

Análise Comparativa de Custo e Tempo de Execução: Laje Maciça x Vigas de Solidarização e Laje Pré- fabricada x Laje Pré-moldada



ISSN: 2316-2317

Revista Eletrônica Multidisciplinar FACEAR

Caroline Brandão de Oliveira¹; Mauro Cavichioni¹

¹Faculdade Educacional Araucária

RESUMO

Devido ao grande número de métodos construtivos possíveis a serem aplicados nas edificações e levando em consideração que, os profissionais precisam fazer opções em função do empreendimento e considerando suas particularidades arquitetônicas, objetivou-se neste estudo fazer uma análise comparativa de custos e tempo de execução entre os diferentes sistemas construtivos que perfazem a infraestrutura (laje maciça e vigas de solidarização) e supraestrutura (laje pré-fabricada e laje pré-moldada), sistemas estes que foram empregados numa edificação de apartamentos, condomínio residencial situado na cidade de Araucária-PR. Assim, se desenvolveu uma análise e detalhamento para cada tipo de sistema construtivo em questão, para que pudéssemos obter os quantitativos de materiais, tempo de execução e composição de preços, formando-se os índices globais para comparação. Por fim, com base nos índices e dados auferidos, foram confrontadas as diferentes tipologias a fim de fazer uma análise comparativa, apontando entre as mesmas as viabilidades diante os itens supracitados. Com isso, baseado no presente estudo, constataram-se pequenas variações no comparativo entre os custos, diferentemente do quesito tempo de execução, que apresentou diferenças superiores a 60%, tanto na infraestrutura quanto na supraestrutura.

Palavras chave: Análise comparativa. Custos. Tempo de execução.

ABSTRACT

Due to the large number of possible construction methods to be applied in buildings and taking into account that professionals need to make choices on the basis of the project and considering their architectural, objective characteristics in this study is a comparative analysis of costs and execution time and indexes, were face different types in order to make a comparative analysis, pointing between the between the different building systems that make up the infrastructure (solid slab and beams of solidarity) and superstructure (prefabricated slab and precast slab), these systems were be employed in building apartments, residential condominium located in Araucaria - Pr. So, it were develop an analysis and breakdown for each type of building system in question, so that they can get the bills of materials, execution time and price composition, forming global indexes for comparison. Finally, based on the received data same viabilities on the above items. Thus, based on this study, we noticed an slight variations in the comparison between the cost of the item differently runtime, which showed differences of more than 60 %, both in infrastructure and in the superstructure.

Keywords: Comparative analysis. Costs. Runtime.

1. INTRODUÇÃO

De um modo geral, visando a competitividade, as organizações buscam cada vez mais a excelência na produtividade. Neste contexto, o setor da construção civil tem procurado adaptar conceitos, métodos e técnicas para minimizar os custos em todas as etapas da obra. Este objetivo é alcançado com análises críticas sobre todo o processo e em diversos aspectos, como por exemplo, nos tipos de materiais a serem utilizados, nas técnicas construtivas e no tempo de execução.

Em resposta à crescente industrialização se faz necessário um estudo sobre os métodos disponíveis, onde a escolha do melhor método varia de projeto para projeto, devendo ser feita uma avaliação aprofundada sobre a melhor opção a ser adotada pela empresa, levando em consideração o prazo, critérios técnicos e econômicos.

Com isso, apresenta-se neste trabalho um estudo de caso feito com base no acompanhamento a uma edificação, onde serão executados quatro sistemas construtivos que perfazem dois tipos de infraestrutura e dois tipos de supraestrutura. Assim, será acompanhada a efetivação de quatro blocos, sendo cada bloco executado com método construtivo distinto, a saber: infraestrutura - no bloco 1, será usada laje maciça; no bloco 2 vigas de solidarização e no fechamento horizontal - bloco 3, laje pré-moldada (içada); bloco 4, laje pré-fabricada.

Após a análise dos métodos supracitados, será feita uma comparação, visando subsidiar futuras tomadas de decisões, sobre qual o método mais viável. Com base nisso, justifica-se o presente estudo, principalmente diante a dificuldade que as organizações encontram em mensurar e confrontar os métodos construtivos em questão.

2. QUADRO TEÓRICO DE REFERÊNCIA

A adequação de um sistema construtivo está diretamente ligada à qualidade do desempenho da edificação na qual for utilizado, cujo desempenho, por sua vez, está relacionado às condições específicas do contexto, também específico, do local onde se destina a ser construída. Dentre estes sistemas construtivos pode-se destacar os sistemas construtivos, pré-moldado e pré-fabricado (BORTOLON, 2004).

