

**RELATÓRIO DE PROJETO DE PESQUISA - CEPIC
INICIAÇÃO CIENTÍFICA****Ano: 2015****Semestre: 1º****PROJETO DE PESQUISA**

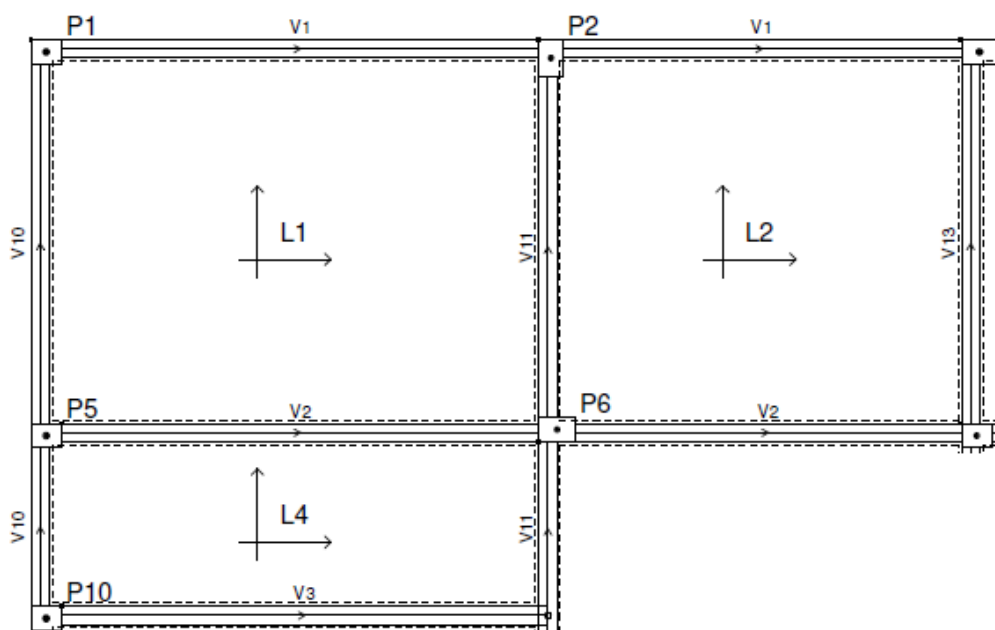
IDENTIFICAÇÃO	
Título:	ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE O MÉTODO NÚMÉRICO E TEÓRICO, PARA DIMENSIONAMENTO DE UMA ESTRUTURA DE LAJE MACIÇA RETANGULAR EM CONCRETO ARMADO.
Linha de Pesquisa:	Estruturas
Curso de Origem:	Engenharia Civil
Comitê de Pesquisa – Área:	Engenharias
Área CNPq (*):	3.01.02.01-4
Coordenador:	Roberta Maria Machado
Orientadores:	Roberta Maria Machado
Discentes envolvidos	Paulo Edgar

*(Conforme Tabela de Áreas do Conhecimento do CNPq)

1- RESULTADOS DO PROJETO**Hipótese “A” – Laje engastada em dois lados perpendiculares**

Nesta primeira hipótese vamos observar os esforços de momentos fletores e as conseqüentes áreas de aços gerada em uma laje maciça retangular engastada em dois lados perpendiculares e contínuos. Essa que será a laje “L1” do nosso projeto, esta vinculada a laje “L2” no eixo x e a laje “L4” no eixo y, como nos mostra a figura 1 abaixo. Analisaremos então, os resultados obtidos entre o *software* computacional Eberick V8 - Gold e o método acadêmico executado com auxílio do Excel.

Figura 1 – Laje L1 engastada em dois bordos pelas lajes L2 e L4



Fonte: Eberick V8 – Gold.

Resultados Método Acadêmico

A partir de todas as premissas descritas anteriormente no “item 6”, determinamos as seguintes características para esta laje:

- Tipo de vinculação: Caso 4, vide Anexo F.
- Menor Vão: 3,15 metros
- Maior Vão: 4,15 metros
- Espessura do Contrapiso: 0,025 metros
- Peso do Revestimento: 0,55 kN/m²
- Carga Acidental: 1,50 kN/m²
- Classe de agressividade ambiental: Tipo II, conforme Tabela 1.
- Cobrimento da armadura: 0,025 metros
- Resistência do concreto: 25 Mpa
- Aço: CA - 50
- Largura da viga de apoio (bw): 15 cm
- Altura da viga de apoio (h): 35 cm

Após inserir todos os valores anteriores, foi gerada um carga total de 4,50 kN/m², tanto para a laje L1 analisada, bem como para suas adjacentes. Todas as três lajes tem seus bordos em comum engastados e espessura pré determinada de 8 cm. A partir daí, são

retornados os seguintes valores de área de aço e momento fletor na laje L1, como mostra a tabela 1:

Tabela 1 – Área de aço e momento fletor, laje L1

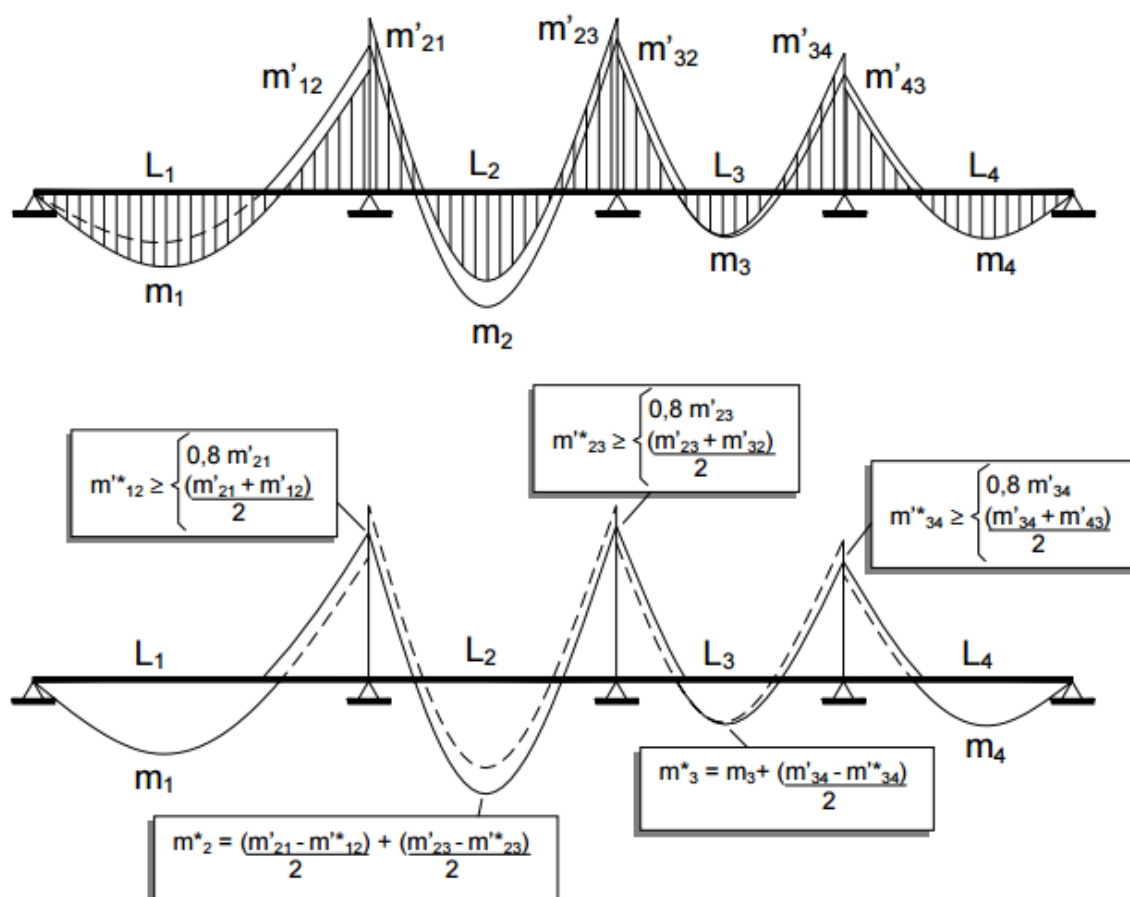
LAJE L1					
H = 8 cm		As		Momento	
POSITIVO	Mx =	1,20	cm ² /m ²	1,86	kN.m/m
	My =	1,20	cm ² /m ²	1,20	kN.m/m
NEGATIVO	Xx =	2,61	cm ² /m ²	4,18	kN.m/m
	Xy =	1,96	cm ² /m ²	3,49	kN.m/m

Fonte: Próprio autor

Porém é necessária uma compatibilização dos momentos, pois quando ocorre de lajes com bordas adjacentes possuírem diferentes valores para o momento negativo, deve-se seguir o procedimento de adotar o maior entre as variáveis, que são a média dos dois momentos negativos ou 80% do maior momento negativo.

Conseqüentemente, devemos nos atentar aos momentos positivos na mesma direção analisada, devido que, caso haja um aumento no momento positivo é necessário acrescentar ao valor inicial a variação média entre o momento negativo inicial e final, mas se caso o momento positivo diminua, pode-se ignorar essa redução em favor da segurança, inalterando o valor inicial, como nos mostra a figura 2 abaixo:

Figura 2 – Compatibilização dos momentos fletores



Fonte: Libânio et al, 2003.

