento plastificado inferem um maior numero de reutilizações podendo chegar a quarenta repetições, podendo ter também suas boras plastificadas o que também aumenta o numero de repetições (RIPPER, 1996).

O compensado naval possui um diferencial da cola e da secagem das lâminas, que tem que ter um grau de umidade muito menor do que o compensado comum. É utilizada uma cola especial, denominada cola fenólica, que oferece mais resistência à água, do que as colas comuns. As dimensões encontradas são de 2,20 m x 1,60 m nas espessuras de 4, 6, 10, 15, 18 e 20 mm (MARANHÃO, 2000).

Os sarrafos possuem a atribuição de anel estrutural nos caixilhos de vigas e colunas para a construção. Pode ser empregada confecção de telhados, sendo eles os substitutos das ripas em telhados de maior peso como também no final da “água”, para minimizar a caída. Possuem largura entre 5 e 20 centímetros com espessura de 0,5 e 2,5 centímetros (MARANHÃO, 2000).

Na confecção do molde normalmente são empregados caibros ou pontaletes (5 X 6cm ou 7,5 X 7,5cm), sarrafos (2,5 X 5cm; 2,5 X 10cm) e tábuas (2,5 X 30cm) equidistantes de um modo que ela consiga suportar o carregamento previsto, isso significa que, o espaçamento é realizado de acordo com a influência da espessura do molde com o carregamento (RIPPER, 1995).

Com relação aos acessórios, estes são elementos que devem facilitar que a desforma aconteça sem que haja choques, por este motivo é comumente o uso de cunhas de madeira e caixas de areia posicionadas na parte inferior dos pontaletes e pés-direitos (RIPPER, 1995).

As fôrmas realizadas com chapa compensada são usualmente substitutas das tábuas, são adequadas ao concreto aparente, pois apresentam um acabamento superior. Normalmente utilizando chapas resinadas devido ao menor, já nas obras que requerem um melhor acabamento utilizam-se chapas plastificadas, que apesar de ter maior custo, oferece um maior número de repetições (KLOSS, 1996).

Ao utilizar chapas compensadas é fundamental a criação de um plano de corte com o intuito de diminuir as perdas, vale ressaltar que as bordas devem ser pintadas com tinta apropriada a fim de evitar infiltração no interior da (PETRUCCI, 1979).

No quadro 1 é apresentada a quantidade de repetições por tipo de material da chapa compensada.

Numero de repetição		
Resinados	5 por face	10 X
Plastificados	15 por face	30 X

Quadro 1: Utilização das chapas
Fonte: Fajersztajn (1987)

Com relação aos complementos e acessórios, estes tem a função de reforçar os moldes de chapas compensadas, podendo ser de madeira ou metal como, por exemplo: cunhas, placas de apoio, guias, chapuzes, gravatas, escoras (mão-francesa), talas de emenda, tirantes e espaçadores (PETRUCCI, 1979).

O quadro 2 descreve de forma sucinta os subsistemas, seus elementos e os componentes do sistema de fôrmas.

Sistema de fôrmas		
Subsistemas	Elementos	Componentes
Vigas	Molde	Painéis de face e fundo
	Estrutura de Molde	Sarrafos
	Escoramento	Viga metálica ou pontaletes de madeira
	Acessórios	Para estruturação e nivelamento
Pilar	Molde	Painéis laterais
	Estrutura de Molde	Sarrafos
	Escoramento	Aprumadores/mão francesa/niveladores
	Acessórios	Para estruturação e nivelamento

Quadro 2: Sistemas e componentes
Fonte: Magalhães (2010)

Para demonstração do subsistema de pilar e viga, as figuras 1 e 2 exemplificam as maneiras construtivas dos seus componentes onde temos as chapas de madeira estruturada pelos sarrafos com o sistema de travamento são realizados pelos pontaletes e agulhas.