2.1 SISTEMAS CONSTRUTIVOS

2.1.2 Sistema construtivo pré-moldado e pré-fabricado

Análise Comparativa de Custo e Tempo de execução: Laje Maciça x Vigas de Solidarização e Laje Pré-fabricada x Laje Pré-moldada

Os elementos pré-moldados podem ser industrializados ou produzidos no próprio canteiro. Nas duas situações, é necessário que haja um canteiro organizado, com definições de espaços previamente delimitados. Os elementos pré-fabricados podem ser classificados, quanto à seção transversal, quanto ao processo de execução, quanto a sua função estrutural e quanto à concepção, que em nível geral, origina o que se denomina de “tipos de concreto pré-fabricado”. Segundo a NBR 9062/2006, elemento pré-moldado é aquele que é executado fora do local de utilização definitiva da estrutura, e elemento pré-fabricado é um elemento pré-moldado, executado industrialmente, mesmo em instalações temporárias, em canteiros de obra.

2.2 FUNDAÇÕES

Fundação é o elemento estrutural que tem por finalidade transmitir as cargas de uma edificação para uma camada resistente do solo. As fundações devem ter resistência adequada para suportar as tensões causadas pelos esforços solicitantes. Além disso, o solo necessita de resistência e rigidez adequada para não sofrer ruptura e não apresentar deformações exageradas (ALONSO, 2010).

2.2.1 Tipos de fundações

As fundações se classificam em rasas ou profundas, de acordo com a forma de transferência de cargas da estrutura para o solo onde ela se apoia (GUERRIN; LAVAU, 2002).

2.3 FUNDAÇÕES RASAS

Fundações rasas são aquelas que transferem as cargas para camadas de solo capazes de suportá-las sem se deformar exageradamente. Esta transmissão é feita através da base do elemento estrutural da fundação, considerando apenas o apoio da peça sobre a camada do solo, sendo desprezada qualquer outra forma de transferência das cargas (GUERRIN; LAVAU, 2002).

2.4 FUNDAÇÕES PROFUNDAS

Fundações profundas são aquelas cujas bases estão implantadas a mais de duas vezes a sua menor dimensão, e a mais de 3 m de profundidade. Possuem grande

Análise Comparativa de Custo e Tempo de execução: Laje Maciça x Vigas de Solidarização e Laje Pré-fabricada x Laje Pré-moldada

comprimento em relação a sua base, apresenta pouca capacidade de suporte pela base. Porém apresenta grande capacidade de carga devido ao atrito lateral do corpo do elemento de fundação com o solo. A fundação profunda, normalmente, dispensa abertura da cava de fundação, constituindo-se, por exemplo, em um elemento cravado por meio de um bate-estaca (GUERRIN; LAVAUUR, 2002).

2.4.1 Tubulões

Os tubulões são elementos estruturais de fundação profunda, geralmente, dotados de uma base alargada, construídos concretando-se um poço revestido ou não, aberto no terreno com um diâmetro mínimo de 70 cm de modo a permitir a entrada e trabalho de um homem na sua etapa final, para completar a geometria da escavação e fazer a limpeza do solo. Divide-se em dois tipos básicos: à céu aberto, normalmente, sem revestimento e não armados no caso de existir somente carga vertical e à ar comprimido (que não será abordado neste trabalho) que são sempre revestidos, podendo esse revestimento ser constituído de uma camisa metálica ou de concreto armado (ALONSO, 2010).

2.4.1.1 Tubulões a céu aberto

Os tubulões a céu aberto são elementos estruturais de fundação profunda, construídos a partir de um poço aberto no terreno, geralmente dotado de base alargada, são normalmente executados acima do nível d'água natural ou rebaixado, ou, em casos especiais, em terrenos saturados onde seja possível bombear a água sem riscos de desmoronamento. No caso do carregamento atuar apenas na direção vertical não há necessidade de se armar o tubulão, sendo necessário, neste caso, apenas uma ferragem de topo para a ligação do mesmo com o bloco de coroamento (BOTELHO; CARVALHO, 2007).

2.5 LAJE MACIÇA

As lajes maciças de grandes dimensões, são placas uniformes apoiadas ao longo de sua estrutura. Os apoios podem ser constituídos por vigas, ou ainda apoiadas diretamente sobre a fundação, este tipo específico de laje servem como infraestrutura de onde partem as paredes, sendo utilizada também como piso, tendo ainda a função de distribuir o peso e as tensões oriundas da edificação para as fundações. Estas lajes

Análise Comparativa de Custo e Tempo de execução: Laje Maciça x Vigas de Solidarização e Laje Pré-fabricada x Laje Pré-moldada

exigem um grande volume de concreto, e são dimensionadas de acordo com as normas em vigor (NBR 6118/2007).

2.6 VIGAS DE SOLIDARIZAÇÃO

Semelhante ao baldrame, constitui-se de uma viga, de concreto armado, construída diretamente sobre a fundação, tem a função de fazer a ligação entre os elementos da fundação, e serve de base para as paredes, recebe e distribui para a fundação as cargas e as tensões geradas pela estrutura.