Foi executada a compatibilização dos momentos fletores devido à diferença entre os momentos negativos no eixo x entre as lajes L1 e L2, e no eixo y, nas lajes L1 e L4, foi necessário realizar uma compatibilização dos momentos negativos, como mostra a tabela 2 abaixo:

Tabela 2 – Compatibilização dos momentos negativos das bordas para L1

Eixo x		80% > M	M1 + M2 / 2
Laje 01	Laje 02		
4,18	2,90	3,34	3,54

Eixo y		80% > M	M1 + M2 / 2
Laje 01	Laje 02		
3,49	0,57	2,79	2,03

Fonte: Próprio autor

Com a compatibilização dos momentos negativos efetuada, os momentos positivos da laje analisada, foram alterados em ambos os eixos, visto que houve uma diminuição no

momento negativo, o que automaticamente gera um momento positivo maior, assim obteve-se os novos valores para a laje L1, a seguir na tabela 3.

Tabela 3 – Nova área de aço e momento fletor, laje L1

LAJE L1					
H = 8 cm		As		Momento	
POSITIVO	Mx =	1,20	cm ² /m ²	2,18	kN.m/m
	My =	1,21	cm ² /m ²	1,55	kN.m/m
NEGATIVO	Xx =	2,21	cm ² /m ²	3,54	kN.m/m
	Xy =	1,55	cm ² /m ²	2,79	kN.m/m


Fonte: Próprio autor

Resultados Software Computacional (Eberick V8)

Utilizando os mesmos parâmetros descritos anteriormente para o cálculo no método manual e após inserir os referidos dados no programa (já com a estrutura executada e os elementos lançados), é gerada uma planilha com os resultados de cálculo do dimensionamento das lajes, onde é possível extrair como é de nosso interesse, as definidas áreas de aço e o momento máximo atuante.


Na figura 4 e 5 a seguir ainda podemos ver, algumas informações como a espessura da laje, carregamento e esforços atuantes utilizados para dimensionamento das armaduras longitudinais positivas obtidas no cálculo e áreas de aço. Estas áreas de aço são possíveis notar que para áreas de aço com valores menores que 1,20 cm²/m o programa determina o valor de 1,23 cm²/m. Isso devido que, baseado na espessura da laje é determinado uma área de aço mínima conforme a fórmula a seguir: $A_s \text{ mín} = h \times 0,15$.

Figura 4 – Área de aço e momento fletor máximo positivo para L1

		AltoQi Eberick V8 Gold		1			
		Paulo Edgar Construções		23/11/2015 11:12:41			
Resultados da Laje							
TIPO 1	fck = 250.00 kgf/cm ²	E = 238000 kgf/cm ²	Peso Espec = 2500.00 kgf/m ³				
Lance 2		cobr = 2.50 cm					
Nome	Espessura (cm)	Carga (kgf/m ²)	Mdx (kgf.m/m)	Mdy (kgf.m/m)	Asx	Asy	Flecha (cm)
L1	8	450.00	226	324	As = 0.90 cm ² /m (ø5.0 c/16 - 1.23 cm ² /m)	As = 1.38 cm ² /m (ø5.0 c/14 - 1.40 cm ² /m)	-0.41
L2	8	450.00	163	168	As = 0.90 cm ² /m (ø5.0 c/16 - 1.23 cm ² /m)	As = 0.90 cm ² /m (ø5.0 c/16 - 1.23 cm ² /m)	-0.17
L4	8	450.00	93	147	As = 0.90 cm ² /m (ø5.0 c/16 - 1.23 cm ² /m)	As = 0.90 cm ² /m (ø5.0 c/16 - 1.23 cm ² /m)	-0.21

Fonte: Eberick V8 – Gold.

Figura 5 – Área de aço e momento fletor máximo negativo para L1

		AltoQi Eberick V8 Gold		2			
		Paulo Edgar Construções		23/11/2015 11:12:41			
ARMADURA NEGATIVA							
Dados				Resultados			
Viga	Trecho	Laje 1	Laje 2	Reação 1 (kgf.m/m)	Reação 2 (kgf.m/m)	Md (kgf.m/m)	As (cm ²)
V11	6	L1	L2	474	428	-497	As = 2.36 cm ² /m (ø6.3 c/13 - 2.40 cm ² /m)
V2	1	L1	L4	447	361	-403	As = 1.89 cm ² /m (ø6.3 c/16 - 1.95 cm ² /m)

