

## ESTUDO DE CASO SOBRE A VIABILIDADE ECONÔMICA E ANÁLISE DE RISCOS DO USO DE LAJES TRELIÇADAS E MACIÇAS NA CONSTRUÇÃO DE CASAS POPULARES

Paulo Marcelo Machado Bruno (UFC) – paulo\_mmb@hotmail.com  
Mayra de Vasconcellos Barbosa (UFC) – mayara.vasconcellos@hotmail.com  
Paulla Maia Calhado (UFC) – paullamcalhado@gmail.com  
Maxweel Veras Rodrigues (UFC) – maxweelveras@gmail.com

**Resumo:** *O relevante crescimento da indústria da construção civil aliado a programas governamentais, como o “Minha casa, Minha vida”, acaba por causar um ambiente de grande efusão do mercado. Dentro desse cenário, a escassez de mão de obra qualificada e flutuações dos custos envolvidos são aspectos que vem dificultando a decisão de qual tipo de processos devem ser aplicados na execução de empreendimento. Sendo umas das etapas de maior importância em uma obra, a decisão de qual laje a ser executada impacta diretamente na velocidade e custos envolvidos da construção. Segundo a situação evidenciada, o estudo propõe um método de análise de custos, receitas, viabilidade econômica e riscos como um parâmetro de decisão para investimentos relacionados à execução de lajes em casas populares. Diante dessa proposta, esta pesquisa evidência resultados que indicam ao profissional qual tipo de empreendimento deve ser executado de acordo com sua necessidade e disponibilidade de recursos.*

*Palavras-Chave: Lajes; Viabilidade; Riscos; Decisão.*

### **Abstract:**

*The significant growth in the construction industry coupled with government programs, such as "Minha Casa, Minha Vida", ends up causing an atmosphere of great outpouring of the market. In this scenario, the shortage of skilled labor and fluctuations of the costs involved are aspects that comes difficult to decide which type of processes should be applied in the implementation of enterprise. Being one of the most important steps in a work, the decision of which the slab to be performed directly impacts the speed and cost of construction involved. According to the situation shown, the study proposes a method of cost analysis, revenue, economic viability and risks as a decision parameter for investments related to the execution of slabs in housing. Given this proposal, these research findings which indicate to what type of professional development must be implemented according to your need and resource availability.*

*Keywords: Slab; Viability; Risks; Decision.*

## **1. INTRODUÇÃO**

Segundo informações do site da editora Pini, a indústria da Construção Civil é responsável pela maior alta de empregos no ano de 2011 ao crescer 5.2% relacionado ao ano anterior. Aliado a esse fato, destaca-se o grande número de incentivos governamentais em projetos habitacionais como o “Minha Casa, Minha Vida” que contribuiu com aproximadamente 354 mil habitações em todo o país no ano de 2011.

Devido a esse ambiente de grande efusão de mercado, a escassez de mão de obra qualificada e o aumento constante dos custos do setor provocam uma potencialização dos riscos inerentes ao empreendimento, de modo a dificultar a decisão de qual investimento deve ser executado.

Segundo Santos (2000) e Albuquerque (1999), o critério de escolha e a forma de execução das lajes são importantes para possibilitar maior velocidade de produção da edificação, visto que ela responde pela etapa de maior representatividade no custo total da construção, variando de 15 a 20%.

Analisando o cenário apresentado, surge a necessidade do desenvolvimento de novos métodos e tecnologias que auxiliem o profissional da área a atingir resultados satisfatórios quanto à lucratividade do investimento. Visando a obtenção de maiores eficiências construtivas, levanta-se o seguinte questionamento: *Como estabelecer um parâmetro adequado que alicerce a escolha de qual método produtivo deve ser efetivado para execução de lajes em casas populares?*

No estudo realizado, foram analisadas duas obras de empresas distintas localizadas no estado do Ceará e participantes do projeto “Minha Casa, Minha Vida”. Os sistemas construtivos utilizados nesses empreendimentos são de laje maciça e treliçada, que serão abordados com mais detalhes.

## **2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

### **2.1 Lajes treliçadas e maciças**

Segundo Albuquerque (1999), a evolução do processo construtivo começa pela qualidade dos projetos, e entre os projetos elaborados pela construção civil, destaca-se o estrutural. Por meio desta afirmativa, busca-se maior otimização do processo construtivo de placas de concreto.

De acordo com a NBR 6118 (2004) placas de concreto são definidas como elementos de superfície plana sujeitos principalmente a ações normais a seu plano, sendo usualmente denominadas de lajes.

As lajes possuem como principal função, receber os carregamentos atuantes no andar servindo como base para o piso e suporte para o forro. Elas são divididas segundo sua forma de construção em moldadas e pré-moldadas. Entre as moldadas, apresentam-se lajes maciças, treliçadas, protendidas e nervuradas. Para esses tipos de lajes é necessário o uso de fôrmas apropriadas, as quais são responsáveis pela configuração da laje e suporte para a deposição de concreto. O grupo das pré-moldadas apresenta-se como um novo processo de industrialização na construção civil. As lajes mais comuns a fazerem parte desse grupo são: laje alveolar e laje com vigotas.