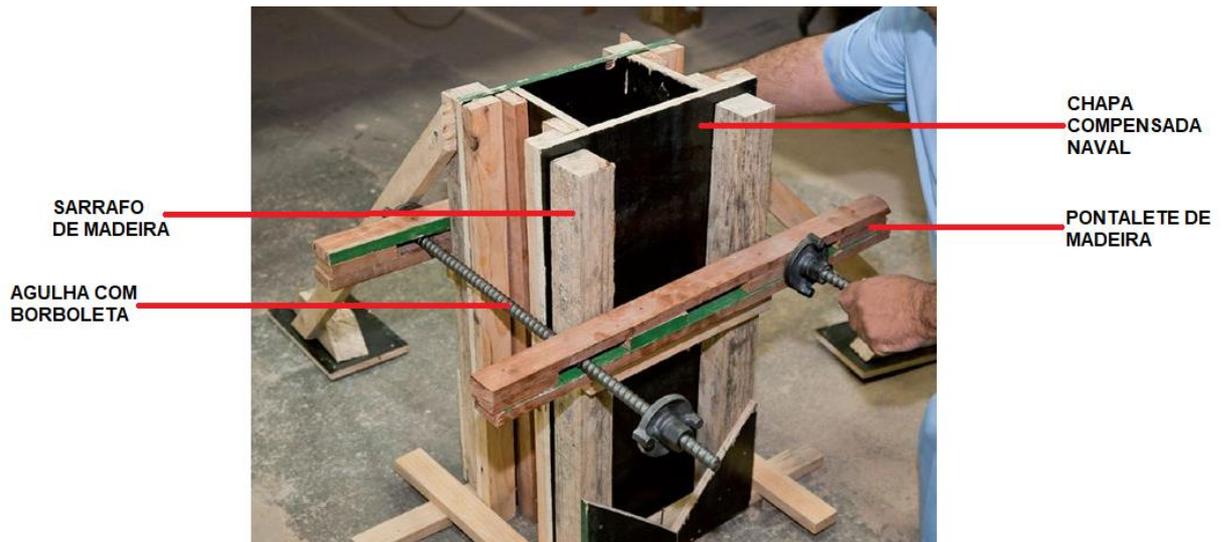


Figura 1: Esquema de fôrma convencional para pilar
 Fonte: Revista Equipe de Obra (2011)

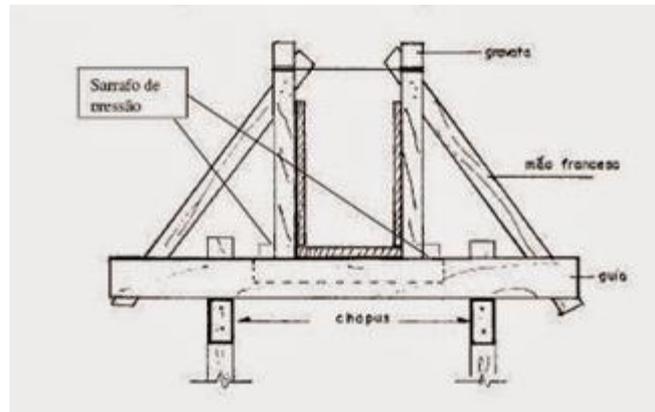


Figura 2: Subsistema de fôrma de vigas
 Fonte: Fajersztan (2009)

2.2 Fôrmas metálicas

As fôrmas metálicas são constituídas de painéis metálicos forrados com chapas de compensado. Não há um padrão para o tipo de material empregado, desta forma cada fornecedor trabalha com o seu produto tendo características próprias (RIPPER, 1995).

Tem sido muito difundido atualmente a utilização de fôrmas metálicas na execução dos pilares, vigas e até mesmo paredes, bem como o emprego em conjunto com a madeira resultando em fôrmas mistas. Os mais conhecidos sistemas de fôrmas metálicas disponíveis no mercado são: Fôrma SL 2000 e a Fôrmas Concreform SH.

A Fôrma SL 2000 possui painel metálico que é confeccionado com perfis de aço possuindo um forramento de compensado plastificado (MILLS, 2014).

Na figura 3 tem-se o sistema Mills SL 2000 com seus componentes principais e a representação tridimensional.

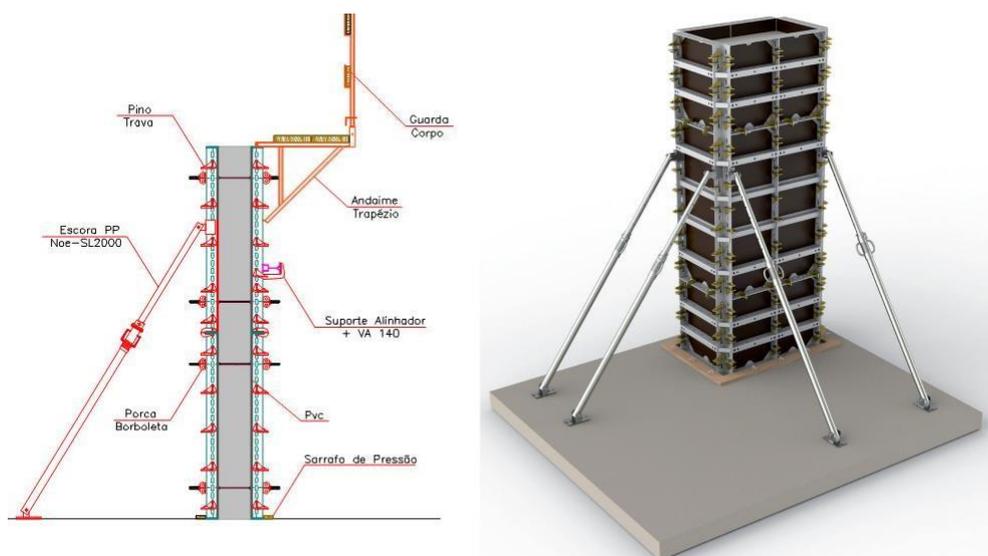


Figura 3: Sistema Mills SL2000 e seus componentes
Fonte: Mills (2014)

A Fôrma Concreform SH é confeccionada em aço galvanizado forrado em compensado plastificado (SH, 2017).

A figura 4 ilustra a utilização do sistema Concreform SH em paredes e pilares.