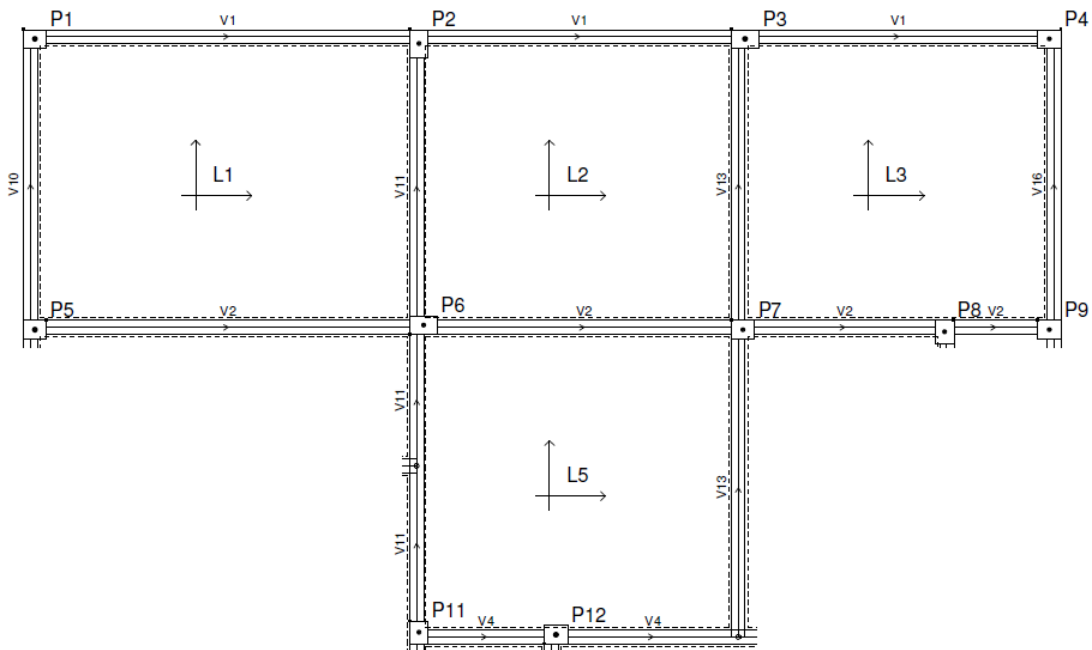
Fonte: Eberick V8 – Gold.

Hipótese “B” – Laje engastada em três lados

Analisaremos agora os esforços de momentos fletores e as áreas de aços gerada em uma laje maciça retangular engastada em três lados, sendo a borda livre um dos maiores lados do retângulo. Essa que será a laje “L2” do nosso projeto, esta vinculada a laje “L1” e a “L3” no eixo x e a laje “L5” no eixo y, como nos mostra a Figura 6 a seguir.

E então novamente, os resultados obtidos entre o software computacional Eberick V8 – Gold e o método acadêmico executado com auxílio do Excel.

Figura 06 – Laje L2 engastada em três bordos pelas lajes L1, L3 e L5



Fonte: Eberick V8 – Gold.

Resultados Método Acadêmico

Conforme anteriormente, determinamos as características para esta laje:

- Tipo de vinculação: Caso 7, vide Anexo F.
- Menor Vão: 3,15 metros
- Maior Vão: 3,45 metros
- Espessura do Contrapiso: 0,025 metros
- Peso do Revestimento: 0,55 kN/m²
- Carga Acidental: 1,50 kN/m²
- Classe de agressividade ambiental: Tipo II, conforme Tabela 1.
- Cobrimento da armadura: 0,025 metros
- Resistência do concreto: 25 Mpa
- Aço: CA - 50
- Largura da viga de apoio (bw): 15 cm
- Altura da viga de apoio (h): 35 cm

Inserindo todos os valores anteriores, foi gerada uma carga total de 4,50 kN/m², para a laje L1, L2 e L5 analisada, porém para a laje L3 a carga foi de 5,00 kN/m², devido a sua

utilização ser de “área de serviço”, o que, segundo o Anexo D gera uma carga acidental de 2 kN/m². As quatro lajes tem seus bordos em comum engastados e espessura pré determinada de 8 cm. A partir daí, de acordo com a tabela 4, temos os seguintes valores de área de aço e momento fletor na laje L2:

Tabela 4 – Área de aço e momento fletor, laje L2

LAJE L2				
H = 8 cm		As		Momento
POSITIVO	Mx =	1,20	cm ² /m ²	1,17 kN.m/m
	My =	1,20	cm ² /m ²	1,21 kN.m/m
NEGATIVO	Xx =	1,62	cm ² /m ²	2,90 kN.m/m
	Xy =	1,68	cm ² /m ²	3,01 kN.m/m

Fonte: Próprio autor

Devido à diferença entre os momentos negativos no eixo x entre as lajes L1, L2 e L3, e no eixo y, nas lajes L2 e L5, foi necessário realizar uma compatibilização dos momentos negativos, como a tabela 5 abaixo:

Tabela 05 – Compatibilização dos momentos negativos das bordas para L2

LAJE 02			
Eixo x		80% > M	M1 + M2 / 2
Laje 01	Laje 02		
4,18	2,90	3,34	3,54
Eixo x		80% > M	M1 + M2 / 2
Laje 02	Laje 03		
2,90	3,90	3,12	3,40
Eixo y		80% > M	M1 + M2 / 2
Laje 02	Laje 05		
3,01	2,90	2,41	2,96

Fonte: Próprio autor.