2.7 LIGAÇÃO ENTRE A FUNDAÇÃO E A INFRAESTRUTURA

A ligação entre a fundação e a laje de grandes dimensões, e entre a fundação e as vigas de solidarização, são feitas com barras de aço, barras que são parte da estrutura dos tubulões, que continuam acima da cota de topo, as bitolas do aço responsáveis por essa ligação, e o quanto elas devem ficar acima da cota de topo dos tubulões são definidas e especificadas em projeto estrutural. O material a ser utilizado na recomposição dos tubulões deve apresentar resistência não inferior à do concreto do tubulão. O topo do tubulão acima da cota de arrasamento deve ser demolido. A seção resultante deverá ser plana e perpendicular ao eixo do tubulão. O acerto final do topo até a cota de arrasamento deverá ser sempre efetuado com o uso de ponteiros ou ferramenta de corte apropriada. (NBR 6122/2010).

2.8 LAJES

Lajes são elementos estruturais tridimensionais planos, onde a espessura é a menor das três dimensões. Elas sofrem a ação de carregamentos externos normais à suas faces. Podem ser classificadas em dois grandes grupos: as lajes moldadas no local e as lajes pré-moldadas, podendo a pré-fabricação ser total ou parcial (NBR 6118/2007).

2.8.1 Lajes pré-fabricadas com vigotas tipo T

A laje vigota de concreto ou laje convencional apresenta trilho maciço com seção transversal do tipo "T" invertido com base de 8 cm o que diminui o intereixo da laje, sua armadura longitudinal consiste em barras de aço carbono dispostas longitudinalmente, duas na base e uma no topo. Utilizam o material de enchimento (cerâmica ou eps), porém as vigotas são mais robustas e pesadas. As lajes pré-fabricadas surgem como um

Análise Comparativa de Custo e Tempo de execução: Laje Maciça x Vigas de Solidarização e Laje Pré-fabricada x Laje Pré-moldada

passo decisivo na industrialização do processo da construção civil. A pré-fabricação é um método industrial de construção no qual os elementos fabricados em série, por sistemas de produção em massa, são posteriormente montados em obra, tendo como principais vantagens a redução do tempo de construção, do peso da estrutura e, conseqüentemente, do custo final da obra. Pode-se ainda salientar como grande vantagem a ausência de fôrmas para as lajes (ALBUQUERQUE, 2002).

2.8.2 Lajes pré-moldadas

Conhecido como sistema de pré-lajes, em que parte da laje de concreto é pré-moldada, no próprio canteiro. Em função da industrialização do processo, a escolha pelo sistema pré-moldado resulta em redução de etapas e economia de tempo e dinheiro (MELO, 2007).

Sobre um piso de concreto polido, feito no próprio canteiro, é disposto uma série de perfis metálicos delimitando o desenho da laje. Entre esses perfis, é montada a armadura e despejado o concreto fresco, separado do piso de concreto polido apenas por uma camada de desmoldante. Depois de prontas e curadas, as pré-lajes, no formato exato de cada cômodo são posicionadas sobre as vigas e pilares do edifício com auxílio da grua (MELO, 2007). Lajes pré moldadas são içadas diretamente sobre a alvenaria, ficando todo o perímetro da laje apoiado, conforme mostra figura 1 . E as pistas que são indispensáveis, para execução da mesma, estão demonstradas na figura 2.



FIGURA 1- LAJE PRÉ-MOLDADA
FONTE: AUTORES, 2014.

Análise Comparativa de Custo e Tempo de execução: Laje Maciça x Vigas de Solidarização e Laje Pré-fabricada x Laje Pré-moldada



FIGURA 2 - PISTA / LAJE PRÉ – MOLDADA
FONTE: AUTORES, 2014.

3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

O desenvolvimento deste estudo de caso se deu através de uma análise comparativa entre sistemas construtivos aplicados na construção de um condomínio residencial de apartamentos. Foram acompanhadas a execução de quatro blocos, onde foram aplicadas duas soluções de infraestrutura: tubulão/laje maciça e tubulão/vigas de solidarização e posteriormente, duas soluções para supraestrutura: laje maciça pré-moldada (içada) e laje pré-fabricada (vigota de concreto tipo T). Os blocos são exatamente iguais nas suas plantas arquitetônicas.

Com isso, objetivou-se demonstrar por meio do levantamento de dados, os custos e o tempo de execução de cada método construtivo supracitados, e também apresentar qual a opção mais econômica e rápida que poderá ser adotada para novos empreendimentos.

Os dados foram coletados por pessoas envolvidas diretamente com o processo, sendo: o engenheiro residente do empreendimento, o almoxarife - responsável pelo recebimento de materiais, direcionamento para os locais de utilização e controle do estoque, e a auxiliar de engenharia – controller responsável pelas observações in loco, coleta, organização e processamento d

os dados, que foram organizados em planilhas através do software Microsoft Excel.