Figura 4: Utilização do sistema para paredes e pilares
Fonte: SH fôrmas (2017)

Na construção civil, segundo Fajersztajn (1987) a escolha por qual método será empregado na execução das fôrmas deve ser uma escolha detalhista, pois diversas variáveis devem ser observadas, desde o custo de aquisição dos materiais até o tempo de execução.

3. METODOLOGIA

Este trabalho demonstra uma análise econômica comparativa dos sistemas de fôrmas metálicas e compensado de madeira para construção de pilares e vigas, disponíveis na cidade de Serra.

Inicialmente foi determinada a edificação a ser utilizada como estudo, localizada no município de Serra, como mostra a figura 5. A planta adotada neste trabalho, conforme mostra a figura 6, é um pavimento de uma edificação de dois andares. Cada pavimento possui uma área de 175,47m² e quatro apartamentos, pé direito livre de 2,95 m e laje pré-moldada. Para este estudo não foi contabilizada a construção das escadas.

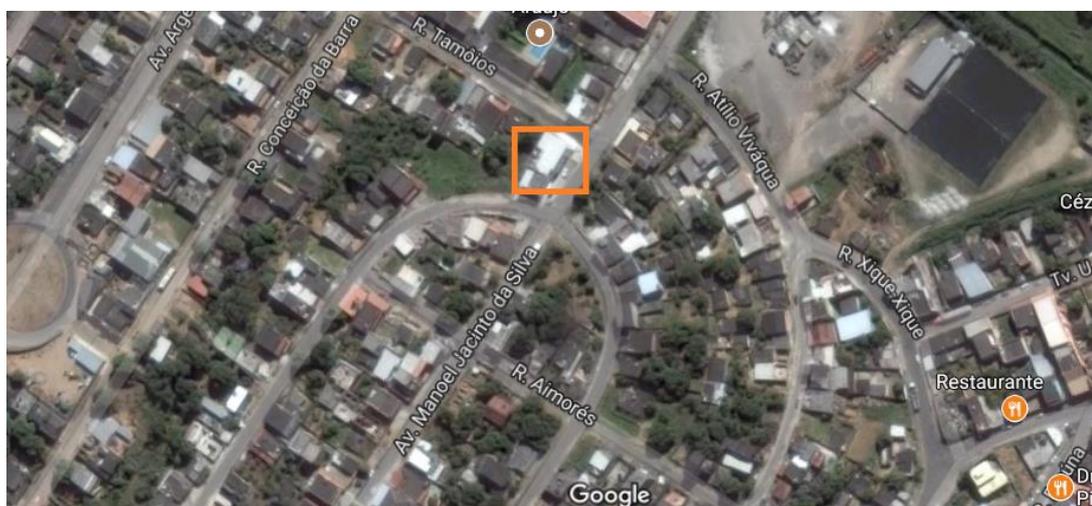


Figura 5 – Localização destacada em laranja (Av. Manoel Jacinto da Silva, 5 - Vista da Serra I, Serra - ES), onde ocorreu a construção.

Fonte: GOOGLE MAPS, 2017

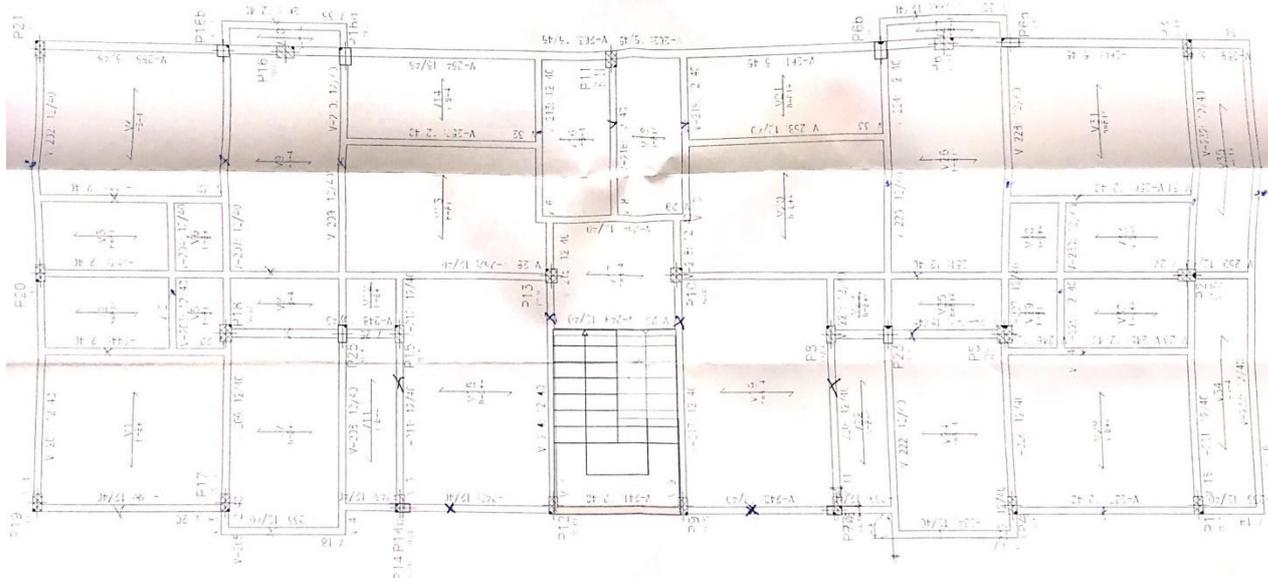


Figura 6 – Planta baixa do segundo pavimento
Fonte: Própria (2017)

Com objetivo de adquirir o custo unitário dos sistemas, realizou-se uma média de alguns fornecedores da cidade de Serra. Observando que os valores praticados oscilam conforme a demanda e interesses comerciais das empresas fornecedoras, utilizou-se uma média destes.