Com a compatibilização dos momentos negativos efetuada, os momentos positivos da laje analisada, foram alterados em ambos os eixos, porém no eixo x, houve um aumento no momento negativo, e logo, uma minoração no momento máximo positivo, assim não alteramos o momento positivo que permanece como de início.

Já no eixo y, tivemos uma pequena diminuição no momento máximo negativo e conseqüente aumento no momento positivo, obtiveram-se então os novos valores para a laje L2, vide tabela 6.

Tabela 6– Nova área de aço e momento fletor, laje L2

LAJE L2					
H = 8 cm		As		Momento	
POSITIVO	Mx =	1,20	cm ² /m ²	1,17	kN.m/m
	My =	1,20	cm ² /m ²	1,24	kN.m/m
NEGATIVO	Xx 12 =	1,99	cm ² /m ²	3,54	kN.m/m
	Xx 23 =	1,91	cm ² /m ²	3,40	kN.m/m
	Xy =	1,65	cm ² /m ²	2,96	kN.m/m

Fonte: Próprio autor

Resultados Software Computacional (Eberick V8)

Repetindo o passo anterior, temos uma planilha com os resultados de cálculo do dimensionamento das lajes, onde é possível extrair como é de nosso interesse, as definidas áreas de aço e o momento máximo atuante. Na figura 07 e 08 a seguir podemos ver.

Figura 07 – Área de aço e momento fletor máximo positivo para L2

AltoQi Eberick V8 Gold		1					
		Paulo Edgar Construções	23/11/2015 11:12:41				
Resultados da Laje							
TIPO 1	fck = 250.00 kgf/cm ²	E = 238000 kgf/cm ²	Peso Espec = 2500.00 kgf/m ³				
Lance 2		cobr = 2.50 cm					
Nome	Espessura (cm)	Carga (kgf/m ²)	Mdx (kgf.m/m)	Mdy (kgf.m/m)	Asx	Asy	Flecha (cm)
L1	§	450.00	226	324	As = 0.90 cm ² /m (ø5.0 c/16 - 1.23 cm ² /m)	As = 1.38 cm ² /m (ø5.0 c/14 - 1.40 cm ² /m)	-0.41
L2	§	450.00	163	168	As = 0.90 cm ² /m (ø5.0 c/16 - 1.23 cm ² /m)	As = 0.90 cm ² /m (ø5.0 c/16 - 1.23 cm ² /m)	-0.17
L3	§	450.00	203	252	As = 0.90 cm ² /m (ø5.0 c/16 - 1.23 cm ² /m)	As = 1.06 cm ² /m (ø5.0 c/16 - 1.23 cm ² /m)	-0.24
L5	§	450.00	115	174	As = 0.90 cm ² /m (ø5.0 c/16 - 1.23 cm ² /m)	As = 0.90 cm ² /m (ø5.0 c/16 - 1.23 cm ² /m)	-0.17

Fonte: Eberick V8 – Gold.

Figura 08 – Área de aço e momento fletor máximo negativo para L2

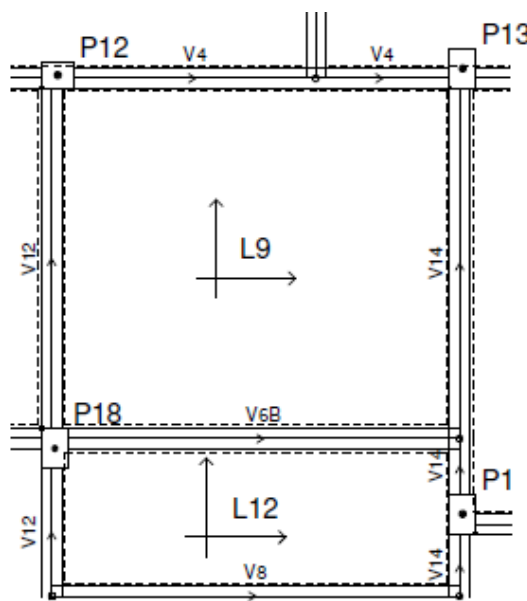
AltoQi Eberick V8 Gold						2	
AltoQi		Paulo Edgar Construções				23/11/2015 11:12:41	
ARMADURA NEGATIVA							
Dados				Resultados			
Viga	Trecho	Laje 1	Laje 2	Reação 1 (kgf.m/m)	Reação 2 (kgf.m/m)	Md (kgf.m/m)	As (cm ²)
V11	6	L1	L2	474	428	-497	As = 2.36 cm ² /m (ø6,3 c/13 - 2.40 cm ² /m)
V2	2	L2	L5	351	381	-366	As = 1.71 cm ² /m (ø6,3 c/16 - 1.95 cm ² /m)
V13	2	L2	L3	379	360	-412	As = 1.93 cm ² /m (ø6,3 c/16 - 1.95 cm ² /m)