As lajes estudadas nesse trabalho serão treliçada e maciça. A primeira é constituída por vigotas de ferro formando treliças, onde tijolos são depositados e posteriormente é acrescentado o concreto, apresentando disposição de maneira intercalada para maior sustentação da estrutura. A composição da laje maciça dá-se pela montagem de vergalhões metálicos dispostos por cima de formas montadas para sustentação dessa estrutura, onde o concreto será posteriormente depositado. As principais características de ambas as lajes são apresentadas na quadro 1:

<b>Maciça</b>	<b>Treliçada</b>
Necessidade de fôrmas	Ausência de fôrmas
Número elevado de escoramentos	Número reduzido de escoramentos
Alto índice de retrabalho	Baixo índice de retrabalho
Não há necessidade do uso de transporte de equipamentos e partes constituintes da laje	Indispensável utilização de grua para elevação das lajes em casos de edifícios altos
Não necessita de espaço no canteiro para fabricação da laje	Necessidade de espaço disponível no canteiro de obra para execução da laje
Todo o serviço é realizado nos pavimentos	Grande parte do serviço é realizado a nível do chão

Quadro 1 – Características das Lajes Maciça e Treliçada  
Fonte: Adaptado de Santos (2000)

O processo construtivo da laje maciça abrange cinco etapas. A primeira inicia pelo cimbramento e/ou montagem da forma, que corresponde à criação de uma estrutura provisória para resistir aos esforços solicitantes do processo construtivo. Essa estrutura é montada com uso de formas modulares plásticas apoiadas em escoras metálicas. Segundo Santos (2000) a fôrma é uma estrutura auxiliar que consome grandes recursos da atividade estrutural. Geralmente é a responsável por grande parte dos desperdícios da construção.

Na etapa posterior, têm-se a montagem da laje, que se subdivide no transporte e montagem de peças de aço moldadas. Compreende a esta etapa a montagem de instalações elétricas e sanitárias, que devem ser seguidas de acordo com o projeto.

Na terceira etapa é realizada a concretagem da estrutura. O transporte do concreto é bombeado, sendo necessária a utilização de mão-de-obra apenas para adensamento e nivelamento da quantidade de concreto que deve ser deixada in loco. O processo de adensamento do concreto baseia-se essencialmente na eliminação do ar aprisionado. O método mais antigo de conseguir isso consiste em golpear ou apiloar a superfície do concreto para expulsar o ar e forçar as partículas a uma disposição mais compacta. (NEVILLE, 1982)

“Após essas fases tem-se o tempo de cura do concreto que consiste no tratamento que se dá a laje para evitar o seu secamento prematuro, ou seja é o tempo necessário de descanso do concreto para que retorne o trabalho no ambiente” (PIANCA, 1976).

A penúltima fase a ser estudada na laje maciça é o reescoramento, etapa onde são retiradas 70% das escoras metálicas utilizadas e todas as formas modulares. Segundo PIANCA (1976), para cimentos comuns em lajes de mais de 10 cm de espessura e com até 10 metros de vão, é estabelecido um prazo de treze dias para a desmontagem da forma. Na quinta etapa, após 28 dias a partir da concretagem, ocorre a remoção das escoras restantes.



Figura 1 – Laje Maciça mostrando o assoalho feito pela fôrma modular  
Fonte: Autoria própria

A laje treliçada apresenta etapas construtivas similares às citadas anteriormente, possuindo como principal distinção o uso de outros insumos.

Analisando os processos das obras em observação, a primeira fase da construção da laje treliçada difere principalmente da maciça devido a ausência de montagem de fôrmas. Para laje treliçada tem-se a montagem de vigotas pré-fabricadas, onde serão dispostos tijolos cerâmicos com posterior recebimento da camada de concreto. Compreende a esta etapa a montagem de instalações hidráulicas e elétricas, atividade esta que se refere a colocação de canos e estrutura de passagem para instalações.

Na etapa seguinte têm-se a concretagem da laje, que procede de maneira similar a apresentada no processo da laje maciça, podendo ser utilizadas bombas para o transporte de concreto ao pavimento. “O concreto deve ser lançado com técnica que elimine ou reduza significadamente a segregação entre seus componentes.” (NBR 14931, 2004, p.20).

“Enquanto não atingir endurecimento satisfatório, o concreto deve ser curado e protegido contra agentes prejudiciais a fim de evitar perdas de água, assegurar resistência para superfície e assegurar a formação de uma capa superficial durável” (NBR 14931, 2004, p.23). Na etapa seqüente, após três dias, ocorre a remoção dos escoramentos, baseado no plano de desforma estabelecido de maneira a não comprometer a segurança e desempenho da estrutura. O esquema construtivo e a composição da laje treliçada são expostos na figura 2, abaixo:

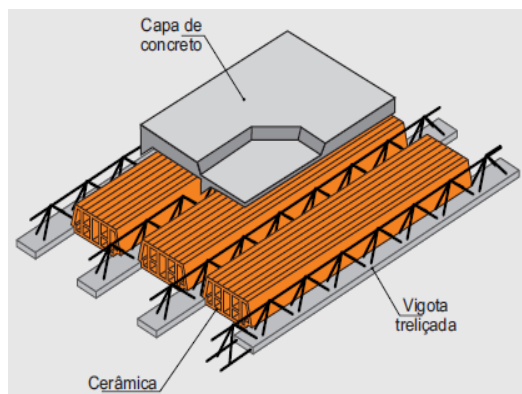


Figura 2 – Composição de Laje Treliçada  
Fonte: Adaptado de Lajes Salema (2012)

A figura 3 representa, na forma de um fluxograma, as etapas dos processos produtivos de cada laje:

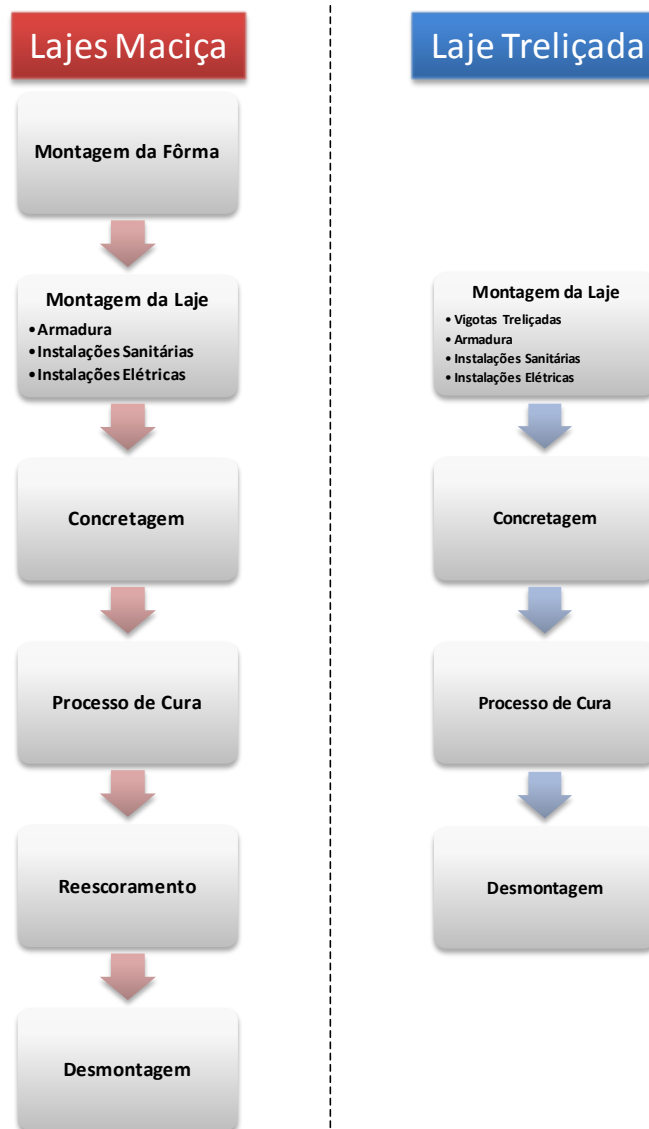


Figura 3 – Fluxograma das lajes maciças e treliçadas  
Fonte: Autoria Própria

### 2.3 Valor Presente Líquido (VPL)

Segundo Motta (2009), o Valor Presente Líquido (VPL) pode ser obtido pelo somatório de todos os fluxos de caixa líquidos descontados de um investimento para o instante presente a uma taxa de juros, podendo ser representado pela seguinte fórmula consagrada em Engenharia Econômica:

$$VPL = \sum_{t=0}^n \frac{FC_t}{(1+i)^t} \quad (1)$$

Onde: t – período genérico percorrendo todo o fluxo de caixa

i – taxa de desconto

FC<sub>j</sub> – fluxo genérico para t=[0 ... n]

n – período genérico percorrendo todo o fluxo de caixa

Com o valor obtido pelo VPL é possível determinar a viabilidade do investimento. Caso o VPL seja positivo, nulo ou negativo, o investimento será declarado respectivamente viável economicamente, indiferente ou inviável economicamente.

No entanto, essa análise não contempla os riscos envolvidos no investimento. Segundo esse cenário, faz-se necessário a avaliação dessas possíveis variações através do método da Análise de Sensibilidade que será discutido na seção posterior.

## **2.4 Análise de Sensibilidade**

Segundo a NBR 14653-4 (2003), a Análise de Sensibilidade é uma análise dos efeitos das variações dos parâmetros do modelo adotado, objetivando a identificação das variáveis de maior elasticidade.

“Pela Análise de Sensibilidade, podem ser identificados os valores possíveis das variáveis a partir de uma variação pré-estabelecida no indicador de viabilidade de fluxo de caixa” (HOUSER, 2005).

Conforme MONETTI (1996), quando essas variações são suficientes para provocar desvios significativos, configura-se uma situação de alto risco relativamente àquela variável analisada. De forma análoga, quando a variação é pequena, a situação é de baixo risco. De acordo com essa análise, o risco do investimento pode ser avaliado pela elasticidade que a variável apresenta em relação ao indicador estabelecido.