Este estudo abrange apenas a infraestrutura e supraestrutura das tipologias já citadas, não sendo então comparados outros sistemas, como por exemplo, alvenaria, instalações hidráulicas, elétricas, cobertura, acabamentos, dentre outros.

Análise Comparativa de Custo e Tempo de execução: Laje Maciça x Vigas de Solidarização e Laje Pré-fabricada x Laje Pré-moldada

4. ANÁLISE DOS RESULTADOS

O presente capítulo caracteriza o resumo geral do estudo de infraestrutura e supraestrutura do empreendimento, onde a análise resultou na obtenção de particularidades para cada um dos sistemas construtivos estudados, destacando o custo e tempo de execução de cada etapa.

TABELA 1: COMPARATIVO GERAL DE CUSTO – INFRAESTRUTURA

TIPOLOGIAS EXECUÇÃO	LAJE MACIÇA (R\$)	VIG. SOLID. (R\$)	DIFERENÇA %
FUNDAÇÃO	28.950,59	27.814,86	3,92%
LAJE MACIÇA	23.962,21	-	100,00%
VIGAS DE SOLIDARIZAÇÃO	-	19.419,53	100,00%
PISO POBRE	7.267,90	6.559,57	9,75%
TOTAL	60.180,69	53.793,95	10,61%

Segundo resumo geral de custo da infraestrutura, demonstrado na tabela 1, o sistema de vigas de solidarização, comparando-se ao sistema de laje maciça apresenta uma diferença no custo de 10,61% menor, pôde-se observar que nos três itens analisados (fundação, laje maciça/vigas de solidarização e piso pobre), o sistema laje maciça apresentou um custo superior.

TABELA 2: COMPARATIVO GERAL DE TEMPO DE EXECUÇÃO - INFRAESTRUTURA

TIPOLOGIAS EXECUÇÃO	LAJE MACIÇA TEMPO (HS)	VIG. SOLID. TEMPO (HS)	DIFERENÇA %
FUNDAÇÃO	17,88	67,17	73,38%
LAJE MACIÇA	40,50	-	46,36%
VIGAS DE SOLIDARIZAÇÃO	-	75,50	
PISO POBRE	14,00	18,00	22,22%
TOTAL	72,38	160,67	54,95%

Conforme resumo geral de tempo de execução da infraestrutura, demonstrado na tabela 2, o sistema de laje maciça, comparando-se ao sistema de vigas de solidarização apresentou uma diferença de 54,95% menor, destacando-se como uma grande vantagem, que reflete em economia e racionalização da mão de obra.

Assim, após apresentados os resultados encontrados para o sistema de infraestrutura, expõe-se a seguir as tabelas e explicações que perfazem os resultados de custos e tempo de execução para o sistema de supraestrutura.

Análise Comparativa de Custo e Tempo de execução: Laje Maciça x Vigas de Solidarização e Laje Pré-fabricada x Laje Pré-moldada

TABELA 3: COMPARATIVO CUSTO - LAJE PRÉ-FABRICADA X PRÉ- MOLDADA

LAJES	LAJE PRÉ FAB.	LAJE IÇADA	DIFERENÇA %
CUSTO TOTAL MATERIAIS/SERVIÇOS (R\$)	80.281,01	87.646,54	8,40%
ESCORA LAJE PRÉ-FABRICADA - locação escora metálica	3.350,70	-	100,00%
Vergalhão ca50 6,3mm - barra reta	-	40,36	100,00%
Vergalhão ca50 08,0mm - barra reta	-	835,42	100,00%
Vergalhão ca50 10,0mm - barra reta	-	803,30	100,00%
Tela soldada 100x100mm fio 4,2mm q92	-	2.659,62	100,00%
Tela soldada 100x100mm fio 4,2mm q138	-	3.371,76	100,00%
Tela soldada 100x100mm fio 3,8mm q113	-	1.154,26	100,00%
Tela soldada 100x100mm fio 5,0mm q196	16.976,76	-	100,00%
Tela soldada 100x100mm fio 4,5mm q159	-	1.997,50	100,00%
Tela soldada 100x100mm fio 5,6mm q246	-	857,87	100,00%
Graxa semifluida 200l	-	1.396,19	100,00%
Arame recozido liso carb 1,24mm	331,38	138,18	58,30%
Espaçador arm ferro plast sl 20	-	531,12	100,00%
Tela soldada 100x100mm fio 6,0mm q283	-	1.592,30	100,00%
Serviço de armação (corte e dobra)	7.587,16	-	100,00%
LONA E ISOPOR PARA LAJE SOLTA - E	360,56	360,56	-
Serviço laje içada: fabricação/içamento,piso zero	-	12.657,69	100,00%
Serviço de laje pré fabricada montagem e lanç de concreto	8.934,84	-	100,00%
Concreto usinado fck20 b1 08 a 10+/-2cm	13.486,94	-	100,00%
Concreto usinado fck25 b1 08 a 10+/-2cm	-	14.195,40	100,00%
CONTROLE TECNOLÓGICO	605,23	529,67	12,48%
GUINDASTE 30T	-	2.700,00	100,00%
MUNCK	3.400,00	2.550,00	25,00%
Pista lajes	-	8.098,67	100,00%
Forma em metalon para laje içada 9cm	-	27.024,48	100,00%
Serviço nivelamento e preenchimento de juntas	-	1.000,00	100,00%
Concreto usinado fck25 b1 08 a 10+/-2cm	-	3.152,18	100,00%
SERVIÇO PISO ZERO	4.095,14	-	100,00%
VIGOTA PARA LAJE PROTENDIDA 3 FIOS	15.177,02	-	100,00%
LAJOTA CERÂMICA 300x200x90MM	5.733,19	-	100,00%
FORMA PILARETE, CANALETA, VERGA - E	242,09	-	100,00%