Fonte: Eberick V8 – Gold.

Hipótese “C” – Laje engastada em um lado

Por fim, veremos agora os esforços de momentos fletores e as áreas de aços gerada em uma laje maciça retangular engastada em apenas um lado, sendo esta borda um dos maiores lados do retângulo. Essa que será a laje “L12” do nosso projeto, esta vinculada somente a laje “L9” eixo y, como nos mostra a Figura 09 abaixo. Analisaremos então finalmente, os resultados obtidos entre o software computacional Eberick V8 e o método acadêmico executado com auxílio do Excel.

Figura 09 – Laje 12 engastada em uma borda pelas lajes L9



Fonte: Eberick V8 – Gold.

Resultados Método Acadêmico

Determinamos para esta laje as seguintes características:

- Tipo de vinculação: Caso 3, vide Anexo F.
- Menor Vão: 1,20 metros
- Maior Vão: 3,15 metros
- Espessura do Contrapiso: 0,025 metros
- Peso do Revestimento: 0,55 kN/m²
- Carga Acidental: 1,50 kN/m²
- Classe de agressividade ambiental: Tipo II, conforme Tabela 1.
- Cobrimento da armadura: 0,025 metros
- Resistência do concreto: 25 Mpa
- Aço: CA - 50
- Largura da viga de apoio (bw): 15 cm
- Altura da viga de apoio (h): 35 cm

Inserindo todos os valores anteriores, gerou-se uma carga total de 4,50 kN/m², tanto para a laje L9, quanto para a laje L12. As duas lajes tem seus bordos em comum engastados e espessura pré determinada de 8 cm. Daí, são retornados os seguintes valores de área de aço e momento fletor na laje L12, tabela 7:

Tabela 7 – Área de aço e momento fletor, laje L12

LAJE L12					
H = 8 cm		As		Momento	
POSITIVO	Mx =	1,20	cm ² /m ²	0,49	kN.m/m
	My =	1,20	cm ² /m ²	0,10	kN.m/m
NEGATIVO	Xx =	1,20	cm ² /m ²	0,83	kN.m/m
	Xy =	-	cm ² /m ²	-	kN.m/m

Fonte: Próprio autor

Devido à diferença entre os momentos negativos no eixo x entre as lajes L9 e L12, foi necessário realizar uma compatibilização dos momentos negativos, como a tabela 8 abaixo:

Tabela 8 – Compatibilização dos momentos negativos das bordas para L12

LAJE 12		
Eixo x	80% > M	M1 + M2 / 2

Laje 09	Laje 12		
2,38	0,83	1,90	1,605

Fonte: Próprio autor

Com a compatibilização dos momentos negativos efetuada, os momentos positivos da laje analisada, foram alterados no eixo x, onde houve um acréscimo no momento negativo, e logo, uma minoração no momento máximo positivo, assim não alteramos o momento positivo que permanece como de início. Obtivemos então os novos valores para a laje L12, tabela 09.

Tabela 09 – Nova área de aço e momento fletor, laje L12

LAJE L12					
H = 8 cm		As		Momento	
POSITIVO	Mx =	1,20	cm ² /m ²	0,49	kN.m/m
	My =	1,20	cm ² /m ²	0,10	kN.m/m
NEGATIVO	Xx =	1,20	cm ² /m ²	1,90	kN.m/m
	Xy =	-	cm ² /m ²	-	kN.m/m

Resultados Software Computacional (Eberick V8)

Por último. Após inserirmos todos os dados necessários, temos uma planilha com os resultados de cálculo do dimensionamento das lajes, onde extraímos as áreas de aço e o momento máximo atuante. Na figura 10 e 11 a seguir podemos ver.