Na etapa seguinte realizaram-se comparativos de produtividade, tempo de execução, quantitativo de material e custo, para os dois tipos de formas adotados para esta pesquisa. Utilizou-se o mesmo projeto para fins de comparação dos dados.

Primeiramente foram calculados os quantitativos de formas para os dois métodos selecionados para então serem feitos os comparativos de produtividade, tempo de execução e custo. Para realização desses comparativos foram utilizados dados fornecidos pelo IOPES e pelas empresas SH Formas e Mills.

Para realização dos cálculos orçamentários com relação à mão de obra e custo de material, serão utilizados para fôrmas de madeira os valores fornecidos pela IOPES atualizada em setembro de 2017 conforme demonstrado no quadro 3.

Para o cálculo de mão de obra utiliza-se o preço unitário, sendo que este já possui acréscimo de 128,33% referentes a impostos. Para os custos de material utiliza-se o valor do coeficiente multiplicado pelo preço unitário. Não foi aplicado o valor dos Benefícios e Despesas Indiretas (DBI) para mão de obra e materiais.

Planilha: 1 - TABELA CUSTOS LABOR/CT-UFES PADRÃO IOPES SETEMBRO/2017 (LS=128,33%; BDI=30,90%).									
Item: 040339 - Forma de chapas madeira compensada resinada, esp. 12 mm, levando-se em conta a utilização 3 vezes, reforçadas com sarrafos de madeira de 2.5 x 10.0cm (inclui material, corte, montagem, escoras em eucalipto e desforma)									Unidade: m2
Base: LABOR		Código		Base: '040339		Fonte: LABOR		Versão: 1	
MÃO DE OBRA	Unid	Código	Coefic.	C. Prod.	Pr. Prod.	Pr. Improd.	Pr. Unit.	Fator Ac.	Subtotal
AJUDANTE (LABOR)	H	'010101	1,35	1	5,34	0	12,19	-	16,457
CARPINTEIRO (LABOR)	H	'010111	1,35	1	6,33	0	14,45	-	19,508
Subtotal:									35,96
MATERIAL	Unid	Código	Coefic.	C. Prod.	Pr. Prod.	Pr. Improd.	Pr. Unit.	Fator Ac.	Subtotal
SARRAFO DE MADEIRA DE LEI 10 X 2.5 CM (TAIPA DE 1A) (LABOR)	M	'021016	1,53	1	5,88	0	5,88	-	8,996
CHAPA COMPENSADA RESINADA ESP. 12MM (LABOR)	M2	'021032	0,43	1	16,81	0	16,81	-	7,228
TABUA DE MADEIRA DE LEI 2.5 X 30.0 CM (TAIPA DE 1A) (LABOR)	M	'021103	1,6	1	37,25	0	37,25	-	59,6
ESCORA DE EUCALIPTO (COMP.=3.50M) (LABOR)	DZ	'021109	0,0619	1	77,3	0	77,3	-	4,785
PREGO 18X27 (LABOR)	KG	'026569	0,25	1	5,79	0	5,79	-	1,448
DESMOLDANTE PARA FORMAS (LABOR)	L	'028008	0,1	1	11,16	0	11,16	-	1,116
Subtotal:									83,17

Quadro 3: Planilha para utilizar nos cálculos das fôrmas de madeira
Fonte: IOPES (2017)

Para os cálculos das fôrmas metálicas serão utilizados os valores repassados pelas empresas SH Fôrmas LTDA e Mills Estruturas e Serviços de Engenharia LTDA conforme os quadros 4 e 5 demonstrado abaixo.

Para cálculo de custo de fôrmas metálicas, multiplica-se o coeficiente hh/m² pela área de fôrma pelo valor do custo, adquirindo assim o valor final sem acréscimo de DBI.

Fôrmas Concreform fornecida pela SH		
Quantitativo de fôrma metálica para execução dos pilares / vigas		
Componentes	(hh/m²)	Área de fôrma (m²)
Fôrma metálica	0,35	X
Custo de locação de fôrma metálica para execução dos pilares / vigas		
Componentes	UND.	Custo unitário (R\$)
Fôrma metálica	m ² /dia	30,00
Montador	H	22,02
Ajudante	H	14,43
Desmoldante	L	11,16

Quadro 4: Custo de fôrmas metálicas para pilar e viga – SH Fôrmas
Fonte: SH fôrmas, 2017

Fôrmas SL2000 fornecida pela Mills		
Quantitativo de fôrma metálica para execução dos pilares / vigas		
Componentes	(hh/m²)	Área de fôrma (m²)
Fôrma metálica	0,37	X
Custo de locação de fôrma metálica para execução dos pilares / vigas		
Componentes	UND.	Custo unitário (R\$)
Fôrma metálica	m ² /dia	27,00
Montador	H	22,02
Ajudante	H	14,43
Desmoldante	L	11,16

Quadro 5: Custo de fôrmas metálicas para pilar e viga – Mills
Fonte: Mills, 2017

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Na elaboração do orçamento, realizou-se o apanhando dos quantitativos requeridos para o projeto, tendo os dois pavimentos a mesma área construtiva, faz-se necessário inicialmente o cálculo da área da fôrma de vigas e pilares para um pavimento conforme as tabelas 1 e 2.