TABELA 4: COMPARATIVO TEMPO DE EXECUÇÃO - LAJE PRÉ-FABRICADA X LAJE PRÉ - MOLDADA

COMPARATIVO TEMPO DE EXECUÇÃO LAJES		
	TEMPO (HS)	DIFERENÇA (%)
LAJE PRÉ - FABRICADA	48,00	69,63%
LAJE PRÉ - MOLDADA	14,58	

Para a supraestrutura e em parâmetro com a tabela 3, a laje pré-moldada (içada) apresentou um custo 8,40% maior comparado à laje pré-fabricada. Alguns itens devem ser observados, tais como as fôrmas de metalon e as pistas para montagem das lajes, ambos os itens com valores elevados e dispensáveis para execução da laje pré-fabricada.

Por outro lado, a laje pré-moldada traz fatores a serem considerados: 1 - a mesma é fabricada no chão, diminuindo o risco com acidentes se comparado ao método da laje pré-fabricada; 2 - menor desperdício de materiais; 3 - Com a alvenaria pronta e respaldada, basta içar as lajes para suas devidas locações. Já para a laje pré-fabricada, antes da concretagem, ainda demanda-se o tempo para a montagem. Diante disso, a laje

Análise Comparativa de Custo e Tempo de execução: Laje Maciça x Vigas de Solidarização e Laje Pré-fabricada x Laje Pré-moldada

pré-moldada comparada a laje pré-fabricada, é executada com um percentual de diferença de 69,63% mais rápida, conforme demonstrado na tabela 4.

Para uma visualização simplificada, apresentam-se a seguir, gráficos, demonstrando as informações de forma resumida. As % são relativas ao custo por processo.

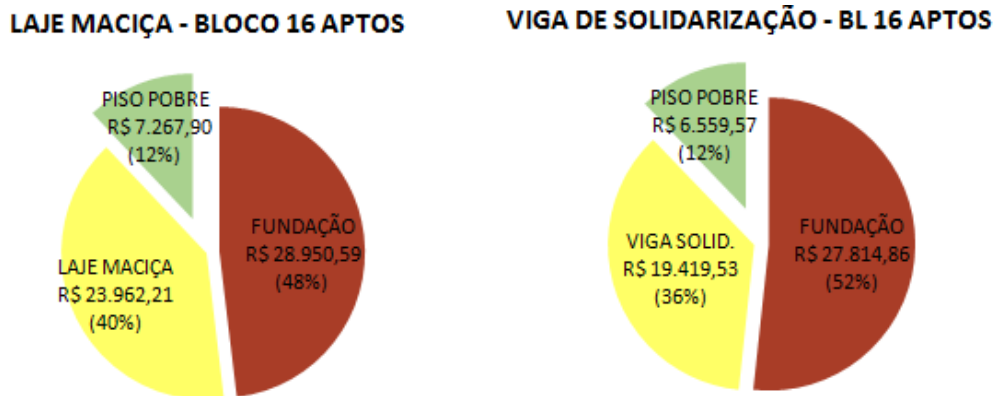


FIGURA 3: CUSTO PARA EXECUÇÃO DE INFRAESTRUTURA REF. A BLOCO 16 APTOS
FONTE: AUTORES, 2014.