Realizando variações nesse indicador de viabilidade, será estabelecido limites aceitáveis, mínimos ou máximos, representando o cenário esperado, pessimista ou otimista respectivamente. Utilizando essa ferramenta, podemos identificar a magnitude da variável que proporcionam essas modificações para diversos investimentos.

Salienta-se, porém, que esse percentual de variação é teórico, haja em vista que é obtido mediante a consideração de constância das demais variáveis. (MONETTI, 1996).

## **3. MÉTODO PROPOSTO**

Para a realização do estudo foi acompanhado o procedimento executivo de dois tipos de laje, treliçada e maciça, em duas empresas de construção civil, onde ambas apresentaram diferentes métodos, equipamentos e materiais empregados. O acompanhamento consistiu em observar cada etapa do processo construtivo, quantificando os materiais utilizados, a mão de obra envolvida e a duração desses processos.

Aqui é exposta a estrutura do método para a determinação dos parâmetros que auxiliem a escolha do processo produtivo de lajes a ser utilizado em investimentos de casas populares. Esse método utiliza duas abordagens: Valor Presente Líquido e Análise de Sensibilidade, de forma a avaliar não só a viabilidade econômica como também os riscos envolvidos. O método foi dividido em seis etapas com a finalidade de facilitar sua aplicação, visto que existe interdependência entre as fases.

A primeira etapa consiste em analisar e projetar os gastos envolvidos, ou seja, os custos e despesas relacionados à execução do serviço. Na segunda etapa, é realizada a análise do preço de venda e a projeção das receitas futuras, levando em consideração a precificação e tempo de execução do empreendimento. Etapa seguinte consiste na realização da Demonstração do Resultado do Exercício (DRE) de cada investimento seguido da análise do VPL. A última etapa será a utilização da Análise de Sensibilidade com o intuito de determinar a elasticidade de uma variável, tendo como indicador de referência o VPL. A figura 4 abaixo mostra a estrutura do modelo proposto de forma esquematizada:

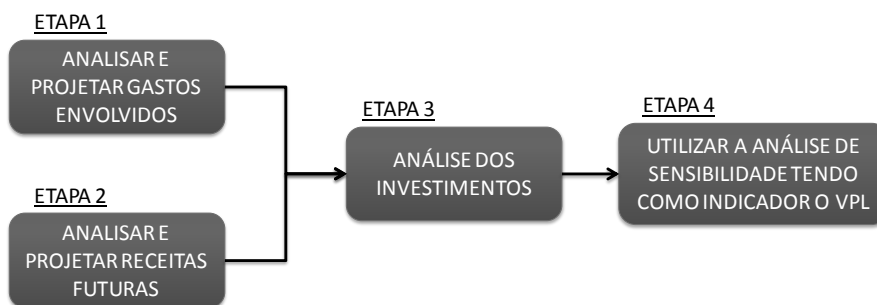


Figura 4: Estrutura do modelo proposto para a análise do investimento  
Fonte: Autoria própria

## 4. APLICAÇÃO DO MÉTODO

### 4.1. Análise e projeção dos gastos envolvidos

Nessa etapa foi realizada uma planilha orçamentária com todos os custos diretos unitários envolvidos no processo de fabricação de cada tipo de laje. Nelas são apresentados os custos com mão de obra e materiais diretos unitários compreendidos em cada etapa executada. Esses valores foram determinados por meio de mensurações em campo dos recursos e tempos envolvidos. Os valores dos consumos de material direto e mão de obra direta unitária das lajes Maciça e Trelaçada são relatados no quadro 2 abaixo:

Maciça		Trelaçada	
Etapas	Preço Final	Etapas	Preço Final
<b>1. Montagem da Fôrma</b>	<b>R\$ 1.030,94</b>	<b>1. Montagem da laje</b>	<b>R\$ 4.908,55</b>
1.1 Material	R\$ 261,20	1.1 Material	R\$ 3.786,24
1.2 Mão de Obra	R\$ 769,74	1.2 Mão de Obra	R\$ 1.122,31
<b>2. Montagem da Laje</b>	<b>R\$ 2.654,03</b>	<b>2. Montagem da Laje</b>	<b>R\$ 2.042,70</b>
<b>2.1. Armadura</b>	<b>R\$ 1.187,38</b>	<b>2.1. Armadura</b>	<b>R\$ 576,05</b>
2.1.1 Material	R\$ 965,45	2.1.1 Material	R\$ 470,26
2.1.2 Mão de Obra	R\$ 221,93	2.1.2 Mão de Obra	R\$ 105,79
<b>2.2. Instalações Sanitárias</b>	<b>R\$ 509,87</b>	<b>2.2. Instalações Sanitárias</b>	<b>R\$ 509,87</b>
2.2.1 Material	R\$ 404,08	2.2.1 Material	R\$ 404,08
2.2.2 Mão de Obra	R\$ 105,79	2.2.2 Mão de Obra	R\$ 105,79
<b>2.3. Instalações Elétricas</b>	<b>R\$ 956,79</b>	<b>2.3. Instalações Elétricas</b>	<b>R\$ 956,79</b>
2.3.1 Material	R\$ 851,00	2.3.1 Material	R\$ 851,00
2.3.2 Mão de Obra	R\$ 105,79	2.3.2 Mão de Obra	R\$ 105,79
<b>3. Concretagem</b>	<b>R\$ 3.823,25</b>	<b>3. Concretagem</b>	<b>R\$ 3.380,01</b>
3.1 Material	R\$ 3.773,25	3.1 Material	R\$ 3.329,98
3.2 Mão de Obra	R\$ 50,00	3.2 Mão de Obra	R\$ 50,03
<b>4. Processo de Cura</b>	<b>R\$ -</b>	<b>4. Processo de Cura</b>	<b>R\$ -</b>
<b>5. Reescoramento</b>	<b>R\$ 26,51</b>	<b>5. Desmontagem</b>	<b>R\$ 26,54</b>
5.1 Mão de Obra	R\$ 26,51	5.1 Mão de Obra	R\$ 26,54
<b>6. Desmontagem</b>	<b>R\$ 26,51</b>	<b>Total</b>	<b>R\$ 10.357,80</b>
6.1 Mão de Obra	R\$ 26,51		
<b>Total</b>	<b>R\$ 7.561,25</b>		