Figura 10 – Área de aço e momento fletor máximo positivo para L12

TIPO 1		fck = 250.00 kgf/cm ²	E = 238000 kgf/cm ²	Peso Espec = 2500.00 kgf/m ³		1	
Lance 2		cobr = 2.50 cm				23/11/2015 11:12:41	
Resultados da Laje							
Nome	Espessura (cm)	Carga (kgf/m ²)	Mdx (kgf.m/m)	Mdy (kgf.m/m)	Asx	Asy	Flecha (cm)
L9	§	450.00	108	135	As = 0.90 cm ² /m (ø5,0 c/16 - 1.23 cm ² /m)	As = 0.90 cm ² /m (ø5,0 c/16 - 1.23 cm ² /m)	-0.13
L12	§	450.00	51	45	As = 0.90 cm ² /m (ø5,0 c/16 - 1.23 cm ² /m)	As = 0.90 cm ² /m (ø5,0 c/16 - 1.23 cm ² /m)	-0.06

0Figura 11 – Área de aço e momento fletor máximo negativo para L12

Dados		Resultados					
Viga	Trecho	Laje 1	Laje 2	Reação 1 (kgf.m/m)	Reação 2 (kgf.m/m)	Md (kgf.m/m)	As (cm ²)
V6B	1	L9	L12	303	292	-203	As = 1.31 cm ² /m (06.3 c/16 - 1.95 cm ² /m)

Fonte: Eberick V8 – Gold.

ANÁLISE DOS RESULTADOS

Após obtermos os resultados, primeiramente como mostra a seguir nas tabelas 10, 11 e 12 foram feito comparativos entre os momentos fletores máximos positivos e negativos encontrados pelo método acadêmico e pelo software.

É possível notar que a variação média no comparativo é próxima, onde a maioria dos valores de momento fletor calculado pelo software computacional encontra-se com um aumento de até 30% em relação ao método manual acadêmico. Destoando, apenas em dois valores de momentos positivos no eixo y das lajes L1 e L3, com valores em torno de 52% e 78% maiores por parte do programa.

Isso deixa claro que há por parte do software uma majoração no seu carregamento, mas claro, a fim de dar ao usuário uma margem de segurança maior.

Tabela 10 – Comparativo de momento fletor máximo na laje L1

Laje L1		MOMENTO FLETOR MÁXIMO		
		Método Acadêmico (kN.m/m)	Eberick V8 (kN.m/m)	Variação Média
Positivo	Mx =	2,18	2,26	4%
	My =	1,55	3,24	52%
Negativo	Xx =	3,54	4,97	29%
	xy =	2,79	4,03	31%

Fonte: Próprio autor.

Tabela 11 – Comparativo de momento fletor máximo na laje L2

Laje L2		MOMENTO FLETOR MÁXIMO		
		Método Acadêmico (kN.m/m)	Eberick V8 (kN.m/m)	Variação Média
Posito	Mx =	1,17	1,63	28%
	My =	1,24	1,68	26%
Negativo	Xx 12 =	3,54	4,97	29%
	Xx 23 =	3,40	4,12	17%
	Xy =	2,96	3,66	19%

Fonte: Próprio autor.

Tabela 12 – Comparativo de momento fletor máximo na laje L12

Laje L12		MOMENTO FLETOR MÁXIMO		
		Método Acadêmico (kN.m/m)	Eberick V8 (kN.m/m)	Variação Média
Posito	Mx =	0,49	0,51	4%
	My =	0,10	0,45	78%
Negativo	Xx =	1,90	2,03	6%
	Xy =	-	-	-

Fonte: Próprio autor.

Foram analisadas também as áreas de aço geradas pelos dois métodos, para as mesmas lajes L1, L2 e L12, como mostram a seguir as tabelas 13, 14 e 15. Podemos notar aqui uma variação média muito mais próxima do que para os momentos fletores mostrados anteriormente, porém, isso decorre do fato em que para este nós temos uma área de aço mínima gerada em função da espessura da laje. Visto que para o dimensionamento dessa laje foi considerada a altura de 8 cm, é gerado a nós conseqüentemente uma área de aço mínima de 1,20 cm²/m². Mas apesar disso, é notório que para as áreas de aço das lajes analisadas o software computacional realiza um dimensionamento na ordem de 15% a 20% maior.

Tabela 13 – Comparativo das áreas de aço na laje L1

Laje L1		ÁREA DE AÇO		
		Método Acadêmico (cm ² /m ²)	Eberick V8 (cm ² /m ²)	Variação Média
Posito	Mx =	1,20	1,23	2%
	My =	1,21	1,38	12%
Negativo	Xx =	2,21	2,36	6%
	Xy =	1,55	1,89	18%

Tabela 14 – Comparativo das áreas de aço na laje L2

Laje L2		ÁREA DE AÇO		
		Método Acadêmico (cm ² /m ²)	Eberick V8 (cm ² /m ²)	Variação Média
Posito	Mx =	1,20	1,23	2%
	My =	1,20	1,23	2%
Negativo	Xx 12 =	1,99	2,36	16%
	Xx 23 =	1,91	1,93	1%
	Xy =	1,65	1,71	4%

Fonte: Próprio autor.