Tabela 1 - Volume de concreto e área de fôrma para pilares

Pilar	Quantidade	Face 1 (m)	Face 2 (m)	Pé direito (m)	Área total (m²)
P1 a P13	13	0,3	0,7	2,95	38,35
P14 a P18	5	0,4	0,7	2,95	16,225
P19 a P20	2	0,4	0,6	2,95	5,9
P21	1	0,6	0,8	2,95	4,13
				Total	64,605

Fonte: Própria (2017)

Com os dados realizados obteve-se uma área total de pilares de 64,6 m² no pavimento.

Tabela 2 - Área de fôrma para as vigas

Pilar	Qtd.	Comp. (m)	Face 1 (m)	Face 2 (m)	face 3 (m)	Área total m²
V1	1	20,98	0,15	0,5	0,5	24,127
V2 e V3	2	4,14	0,15	0,5	0,5	9,522
V3 a V6	3	8,2	0,12	0,45	0,45	25,092
V7 a V10	4	9	0,12	0,45	0,45	36,72
V11 a V12	2	2,44	0,12	0,45	0,45	4,9776
V13 a V16	4	3,28	0,12	0,45	0,45	13,3824
V17 a V18	2	9,89	0,12	0,45	0,45	20,1756
V19	1	4,28	0,12	0,45	0,45	4,3656
V20	1	3,28	0,12	0,45	0,45	3,3456
V21 a V24	4	2,14	0,12	0,45	0,45	8,7312
V25 a V26	2	3,71	0,12	0,45	0,45	7,5684
V27 a V28	2	4,16	0,12	0,45	0,45	8,4864
V29 a V30	2	5,23	0,12	0,45	0,45	10,6692
V31 a V33	3	3,09	0,12	0,45	0,45	9,4554
V34 a V35	2	3,55	0,12	0,45	0,45	7,242
V36	1	2,76	0,12	0,45	0,45	2,8152
					Total	196,6756

Fonte: Própria (2017)

No dimensionamento das fôrmas para vigas obteve-se uma área total de vigas 196,67 m².

Nas tabelas 3 e 4 estão representados os custos da produção, insumos e mão de obra referente à montagem das fôrmas para pilares, realizados em compensado naval. Apresentado da mesma maneira as tabelas 5 e 6 para realização das vigas. Estes cálculos já apresentam os valores dispensados para execução dos dois pavimentos da edificação. Os valores de coeficiente nas tabelas 3 e 5 e o referente aos custos nas tabelas 4 e 6, foram retirados da IOPES conforme foi mostrado no quadro 3.

No sistema de fôrmas metálicas, utilizam-se painéis já estruturados forrados com compensados, desta maneira torna-se desnecessário a utilização de madeira e pregos, apresentando-se como um modo prático. As tabelas 7 e 8 exemplificam os custos com insumos, locação e mão de obra para o projeto estudado de acordo com os índices e custo mostrado no quadro 4.

Tabela 3 – Quantitativo de fôrma - pilares

Quantitativo de fôrma feita em obra para pilares, com chapa compensado naval, e = 12 mm : 64,6 m²/Pavimento			
Componentes	Und..	Coef.	Quant. / Pavimento
Ajudante do carpinteiro	H	1,35	87,21
Carpinteiro	H	1,35	87,21
Chapa compensada Naval (12 mm)	m ²	0,43	27,778
Prego 17 x 21 com cabeça	Kg	0,25	16,15
Tábua 1" x 6"	M	1,6	103,36
Pontalete 3" x 3"	M	0,52	33,592
Sarrafo 1" x 3"	M	1,53	98,838
Desmoldante de fôrmas para concreto	L	0,1	6,46

Fonte: Própria (2017)

Tabela 4 – Custo de forma – pilares

Custo de fôrma feita em obra para pilares, com chapa compensado naval, e = 12mm 64,6 m² / pavimento					
Componentes	UND.	Custo R\$	Total	Custo 1° pav (R\$)	Custo 2° pav (R\$)
Ajudante do carpinteiro	H	12,19	87,21	1.063,09	1.063,09
Carpinteiro	H	14,45	87,21	1.260,18	1.260,18
Chapa compensada naval	m ²	24,49	27,778	680,28	0
Prego 17 x 21	Kg	6,47	16,15	104,49	104,49
Tábua 1" x 6"	M	37,25	103,36	3.850,16	0
Pontalete 3" x 3"	M	3,43	33,592	115,22	0
Sarrafo 1" x 3"		4,81	98,838	475,41	0
Desmoldante de fôrmas para concreto	L	11,16	6,46	72,09	72,09
Subtotal (R\$)				7.620,93	2.499,86
Total (R\$)				10.120,79	

OBS: Onde o custo for igual a zero "0" houve reutilização de material.