Quadro 2: Planilha Orçamentária da laje Maciça e Trelaçada, respectivamente  
Fonte: Autoria Própria

Nos cálculos dos materiais utilizados fez-se uma mensuração da quantidade consumida e do custo unitário. Para definição do valor da mão de obra foi calculada a quantidade de horas trabalhadas necessárias para a realização da tarefa baseada em uma produtividade média mensurada em campo,

bem como os custos referentes à capatazia, ou seja, ao transporte interno de materiais necessários para realização das etapas construtivas.

O percentual de encargos sobre a mão de obra e o valor do salário foi calculado de acordo com o Sindicato da Construção Civil (Sinduscon).

Os dados obtidos nessa etapa, aliado a projeção de receitas futuras, foram utilizados para a realização da análise de investimento de cada empreendimento.

#### 4.2. Analisar e projetar receitas futuras

Para a determinação das receitas futuras, foi necessário o preço de venda e o cálculo da quantidade de unidades vendidas no período. Na etapa de precificação foi utilizada a taxa de Benefícios e Despesas Indiretas (BDI), comumente aplicada para a precificação de obras públicas.

Segundo Mendes e Bastos (2001), a taxa BDI defini-se como uma porcentagem que ao ser aplicada ao custo direto de um empreendimento determina o valor de venda de forma a cobrir as despesas indiretas e gerar lucros. Essa relação pode ser expressa pela fórmula:

$$PV = (1 + BDI) * \text{Custo Direto Unitário}$$

O BDI admitido na aplicação do método foi de 30%, que pode ser considerado de valor médio. Os preços de venda determinados são de R\$9.829,62 e R\$13.465,14 para as lajes maciça e treliçada, respectivamente.

Para a determinação da quantidade de unidades produzidas, estabeleceu-se que cada investimento é constituído de 60 unidades, de 42m<sup>2</sup> cada, e que cada empresa terá capacidade de realizar até duas lajes paralelamente. Após ser analisado o tempo de produção das unidades e as etapas do processo de fabricação, foi possível determinar o volume de produção em cada período. Esse cálculo pode ser resumido no quadro 3, onde consta a quantidade a ser produzida em cada mês por cada tipo de empreendimento tendo como Janeiro o mês inicial das operações:

Laje Analisada	MESES							
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago
Treliçada		8	10	10	8	10	10	4
Maciça		14	16	16	14			

Quadro 3: Unidades produzidas para cada tipo de investimento  
Fonte: Autoria Própria

As informações adquiridas na etapa de projeção de receitas foram unidas aos dados do item anterior para realização da análise de investimentos.

#### 4.3. Análise dos Investimentos

A etapa de Análise de Investimentos consiste na realização da DRE e aplicação do método do VPL para a identificação de qual investimento se apresenta mais viável economicamente. Na DRE utilizada a TMA foi de 15% e os impostos incidentes no lucro líquido de 7,68%. As Despesas Indiretas foram estabelecidas com o valor de 10% dos custos devido a dados históricos da indústria da construção civil.

Para o investimento relativo a laje treliçada, foram estabelecidos como custos fixos o escoramento metálico e custos com mão de obra fixa, como mestre de obras. As despesas são referentes aos setores administrativos, especificado pelo setor de compra, contabilidade e segurança. A



depreciação mostrada na DRE faz alusão às ferramentas utilizadas pelos operários. Ela foi calculada através do tempo útil de cada equipamento disponível no site da Secretaria da Fazenda.

