APLICAÇÃO DE CONCEITOS ESTATÍSTÍCOS NO REFINAMENTO DE CÁLCULO PARA O DIMENSIONAMENTO DE LAJES EM CONCRETO ARMADO

Jaryd M. C. – jaryd@hotmail.com.br
Instituto Federal de Educação, Ciência, e Tecnologia do Tocantins, IFTO – Campus Palmas
103 Sul, Rua SO-03, Lote 35 – Plano Diretor Sul
77015-016 – Palmas – Tocantins
Heron A. C. – heronalves2@yahoo.com.br
Rua Raquel de Queiroz, Chácara 81, Lote 2A – Setor Universitário
77.270-000 – Palmas – Tocantins
Lúcio M. M. J. – luciomjunior@gmail.com
904 Sul, Alameda 4, Lote 22 – Plano Diretor Sul
77.023-370 – Palmas – Tocantins
Antonio R. S. A. B. – rafaelbosso@ifto.edu.br
605 Sul, Alameda 24, QI 02, Lote 09 – Plano Diretor Sul
77.016-446 – Palmas - Tocantins
Flávio R. C. L. – flavioroldao@gmail.com
310 Sul, Avenida L0-05 - Plano Diretor Sul
77.021-090 – Palmas – Tocantins
Moacyr S. N. – moacyr@ifto.edu.br
310 Sul, Avenida L0-05 - Plano Diretor Sul
77.021-090 – Palmas – Tocantins
Nicole G. M. R. – nicole-giovana@hotmail.com
310 Sul, Avenida L0-05 - Plano Diretor Sul
77.021-090 – Palmas – Tocantins

Resumo: *O advento de novas tecnologias no setor da construção civil exige de seus profissionais um aperfeiçoamento constante naquilo que se refere a materiais, métodos, práticas construtivas e uma infinidade de fatores que fazem da construção civil uma das mais importantes bases da economia brasileira. O alto nível de desenvolvimento tecnológico em que se encontra a humanidade tem expandido as possibilidades de desenvolvimento das mais diversas áreas do conhecimento à níveis jamais imaginados na antiguidade. Nesse contexto, surge então a necessidade de que os profissionais da construção civil se adequem aos novos modelos, principalmente no que se refere ao uso e desenvolvimento de ferramentas computacionais que auxiliam no desenvolvimento de tarefas de alta complexidade, que em sua maioria, não seriam possíveis sem o auxílio de ferramentas computacionais. O presente trabalho se propõe a desenvolver rotinas de cálculo e detalhamento para lajes maciças em concreto armado, valendo-se de uma linguagem de programação simples e da aplicação de conceitos de probabilidade e estatística aliadas à métodos de cálculo e detalhamento consagrados na literatura e na normatização brasileira vigente.*

Palavras-chave: *Concreto armado, Estatística, Regressão linear, Tecnologia da informação.*

1 INTRODUÇÃO

Nos últimos anos a área de engenharia tem se cada vez mais se aperfeiçoando e este desenvolvimento se evidencia no aprimoramento dos materiais disponíveis, técnicas construtivas, e otimização dos projetos especialmente, na área de estruturas. Com o advento do computador e os softwares específicos de análise estrutural, tornou-se possível à utilização de modelos mais refinados de cálculo visando aproximar o modelo estudado à realidade da construção a ser edificada. Com a utilização do computador aliado a um maior rigor nos cálculos, os resultados são apresentados de forma mais rápida e precisa, refletindo as várias situações que serão impostas à estrutura.

Diante disso, programas computacionais utilizados em cálculo de estruturas de concreto armado surgiram como uma ferramenta facilitadora do trabalho do engenheiro civil, e com o intuito de contribuir ainda mais com o evidente avanço tecnológico na construção civil a ideia fundamental do presente estudo trata-se da implementação de um software didático na qual realizará o dimensionamento e detalhamento de lajes, que são elementos estruturais laminares, submetidos a cargas predominantemente normais à sua superfície média, que têm a função de resistir ás cargas de utilização atuantes na estrutura (SUSSEKIND, 1982).

Portanto, afim de contribuir com engenharia nacional e fomentar uma inovadora forma de aprendizagem através da lógica de programação aliada a interdisciplinaridade que envolve a programação de um software, o trabalho aborda, em suma, as metodologias utilizadas na implementação do aplicativo.

2 CONCRETO ARMADO

O concreto armado há tempos é um dos materiais mais utilizados em edificações. Isto se deve a sua facilidade de produção, custo baixo, não exigência de mão de obra especializada, facilidade em moldar-se ao modelo estrutural e principalmente por resistir as solicitações estruturais de uma edificação com qualidade, segurança e durabilidade (CARVALHO; FIGUEIREDO, 2010 p.20).

A mistura de agregados graúdos e finos, cimento e água produzem o concreto que por natureza tem boa resistência as solicitações de compressão. No entanto em uma estrutura existem inúmeros tipos de solicitações, por exemplo, as de tração, a qual o concreto é extremamente suscetível, necessitando de material complementar que suporte esta solicitação, que é o caso do aço que tem boa resistência a tração e mais deformável do que o concreto, daí surge o concreto armado, como define (REGO, 2002, p. 63)

Em resumo, pode-se definir o concreto armado como "a união do concreto simples e de um material resistente à tração (envolvido pelo concreto) de tal modo que ambos resistam solidariamente aos esforços solicitantes". De forma esquemática pode-se indicar que concreto armado é: **Concreto armado: Concreto Simples + Armadura + Aderência.**

O projeto das estruturas de concreto armado é feito por engenheiros especializados no assunto, conhecidos também como calculistas. São eles quem determinam a resistência do concreto, a bitola do aço, o espaçamento entre as barras e a dimensão das peças que farão parte do projeto. Para Botelho (2006, p. 20) os elementos estruturais das peças que compõem o sistema estrutural, vigas, lajes, pilares, são definidos como a 'trindade de ouro' dos edifícios de concreto armado.