Fonte: Própria (2017)

Tabela 5 – Quantitativo de forma – vigas

Quantitativo de fôrma feita em obra para vigas, com chapa compensado naval, e = 12mm : 196,67 m² / Pavimento			
Componentes	Und..	Coef.	Quant. / Pavimento
Ajudante do carpinteiro	H	1,35	265,5045
Carpinteiro	H	1,35	265,5045
Chapa compensada naval	m ²	0,43	84,5681
Prego 17 x 21 com cabeça	Kg	0,25	49,1675
Tábua 1" x 6"	M	1,6	314,672
Sarrafo 1" x 3"	M	1,53	300,9051
Desmoldante de fôrmas para concreto	L	0,1	19,667

Fonte: Própria (2017)

Tabela 6 – Custo de forma – vigas

Custo de fôrma feita em obra para viga, com chapa compensado naval, e = 12mm : 190,38 m²/pavimento					
Componentes	UND.	Custo R\$	Total	Custo 1° Pav. (R\$)	Custo 2° Pav. (R\$)
Ajudante do carpinteiro	H	12,19	265,5	3.236,50	3.236,50
Carpinteiro	H	14,45	265,5	3.836,54	3.836,54
Chapa compensada naval	m ²	24,49	84,57	2.071,07	0
Prego 17 x 21	Kg	6,47	49,17	318,11	318,11
Tábua 1" x 6"	M	37,25	314,67	11.721,53	0
Sarrafo 1" x 3"	M	4,81	300,91	1.447,35	0
Desmoldante de fôrmas para concreto	L	11,16	19,67	219,48	219,48
Subtotal (R\$)				22.850,60	7.610,64
Total (R\$)				30.461,23	

OBS: Onde o custo for igual a zero "0" houve reutilização de material.

Fonte: Própria (2017)

Tabela 7 – Custo de fôrmas metálicas para Pilar – SH Fôrmas

Fôrmas Concreform fornecida pela SH				
Quantitativo de fôrma metálica para execução dos pilares				
Componentes	(hh/m²)	Área de fôrma (m²)	Total / Pavimento (h)	Total obra (h)
Fôrma metálica	0,35	64,605	22,61175	45,2235

Custo de locação de fôrma metálica para execução dos pilares			
Componentes	UND.	Custo unitário (R\$)	Total (R\$)
Fôrma metálica	m ² /dia	30,00	1.356,71
Montador	H	22,02	995,82
Ajudante	H	14,43	649,35
Desmoldante	L	11,16	144,20
Total			3.146,08

OBS: Desmoldante 0,1 litros/m² de forma, em uma área total de reutilizações de 129,20 m².

Fonte: Própria (2017)

Tabela 8 – Custo de fôrmas metálicas para Vigas – SH Fôrmas

Fôrmas Concreform fornecida pela SH				
Quantitativo de fôrma metálica para execução das vigas				
Componentes	(hh/m²)	Área de fôrma (m²)	Total / Pavimento (h)	Total obra (h)
Fôrma metálica	0,35	196,6756	68,83646	137,6729
Custo de locação de fôrma metálica para execução das vigas				
Componentes	UND.	Custo unitário (R\$)	Total (R\$)	
Fôrma metálica	m ² /dia	30,00	4.130,19	
Montador	H	22,02	3.031,56	
Ajudante	H	14,43	649,35	
Desmoldante	L	11,16	438,98	
Total (R\$)			8.250,08	
OBS: Desmoldante 0,1 litros/m ² de forma, numa área total de reutilizações de 393,35 m ²				

Fonte: Própria (2017)

Referente ao fornecedor Mills temos os custos relacionados a fôrmas descritos nas tabelas 9 e 10 de acordo com os índices e custo mostrado no quadro 5.

Através do projeto foco deste trabalho, quantificaram-se as áreas de fôrma para vigas e pilares e com o auxílio das planilhas orçamentárias elaboradas através dos dados coletados obteve-se o quantitativo de insumos e mão de obra necessária à realização do projeto aplicado a diferentes sistemas construtivos.

Vale ressaltar que os sistemas construtivos abordados pertencem a um mesmo segmento ou ideia de utilização, sendo assim, a utilização do mesmo componente pode ser aplicados tanto nos pilares como nas vigas, da mesma forma posteriormente estes ainda pode ser utilizado no pavimento superior desde que não ocorram danos a peça ou já tenha atingido seu valor de reutilização.