Após o cálculo do Fluxo de Caixa Livre (FCL), seus valores descontados são determinados com objetivo de soma-los para estabelecer o VPL do investimento. Após a aplicação do método, realizou-se a padronização do valor presente líquido dos empreendimentos, pois, segundo Casaroto (2008), para projetos com tempo de duração diferentes, deve-se supor que os mesmos sejam repetidos até que cheguem a um horizonte comum de planejamento para que a análise possa ser corretamente aplicada. Todos esses dados podem ser analisados nos quadros 4 e 5 abaixo:

Descrição	Meses							
	0	1	2	3	4	5	6	7
Receitas	R\$ 107.721,09	R\$ 134.651,36	R\$ 134.651,36	R\$ 107.721,09	R\$ 134.651,36	R\$ 134.651,36	R\$ 134.651,36	R\$ 53.860,54
(-) CPV	-R\$ 85.587,71	-R\$ 106.984,64	-R\$ 106.984,64	-R\$ 85.587,71	-R\$ 106.984,64	-R\$ 106.984,64	-R\$ 106.984,64	-R\$ 42.793,85
(-) Despesas	-R\$ 8.558,77	-R\$ 10.698,46	-R\$ 10.698,46	-R\$ 8.558,77	-R\$ 10.698,46	-R\$ 10.698,46	-R\$ 10.698,46	-R\$ 4.279,39
(-) Depreciação	-R\$ 4,86	-R\$ 4,86	-R\$ 4,86	-R\$ 4,86	-R\$ 4,86	-R\$ 4,86	-R\$ 4,86	-R\$ 4,86
(=) Lucro Operacional	R\$ 13.569,75	R\$ 16.963,40	R\$ 16.963,40	R\$ 13.569,75	R\$ 16.963,40	R\$ 16.963,40	R\$ 16.963,40	R\$ 6.782,45
(-) Impostos	-R\$ 1.042,16	-R\$ 1.302,79	-R\$ 1.302,79	-R\$ 1.042,16	-R\$ 1.302,79	-R\$ 1.302,79	-R\$ 1.302,79	-R\$ 520,90
(=) Lucro Líquido	R\$ 12.527,59	R\$ 15.660,61	R\$ 15.660,61	R\$ 12.527,59	R\$ 15.660,61	R\$ 15.660,61	R\$ 15.660,61	R\$ 6.261,55
(+) Depreciação	R\$ 4,86	R\$ 4,86	R\$ 4,86	R\$ 4,86	R\$ 4,86	R\$ 4,86	R\$ 4,86	R\$ 4,86
(=) FCO	R\$ 12.532,45	R\$ 15.665,47	R\$ 15.665,47	R\$ 12.532,45	R\$ 15.665,47	R\$ 15.665,47	R\$ 15.665,47	R\$ 6.266,40
(+/-) CDG	-R\$ 20.000,00	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ 20.000,00
(+/-) Investim.	-R\$ 583,00	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ 548,99
(=) FLC	-R\$ 20.583,00	R\$ 12.532,45	R\$ 15.665,47	R\$ 15.665,47	R\$ 12.532,45	R\$ 15.665,47	R\$ 15.665,47	R\$ 26.815,40
(=) VPL do mês	-R\$ 20.583,00	R\$ 12.387,51	R\$ 15.305,23	R\$ 15.128,23	R\$ 11.962,69	R\$ 14.780,35	R\$ 14.609,42	R\$ 24.718,49
(=) VPL	R\$ 88.308,93							

Quadro 4 – Demonstração do Resultado do Exercício da laje Treliçada  
Fonte: Autoria Própria

Descrição	Meses					
	0	1	2	3	4	5
Receitas		R\$ 137.614,72	R\$ 157.273,96	R\$ 157.273,96	R\$ 137.614,72	
(-) CPV		-R\$ 118.244,66	-R\$ 133.367,16	-R\$ 133.367,16	-R\$ 118.244,66	-R\$ 3.949,50
(-) Despesas		-R\$ 11.824,47	-R\$ 13.336,72	-R\$ 13.336,72	-R\$ 11.824,47	-R\$ 394,95
(-) Depreciação		-R\$ 4,86	-R\$ 4,86	-R\$ 4,86	-R\$ 4,86	-R\$ 4,86
(=) Lucro Operacional		R\$ 7.540,73	R\$ 10.565,23	R\$ 10.565,23	R\$ 7.540,73	-R\$ 4.349,31
(-) Impostos		-R\$ 579,13	-R\$ 811,41	-R\$ 811,41	-R\$ 579,13	R\$ -
(=) Lucro Líquido		R\$ 6.961,60	R\$ 9.753,82	R\$ 9.753,82	R\$ 6.961,60	-R\$ 4.349,31
(+) Depreciação		R\$ 4,86	R\$ 4,86	R\$ 4,86	R\$ 4,86	R\$ 4,86
(=) FCO		R\$ 6.966,46	R\$ 9.758,68	R\$ 9.758,68	R\$ 6.966,46	-R\$ 4.344,45
(+/-) CDG	-R\$ 20.000,00	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ 20.000,00
(+/-) Investim.	-R\$ 583,00	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ 558,71
(=) FLC	-R\$ 20.583,00	R\$ 6.966,46	R\$ 9.758,68	R\$ 9.758,68	R\$ 6.966,46	R\$ 16.214,26
(=) VPL do mês	-R\$ 20.583,00	R\$ 6.885,90	R\$ 9.534,27	R\$ 9.424,01	R\$ 6.649,75	R\$ 15.298,13
(=) VPL	R\$ 27.209,05					

Quadro 5 – Demonstração do Resultado do Exercício da laje maciça  
Fonte: Autoria Própria

De acordo com os quadros apresentados, o VPL da laje treliçada é de 88.308,93 e o da laje maciça assumiu o valor de 27.209,05. Visto que os tempos de duração de cada investimento são diferentes, multiplica-se o VPL de cada empreendimento pelo período de execução do outro, visando a padronização do horizonte de planejamento. Após o cálculo, temos o VPL corrigido da laje treliçada com o valor de 441.544,65 e o da laje maciça apresenta um retorno de 190.463,35.