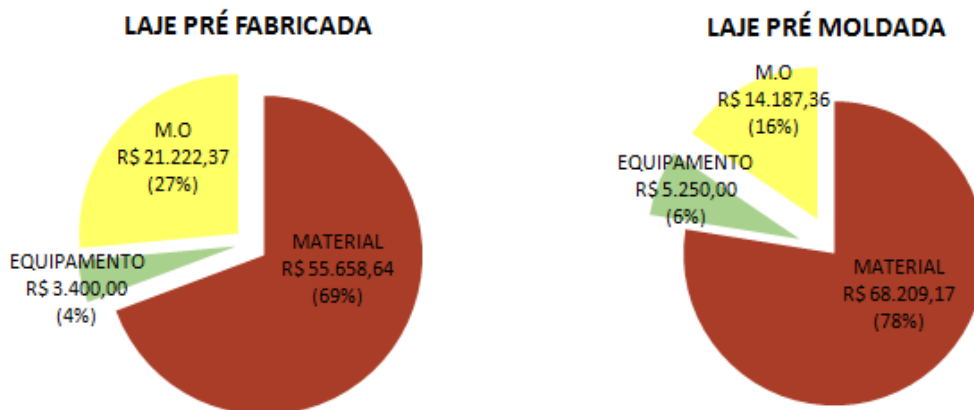


FIGURA 4: CUSTO PARA EXECUÇÃO FECHAMENTO HORIZONTAL REF. A BLOCO 16 APTOS
FONTE: AUTORES, 2014.

A figura 5, a seguir, explana o tempo de execução de forma sintetizada, para os dois sistemas estudados de infraestrutura (laje maciça e vigas de solidarização), e posteriormente, na figura 6, demonstra os resultados obtidos em relação ao tempo de execução do fechamento horizontal (laje pré-fabricada e laje pré-moldada).

Análise Comparativa de Custo e Tempo de execução: Laje Maciça x Vigas de Solidarização e Laje Pré-fabricada x Laje Pré-moldada

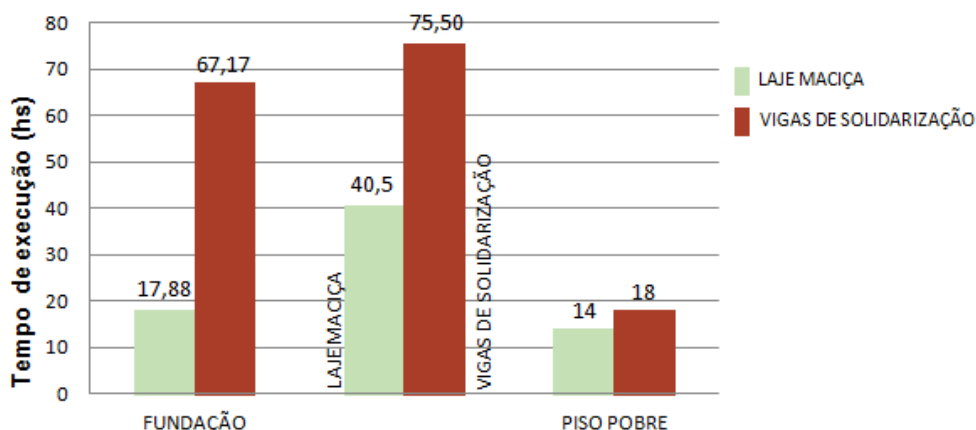


FIGURA 5: TEMPO PARA EXECUÇÃO DE INFRAESTRUTURA REF. A BLOCO 16 APTOS

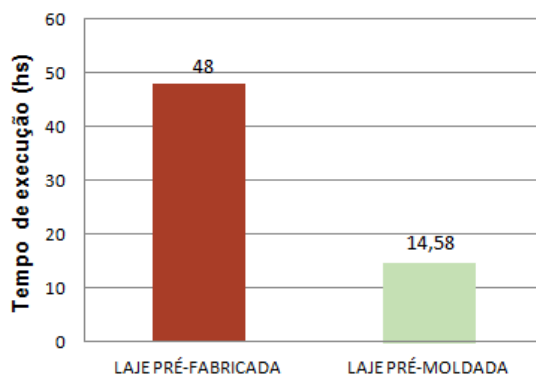


FIGURA 6: TEMPO PARA EXECUÇÃO FECHAMENTO HORIZONTAL REF. A BLOCO 16 APTOS

Conclui-se este capítulo de análise dos resultados, demonstrando custo e tempo, para execução de um bloco de 16 apartamentos, reunidos no mesmo gráfico. Infraestrutura figura 7 e supraestrutura figura 8.