Tabela 9- Custo de fôrmas metálicas para Pilar – Mills

Fôrmas SL2000 fornecida pela Mills				
Quantitativo de fôrma metálica para execução dos pilares				
Componentes	(hh/m²)	Área de fôrma (m²)	Total / Pavimento (h)	Total obra (h)
Fôrma metálica	0,37	64,605	23,90385	47,8077
Custo de locação de fôrma metálica para execução dos pilares				
Componentes	UND.	Custo unitário (R\$)	Total (R\$)	
Fôrma metálica	m ² /dia	27,00	1.290,81	
Montador	H	22,02	1.052,73	
Ajudante	H	14,43	649,35	
Desmoldante	L	11,16	144,20	
Total (R\$)			3.137,09	

OBS: Desmoldante 0,1 litros/m² de forma, numa área total de reutilizações de 129,20 m²

Fonte: Própria (2017)

Tabela 10- Custo de fôrmas metálicas para Vigas – Mills

Fôrmas SL2000 fornecida pela Mills				
Quantitativo de fôrma metálica para execução das Vigas				
Componentes	(hh/m²)	Área de fôrma (m²)	Total / Pavimento (h)	Total obra (h)
Fôrma metálica	0,37	196,6756	72,769972	145,5399
Custo de locação de fôrma metálica para execução das Vigas				
Componentes	UND.	Custo unitário (R\$)	Total (R\$)	
Fôrma metálica	m ² /dia	27,00	3.929,58	
Montador	H	22,02	3.204,79	
Ajudante	H	14,43	649,35	
Desmoldante	L	11,16	438,98	
Total (R\$)			8.222,70	

OBS: Desmoldante 0,1 litros/m² de forma, numa área total de reutilizações de 393,35 m²

Fonte: Própria (2017)

Partindo do princípio de utilização do produto de mesmo segmento, o estudo segue demonstrando os custos com mão de obra e insumos analisando-os de forma comparativa.

A tabela 11 demonstra o comparativo de tempo de mão de obra e custo total dispensado em cada tipo de sistema proposto.

Tabela 11 - Resumo dos sistemas de fôrmas

	Ajudante (h)	Carpinteiro / Montador (h)	Custo total (R\$)
PILARES: 129,2m²			
Fôrma em chapa de compensada naval	174,42	174,42	10120,79
Fôrma Concreform – SH	45,22	45,22	3.146,08
Fôrma SL2000 – Mills	47,8	47,8	3.137,09
VIGAS: 393,3m²			
Fôrma em chapa de compensada naval	531,01	531,01	30461,23
Fôrma Concreform – SH	137,67	137,67	8.250,08
Fôrma SL2000 – Mills	145,54	145,54	8.222,70

Fonte: Própria (2017)

Baseando-se nos resultados obtidos de cada sistema, observa-se que o método utilizado pela empresa SH possui o melhor custo e menor emprego de funcionários em sua execução, não obstante a empresa Mills obtêm valores muito próximos ao da SH, à pequena diferença entre essas empresas seria mais significativo caso a edificação estudada tivesse maior quantidade de metro quadrado construído. Já a primeira opção realizada em fôrmas de compensado naval apresenta-se com alto custo chegando a quase três vezes maior que a SH e também há necessidade de mais funcionários chegando a quatro vezes o valor dispendido pela SH.

Desta maneira, analisando comparativamente os processos da SH e Mills, por possuírem valores tão próximos devido ao tamanho da edificação, torna-se mais interessante à utilização da SL2000 da empresa Mills, decisão baseada devido ao fato de que as fôrmas utilizadas por ela possuem menor peso próprio, o que torna

sua utilização, possivelmente, mais segura para os funcionários envolvidos na execução da tarefa.

Os sistemas construtivos de fôrmas utilizados na construção civil necessitam de maiores estudos para redução de custo, pode-se observar nos orçamentos dos materiais que já há uma grande evolução quando se aplica tecnologia de fôrmas metálicas nestes sistemas, contudo esta tecnologia ainda possui poucos concorrentes, sendo assim ainda á margem para maiores desenvolvimento e redução de custos.

5. CONCLUSÃO

Na análise comparativa dos três sistemas de fôrmas estudados (madeira, Concreform SH e SL2000 Mills) observa-se uma grande diferença no custo entre processos com fôrmas metálicas e madeira, tanto na parte de mão de obra quanto referente aos materiais.

Observa-se que quando empregado o sistema fornecido pela SH ou Mills pode-se trabalhar com uma redução do número de funcionários, não afetando o tempo de realização desta obra.

Nesta conclusão temos o custo total de mão de obra, insumos e locação do sistema SH Concreform foi de R\$ 11396,16, para o sistema Mills SL2000 foi de R\$ 11359,79 e para o sistema de convencional de madeira foi de R\$ 40582,02.

Comparando os resultados encontrados neste estudo, verifica-se que o sistema fornecido pela SH e sistema Mills SL2000 representam respectivamente uma economia de 71% e 72% que sistema de madeira convencional, isso contribui para redução dos custos da construção estudada.

6. REFERÊNCIAS

ALMEIDA PRADO, J. F. M. (1999). **Estruturas de edifícios em concreto armado submetidas a ações de construção**. São Carlos. Tese (Doutorado) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo

ARAÚJO, L.O.C. **Projeto de Armaduras**. Técnica, São Paulo, n. 120, p. 38 -41, Março de 2007.