Tabela 15 – Comparativo das áreas de aço na laje L12

Laje L12		ÁREA DE AÇO		
		Método Acadêmico (cm ² /m ²)	Eberick V8 (cm ² /m ²)	Variação Média
Posito	Mx =	1,20	1,23	2%
	My =	1,20	1,23	2%
Negativo	Xx =	1,20	1,31	8%
	Xy =	-	-	-

Fonte: Próprio autor.

Observado os resultados obtidos referentes às áreas de aço das lajes, vemos que o método acadêmico apresentou uma quantidade de aço menor do que a gerada pelo Eberick V8 - Gold para todas as lajes aqui analisadas.

Podemos dizer com isso que o Eberick apresenta uma quantidade de aço desnecessária, visto que o cálculo manual também segue as normas estabelecidas pela NBR 6118/2014. Assim vemos que apesar de ser mais econômico com relação ao custo total da armação, o método manual torna-se inviável seja pela sua extensividade nos cálculos, ou pela sua limitação na análise da estrutura como um todo.

2- CONCLUSÕES

O mercado de trabalho num contexto geral está cada vez mais exigente, e na área analisada dos profissionais de engenharia estrutural isso não difere. Engenheiros formados no século passado devem e tem de se adaptar ao imenso avanço tecnológico vivido nos últimos anos, pois vemos hoje solicitações arquitetônicas e estruturais muitas vezes de grande complexidade, e isso requer cálculos e considerações que antes não

podiam ser sequer imaginadas pelos antigos graduandos. Hoje vemos o avanço da informática e dos computadores em ritmo acelerado, com programas de dimensionamento estrutural avançados, possibilitando uma análise muito mais apurada, considerando a estrutura toda, e com todas as suas variâncias de flexão e deslocamento dos elementos.

Assim o dado trabalho visou realizar uma análise comparativa entre dois métodos de cálculo para lajes maciças retangulares, apresentado os resultados obtidos para três tipos de lajes com vinculações distintas. Buscou observar neste trabalho a área de aço e os momentos fletores gerados por cada metodologia, obedecendo as normas estabelecidas pela NBR 6118/2014.

Analisando primeiramente o momento fletor, vemos uma relativa diferença entre o método acadêmico manual e o realizado pelo software de uso comercial, aonde chegamos a ter uma variação de 78% maior com o uso do Eberick. Isso sucede do fato que numa análise manual com métodos acadêmicos são considerada as lajes apoiadas em vigas, e estas ultimas com uma rigidez infinita, não considerando uma possível flexão da mesma. Já o software que possui uma análise mais circunstanciada, faz uma avaliação da estrutura como um todo, considerando todas e quaisquer deformações ocorridas nas vigas, que a partir do ponto flexionada, pode gerar um conseqüente aumento no momento fletor da laje.

Como sabemos o aço tem em uma estrutura de concreto armado a principal função de combater aos esforços de tração, e obtivemos aqui resultados de área de aço um pouco menos discrepantes, isso devido aos carregamentos não serem tão altos e também pela a necessidade da determinação de uma área de aço mínima, o que faz com que haja uma aproximação no resultado final. Mas, podemos notar ainda que o dimensionamento acadêmico ainda assim apresenta em relação ao método computacional uma variabilidade de até 18%. Em uma estrutura de maior porte podemos dizer que propiciar uma considerável economia de aço e no orçamento final da obra, visto que o aço corresponde a uma parcela importante do valor final da obra.

Após conhecimento de todas estas considerações, podemos dizer de maneira focalizada em lajes isoladas, que o método manual consiste em uma maneira mais econômica para dimensionamento dessa estruturas em concreto armado, porém é de fácil percepção que utilizando um software confiável, e tido muita mais agilidade, eficiência e segurança na

execução dos cálculos, com possibilidade muito menor de possíveis erros e falhas em comparação ao método manual.

Um fato importante a ser observado, sempre é o comportamento global da estrutura, que como foi dito, sofrem a influência de outros elementos estruturais próximos à laje em questão. Este trabalho, desta forma, serviu para salientar a importância de além de uma análise local, isolada de elementos em concreto armado, deve-se de alguma forma, unir as partes e analisar o comportamento global.

Ainda assim, vale salientar a necessidade e importância de um engenheiro civil na elaboração de um projeto estrutural, onde todo o seu embasamento teórico e análise lógica da estrutura, aliado ao auxílio de uma ferramenta computacional, proporciona projetos sempre seguros e com uma economia satisfatória.