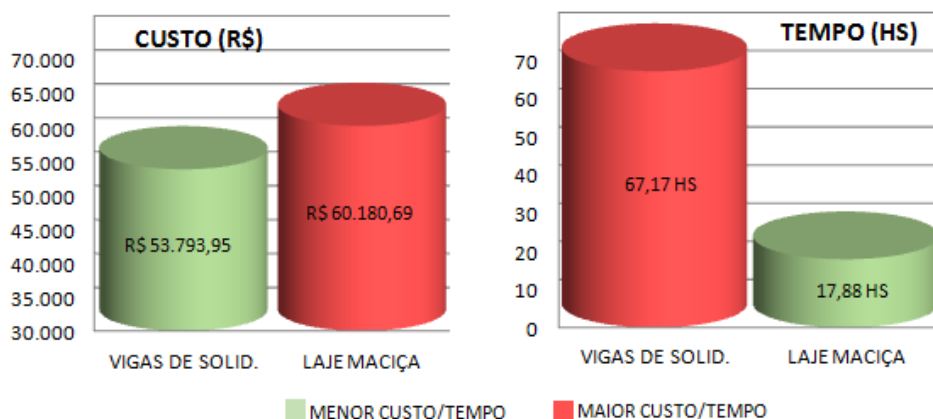


FIGURA 7: CUSTO X TEMPO PARA EXECUÇÃO INFRAESTRUTURA REF. A BLOCO 16 APTOS

FONTE: AUTORES, 2014.

Análise Comparativa de Custo e Tempo de execução: Laje Maciça x Vigas de Solidarização e Laje Pré-fabricada x Laje Pré-moldada

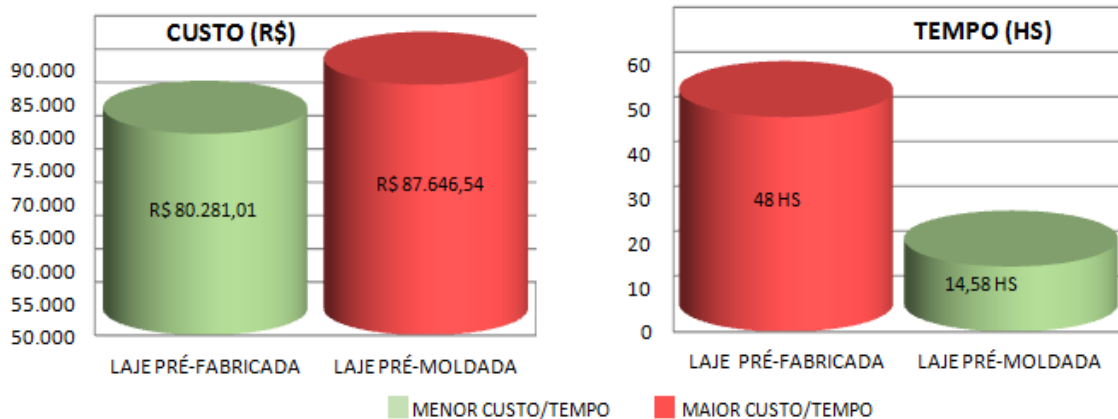


FIGURA 8: CUSTO X TEMPO PARA EXECUÇÃO SUPRAESTRUTURA REF. A BLOCO 16 APTOS
 FONTE: AUTORES, 2014.

É importantíssimo ressaltar, que os custos foram analisados para somente 1 bloco. Porém é preciso ressaltar que no caso da supraestrutura, o custo com as fôrmas e as pistas de laje, deve ser contabilizado uma única vez, ou seja, o custo aqui citado para execução da laje pré-moldada para 1 bloco foi de R\$ 87.646,54, mas se analisarmos por exemplo, a execução de um segundo bloco idêntico, num mesmo empreendimento, o custo seria reduzido para R\$ 52.523,59, pois é preciso reduzir o custo com as fôrmas e a pista (R\$ 35.123,15), visto que esses itens são executados uma única vez no canteiro de obras. A tabela 5 demonstra a análise considerando 1 e 2 blocos.

TABELA 5: CONSIDERAÇÃO IMPORTANTE LAJE PRÉ-MOLDADA IÇADA, CASO A OBRA TENHA MAIS DE 1 BLOCO

	Pré-fabricada	Pré-moldada	Fôrmas + Pistas	TOTAL PRÉ	TOTAL IÇADA
1 Bloco	R\$ 80.281,01	R\$ 52.523,39	R\$ 35.123,15	R\$ 80.281,01	R\$ 87.646,54
2 Blocos	R\$ 80.281,01	R\$ 52.523,39	R\$ 35.123,15	R\$ 160.562,02	R\$ 140.169,93

5. DISCUSSÃO E CONCLUSÃO

Analisando os sistemas apresentados e comparando-os, observou-se que no caso da infraestrutura, considerando somente o custo, o sistema de viga de solidarização leva vantagem, pois gera uma economia de 10,61% em relação à execução da laje maciça. Porém, em relação ao tempo, a laje maciça é mais vantajosa, mostrando-se mais adequada, podendo ser executada até 54,95% mais rápido e com isso para cada infraestrutura de vigas de solidarização, executam-se 2,2 infraestruturas de laje maciça, mostrando-se mais eficaz.