Os dados obtidos com a montagem da DRE e o cálculo do VPL são de fundamental importância para a etapa de Análise de Sensibilidade, visto que este necessita de parâmetros de controle consistente que possa avaliar os riscos do empreendimento.

#### 4.4. Análise de Sensibilidade

A Análise de Sensibilidade consiste na avaliação das variações que um parâmetro sofre devido a alteração de uma ou mais variáveis. Nesse estudo, o parâmetro determinado foi o VPL, visto que ele expressa a viabilidade e a magnitude da rentabilidade de um investimento. Estabeleceu-se como variável a ser simulada o Custo do Produto Vendido (CPV), pois, de acordo com a Fundação Getúlio Vargas, o Índice Nacional de Custos da Construção Civil (INCC) tem seu valor acumulado de aproximadamente 8,02% no período de março de 2011 à fevereiro de 2012, o que pode representar um aumento expressivo dos riscos que envolvem o aumento dos custos construtivos.

Determinados o parâmetro e a variável, a aplicação da Análise de Sensibilidade foi realizada através da iteração de valores de forma a determinar qual o CPV de cada investimento para três situações: otimista (onde o VPL varia em +10%), esperada (sem variação do VPL) e pessimista (com VPL variando -10%). A taxa mínima de atratividade (TMA) utilizada foi de 1% ao período para fins de simulação. Essa análise pode ser apresentada no quadro 6, abaixo e o figura 5 mostra o gráfico de variação do CPV, no eixo das ordenadas, em relação a variação do VPL, no eixo das abscissas:

Variável	Cenário Pessimista (variação o VPL em -10%)			Cenário Esperado (sem variação do VPL)		Cenário Otimista (variação o VPL em +10%)		
	Valor de ocorrência da variável	Desvio (%)	VPL pessimista	Valor de ocorrência da variável	VPL esperado	Valor de ocorrência da variável	Desvio (%)	VPL otimista
<b>CPV da Laje Trelaçada</b>	R\$ 10.509,71	1,47%	R\$ 80.229,10	R\$ 10.357,80	R\$ 89.143,44	R\$ 10.205,88	-1,47%	R\$ 98.057,79
<b>CPV da Laje Maciça</b>	R\$ 7.607,28	0,60%	R\$ 24.517,41	R\$ 7.561,25	R\$ 27.241,57	R\$ 7.515,70	-0,60%	R\$ 29.965,72

Quadro 6: Valores e desvios do CPV dos dois investimentos para três cenários  
Fonte: Adaptado de Greet,G. E.; Kolbe, P. T. (2003).

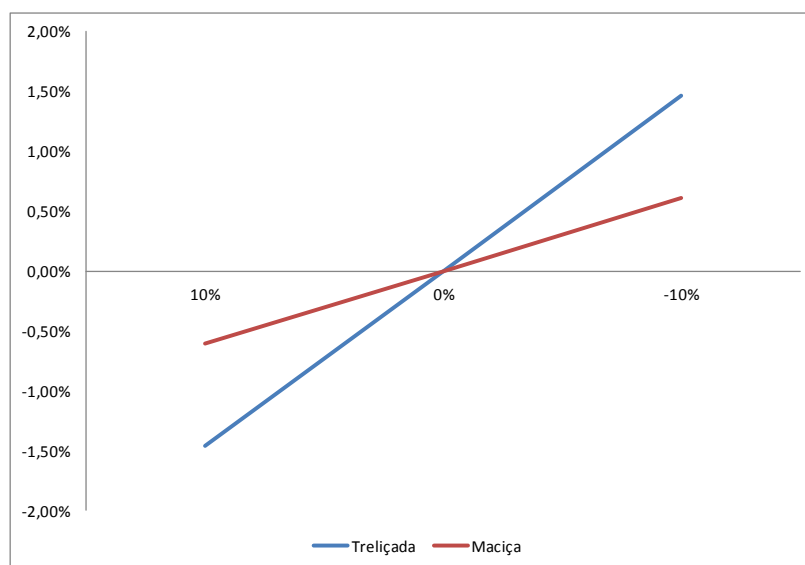


Figura 5: Gráfico da Análise de Sensibilidade  
Fonte: Autoria própria

#### 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O trabalho procurou avaliar economicamente dois diferentes tipos de lajes: maciças e trelaçadas. As análises apresentadas confirmaram que o processo de conformação das lajes representa um custo

elevado dentro da construção civil, além de se configurar como a etapa essencial da produção. O período de execução e custos de cada obra se apresentaram diferentes devido ao processo de fabricação, tornando-se assim, necessário um estudo que determine qual laje deve ser utilizada no investimento ao se avaliar os custos, o tempo de fabricação, a viabilidade econômica e os riscos envolvidos.