ASSAHI, Paulo Nobuyoshi - **Sistema de Fôrma para estrutura de concreto**. Boletim Técnico, São Paulo: s.n. Disponível em: < http://www.deecc.ufc.br/Download/TB736_construcao%20de%20edificios/Estruturas%20de%20Concreto%20Armado_agosto%20de%202005/Texto%20Paulo%20Assahi%20-%20SISTEMAS%20DE%20F%20D4RMAS.pdf>. Acesso em: 15 de abril 2017.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT – **Fôrmas e escoramentos para estruturas de concreto – Projeto, dimensionamento e procedimentos executivos**: NBR 15696:2009

AZEVEDO, Gilmar A. T. **Avaliação técnica para definição de fôrmas na construção civil**. São Paulo: Universidade Anhembi Morumbi, 2008.

BRUMATTI, Diogo O. - **Uso e pré usam de moldados - estudo e viabilidade**, 2008. Disponível em:< <http://pos.demc.ufmg.br/novocecc/trabalhos/pg1/Monografia%20Dioni%20O.%20Brumatti.pdf>>. Acesso em: 01 de Maio 2017.

CALIL JUNIOR, Carlito; LAHR, Francisco A. R.; DIAS, Antônio A. **Dimensionamento de elementos estruturais de madeira**. 1. ed. Barueri: Manole, 2003.

CARDOSO, F.F. **Certificações setoriais da qualidade de microempresas. O caso das empresas especializadas de Construção Civil**. 210 p. Tese (Livre Docência) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.

CARMO, Eduardo João Zanotto. **Fôrmas e escoramentos**. USF, Itatiba, 2007.

CICNHINELLI, Gisele. **Dois em um**. Revista Técnica, São Paulo, ed 176, nov. 2011

CORREIA, Emanuel A. S. **Análise e dimensionamento de estruturas de madeira**. Porto: Universidade do Porto, 2009

COSTA JUNIOR, Tomaz F.; S. FILHO, Antônio F. **Emprego de fôrmas de madeira em estrutura de concreto**. Salvador: Universidade Católica do Salvador, 2008.

DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM. **Cimbramento das Estruturas de Concreto**. São Paulo, 2007.

FAJERSZTAN, Hermes; LANDI, Francisco Romeu - **Fôrmas para Concreto Armado - Aplicação para o Caso do Edifício**. São Paulo: Escola Politécnica da USP, 2009.

KLOSS, Cesar Luiz. **Materiais para construção civil**. 2ª ed. Curitiba: Centro Federal de Educação Tecnológica, 1996. 228p.

ISAIA, Geraldo Cechela. – **Materiais de construção civil e principio de ciência e engenharia de materiais**. 2ed. São Paul, IBRACON, 2010. 2V.

LEET, KENNETH M., UANG, CHIA-MING, GILBERT, ANNE M. **Fundamentos da análise estrutural**. 3 ed. São Paulo: AMGH. 2009.

MARANHÃO, Geoge. **Fôrmas para concreto**, 2000. Disponível em:< http://www.set.eesc.usp.br/static/media/producao/2000ME_GeorgeMagalhaesMaranhao.pdf />. Acesso em: 05 de maio 2017.

MARTINS, Tomás F. R. M. **Dimensionamento de estruturas em madeira: coberturas e pavimentos**. Lisboa: Universidade Técnica de Lisboa, 2010.

MILLS ESTRUTURAS E SERVIÇOS DE ENGENHARIA LTDA.
<<http://www.mills.com.br/solucoes/formas/sl-2000>>. Acesso em: 01 de novembro de 2017.

NAKAMURA, Juliana. **Fôrmas Deslizantes**. Revista Infraestrutura Urbana, São Paulo, Outubro de 2013.

NAKAMURA, Juliana. **Fôrmas para paredes de concreto**. Revista Técnica, São Paulo, Janeiro de 2014.

NAZAR, Nilton. **Fôrmas e escoramentos para edifícios: critérios para dimensionamento e escolha do sistema**. 1. ed. São Paulo: Pini, 2007.

OLIVEIRA, Maurício Gomes de. **Cimbramento metálico oferece qualidade e agilidade na obra**., n. 9. São Paulo, 2007.

PETRUCCI, Eládio G R. **Materiais de construção**. 4ª edição. Porto Alegre- RS: Editora Globo, 1979. 435p.

PEURIFOY, R. L.; OBERLENDER, G. D. **Formwork for concrete Structures**. 4th ed. New York: Graw-Hill, 2011.

REVISTA EQUIPE DE OBRA. Disponível em:
<<http://equipededeobra.pini.com.br/construcao-reforma/46/artigo254590-1.aspx>>.
Acesso em 02 de novembro de 2017.

RIPPER, Ernesto. **Manual prático de materiais de construção**. São Paulo: Pini, 1995. 253p.

SH FORMAS LTDA. Disponível em: < <http://sh.com.br/formas-para-concreto/forma-de-concreto-concreform-sh/> > Acesso em: 01 de novembro de 2017.

SILVA, M. J. F. **Previsão de Indicadores de Produtividade para estruturas de Concreto Armado: Serviços de Fôrmas**. 150 p. Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.

TABELAS ABNT – **Utilizando tabelas para formatação ABNT**. Disponível em:< <http://www.normasabnt.net/tabelas-abnt/>>. Acesso em: 01 de maio 2017.