Análise Comparativa de Custo e Tempo de execução: Laje Maciça x Vigas de Solidarização e Laje Pré-fabricada x Laje Pré-moldada

Percebeu-se que as etapas que contribuíram para essa diferença no tempo de execução, foram respectivamente, a fundação (73,38%), laje maciça x vigas de solidarização (46,36%), e piso pobre (22,22%), todos mais rápidos no método construtivo laje maciça.

Já para a supraestrutura, a laje pré-fabricada se mostrou 8,40% mais econômica, diferença que se deu basicamente pelo fato da necessidade da compra das formas de metalon e da execução das pistas para fabricação/montagem das lajes pré-moldadas (içadas). Porém, vale ressaltar que, ao adotar o sistema construtivo laje içada, eliminou-se os cimbramentos. Observou-se ainda vantagem devido à execução ao nível do solo das atividades da montagem e da própria concretagem, o que proporcionou um menor tempo de execução, resultando em uma diferença de 72,99% mais rápida para a execução da laje içada comparada a laje pré-fabricada. Com isso, comprova-se que, com a mecanização dos sistemas construtivos, a produção se eleva e diminui os índices de acidentes de trabalho, além de ter um menor desperdício de materiais.

Analisando os sistemas empregados no referido empreendimento, percebe-se que não há grandes diferenças nos custos apresentados. Porém, quando comparamos os tempos de execução, observa-se que é mais vantajosa a utilização do sistema de infraestrutura da laje maciça (54,95%). Por outro lado, na supraestrutura, executa-se muito mais rápido quando adotado o sistema da laje pré-moldada (69,63%).

Ressalta-se ainda a importância de analisar cada obra, pois conforme demonstrado na tabela 23, se houverem 2 blocos idênticos no mesmo empreendimento, a laje pré-moldada içada, se mostra mais vantajosa em ambos aspectos analisados (custo e tempo).

Além dos resultados apresentados, outros fatores devem ser levados em consideração para a escolha do sistema a ser empregado, como por exemplo, o espaço disponível no canteiro, já que para o uso da laje içada necessita-se de uma área livre para implantação da pista de concretagem das lajes, além da disponibilidade de materiais na região e a oferta de mão de obra especializada.

REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, A. T.; PINHEIRO L. M. **Viabilidade econômica de alternativas de estruturas de concreto armado para edifícios**. Dissertação de mestrado. São Carlos, 2002.

ALONSO, U. R. **Exercícios de fundações**. 2. Ed. São Paulo: Edgard Blucher, 2010.

Análise Comparativa de Custo e Tempo de execução: Laje Maciça x Vigas de Solidarização e Laje Pré-fabricada x Laje Pré-moldada

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6118 - 2007 - Projeto de Estruturas de Concreto**, Rio de Janeiro, RJ. 2007.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6122 – 2010 – Projeto e execução de fundações**. Rio de Janeiro, RJ. 2010.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9062 - 2006 - Projeto e Execução de Estruturas de Concreto Pré-Moldado**, Rio de Janeiro, RJ, 2006.

BORTOLON, M. **Estudo sobre alternativas construtivas técnicas e econômicas para uma edificação da UNIJUÍ no campus Panambi**. Trabalho de conclusão de curso. Ijuí, RS. 2004.

BOTELHO, M. H. C.; CARVALHO, L. F. M. **Quatro edifícios, cinco locais de implantação, vinte soluções de fundações**. São Paulo: Edgard blucher, 2007.

BRITO, J. L. W. **Fundações do edifício**. São Paulo: Edusp, 1987.

BUIATE, M. **Estudo do comportamento de lajes nervuradas formadas por vigotas de concreto com armação tipo treliçada e vigas de borda**. Dissertação (Mestrado). FECIV. Universidade Federal de Uberlândia. Uberlândia, MG. 2004.

CARVALHO, R. C.; FIGUEIREDO F. J. R. **Calculo e detalhamento de estruturas usuais de concreto armado: segundo a nbr 6118/2007**. São Paulo, SP. 2012.

CARVALHO, R. C.; PINHEIRO, L. M. **Calculo e detalhamento de estruturas usuais de concreto armado**. 2. Ed. - vol. 2. São Paulo: Pini, 2013.

FRANCA, A. B. M.; FUSCO, P. B. **As lajes nervuradas na moderna construção de edifícios**. 4. Ed. São Paulo: Afala e Abrapex, 1997.

GUERRIN, A.; LAVAUUR C. R. **Tratado de concreto armado**. Vol. 1, 2, 3. São Paulo: Hemus, 2002.

MELO, C. E. E. **Manual Munte de projetos pré-fabricados de concreto**. 2. ed. São Paulo: Pini, 2007.

SILVA, M. A. F. **Projeto e construção das lajes nervuradas de concreto armado**. São Carlos: Ufscar, 2005.

WOLLE, C. M.; MARZIONNA, J. D. **O Ensino de Engenharia de Fundações na Escola Politécnica da USP. Concreto e Construção**. v. 44, p. 28-31, 2006.