Diante das análises do estudo, é possível inferir alguns comentários inerentes as etapas do método aplicado. Na avaliação e projeção dos gastos, verifica-se que o Custo do Produto Vendido unitário (CPV) da treliçada apresentou-se superior ao da maciça. Fato este que pode ser evidenciado nos quadros 3, 4 e 5 onde o valor do CPV está diretamente ligado com o número de unidades produzidas no período. Na etapa de projeção de receitas futuras foi possível detectar que o investimento por laje maciça apresenta um período de execução inferior à outra, o que pode contribuir para a justificação da diferença de valores do CPV. O processo de Análise de Investimentos resultou na determinação de qual empreendimento seria mais viável economicamente. Essa avaliação resultou em valores de VPL que foram padronizados para um horizonte de planejamento comum, o que resultou na determinação que a obra executada com laje treliçada se apresentou como a mais rentável e viável. Na etapa de Análise de Sensibilidade quantificaram-se os riscos do empreendimento em relação a flutuações dos custos. De acordo com a figura 5, o desvio percentual que o CPV da laje treliçada deve sofrer para variações pré-definida do VPL apresenta maior valor absoluto que o desvio da mesma variável para a laje maciça. Analisando o cenário, observa-se que a laje treliçada apresenta menor risco devido a maior elasticidade do CPV em relação à laje maciça.

Com os resultados do método, a escolha do tipo de laje mais viável economicamente e menos expostas a riscos recai sobre a treliçada, que apresenta maior retorno econômico e menor sensibilidade a variações dos custos envolvidos. Em contrapartida, esse tipo de investimento exige maior quantidade de recursos para ser executado, bem como um período maior de execução. Esse resultado acaba por indicar ao profissional qual tipo de empreendimento ele deve executar de acordo com sua necessidade e disponibilidade de recursos.

## 6. BIBLIOGRAFIA

ALBUQUERQUE, A.T. *Análise de alternativas para edifícios em concreto armado*. 1998. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Estruturas) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos. 1999

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS–ABNT. *Avaliação de Bens Parte 4: Empreendimentos*. NBR 14653-4. Rio de Janeiro: 2003, 11p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS–ABNT. *Execução de Estruturas de Concreto - Procedimento*. NBR 14931. Rio de Janeiro: 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS–ABNT. *Projeto de Estruturas de concreto – procedimento*. NBR 6118. Rio de Janeiro: 2004, 75p.

CASAROTTO, N.F.. *Análise de investimentos : matemática financeira, engenharia econômica, Tomada de decisões*. 10. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

CREA-SP, Lajes Treliçadas. Disponível em: <<http://www.lajesalema.com.br/lajetrelica.html>>. Acesso em: 15 mar. 2012.

Ferreira, R. S. O. Acordo e Convenções Coletivas. Sinduscon. Disponível em: <[http://www.sinduscon-ce.org.br/encargos\\_sociais.asp](http://www.sinduscon-ce.org.br/encargos_sociais.asp)>. Acesso em: 15 mar. 2012.

Ferreira, R. S. O.. Acordo e Convenções Coletivas. Sinduscon. Disponível em: <[http://www.sinduscon-ce.org.br/encargos\\_sociais.asp](http://www.sinduscon-ce.org.br/encargos_sociais.asp)>. Acesso em: 15 mar. 2012.

GREER, G. E.; KOLBE, P. T. Investment analysis for real estate decisions. 5. Ed. [S.I.]: Dearborn Financial Publishing, 2003.

HOUSER, Sandro. Análise de viabilidade de investimentos em empreendimentos residenciais unifamiliares em Curitiba (PR). Curitiba. 2005. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Setor de Tecnologia, Universidade Federal do Paraná.

MENDES, André; BASTOS, Patrícia. *Um aspecto polêmico dos orçamentos de obras públicas: benefícios e despesas indiretas (BDI)*. R.TCU, Brasília, v.32, n.88, abr/jun 2001.

MONETTI, E. *Análise de riscos do investimento em Shopping Centers*. São Paulo: USP, 1996. Tese de Doutorado – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia Civil. 261 p.

MOTTA, R. R.; CALÔBA; MARQUES, G. Análise de investimentos: tomada de decisão em projetos industriais. São Paulo: Atlas, 2009.

NEVILLE, A. M.. *Propriedades do concreto*. São Paulo: PINI, 1982.

PIANCA; BAPTISTA, J. *Manual do Construtor*. São Paulo: Editora Globo, 1976.

PINI WEB. Disponível em: <<http://www.piniweb.com.br/>>. Acesso em: 08 mar. 2012.

SANTOS, D. G.. *Análise Construtiva dos Tipos de Lajes Utilizadas nos sistemas Estruturais das Edificações de Florianópolis*. Florianópolis, p. 18-27. 2000. 99p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina.

SEFAZ, Vida útil. Disponível em: <<http://www.fazenda.sp.gov.br/>>. Acesso em: 08 mar. 2012.