Há décadas atrás, os projetos e cálculos estruturais eram realizados em sua maior parte de forma manual, com auxílio de algumas calculadoras programáveis e réguas de cálculo, onde os Engenheiros levavam dias e até mesmo semanas para obter os resultados que necessitavam para

o dimensionamento e detalhamento de seus projetos. Com o passar dos anos, os avanços tecnológicos foram extremamente importantes para a Engenharia de Estruturas, influenciando de forma significativa e direta na maneira de como são realizados os projetos estruturais.

Segundo Kimura (2007) é praticamente impossível imaginar cálculos estruturais de grande complexidade sendo elaborados de forma totalmente manual nos dias de hoje. Para construção de um edifício, por exemplo, existem várias etapas que feitas de forma manual podem levar semanas e comprometer o cronograma do projeto.

Até março de 2003 a principal norma para o projeto de estruturas de concreto armado era a NBR 6118/80, ou NB1/78. Após passar por vários anos em processo de revisão, a NB 1/78 foi substituída por uma nova versão, a NBR 6118/2014 "Projeto de Estruturas de Concreto – Procedimento". As recomendações para a execução das estruturas de concreto passaram a fazer parte da norma NBR 14931/03. Tais normativas regem os requisitos e verificações necessárias para o dimensionamento e detalhamento de estruturas de concreto armado.

3 ESTATÍSTICA APLICADA

A estatística aplicada, também chamada de estatística descritiva, é o ramo da ciência que busca extrair informações significativas a partir de um conjunto de números (DOWNING & CLARK, 1957). Sabendo que o campo da Engenharia significa aplicar métodos científicos ou empíricos à utilização dos recursos da natureza em benefício do ser humano (HOUAISS, 2001), torna-se notório a relação e comunicação entre as duas ciências.

Tocante ao objeto de estudo, deve-se ter esclarecimento sobre os seguintes assuntos:

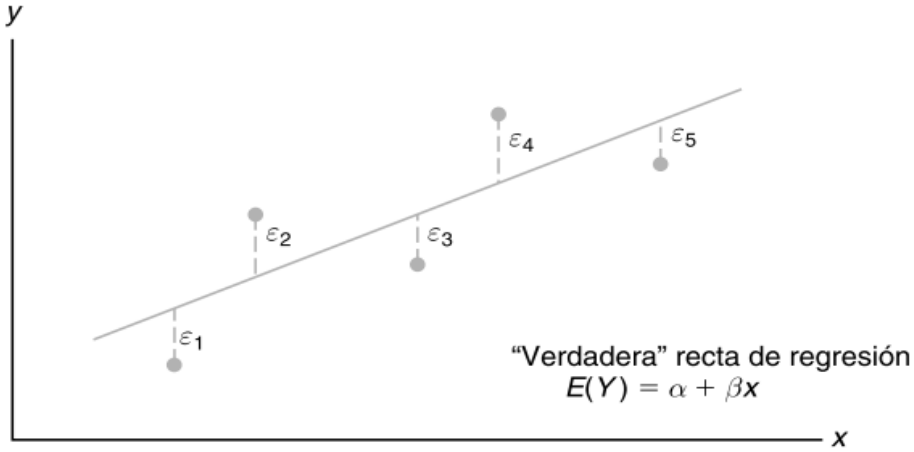
3.1 Regressão linear simples

Quando se estuda algum fenômeno natural ou artificial buscando controlar seus processos, cabe ao pesquisador identificar as variáveis que estão atuando e separá-las em termos dependentes e independentes. A formulação genérica para a relação está descrita na Equação (1):

$$Y = \alpha + \beta x + \in \tag{1}$$

Onde o Y é a variável dependente, α é o intercepto do eixo das ordenadas, β é o coeficiente angular, x representa a variável independente e $\in$ é o resíduo gerado pela imperfeição do modelo. Figura 1.

Figura 1 – Representação da reta de regressão e com seus respectivos erros residuais.



A modelagem da equação tenta encontrar a melhor relação entre Y e x, quantificando a força dessa relação e determinando valores estimados próximos ao real, a partir da inserção de valores independentes na equação (WALPOLE *et al.*, 2009). Porém, é importante ressaltar que o modelo representa uma estimativa do valor real, indicando que as relações entre as variáveis não são deterministas, portanto, inexatas. A impossibilidade de determinar um modelo de regressão determinista resulta no surgimento dos resíduos $\in$, que são erros oriundos da imperfeição do modelo. Portanto, o modelo ajustado é uma estimativa produzida pelo modelo estatístico. (WALPOLE *et al.*, 2009)

Existem vários métodos para a determinação dos *coeficientes de regressão* α e β. Todos consistem em reduzir o máximo possível o valor dos resíduos $\in$, pois assim é um indicativo de que o modelo de regressão é bom. Quanto maior o valor de $\in$, mais distante da situação real seu modelo matemático irá estar.

A Equação (2) e Equação (3) demonstram como determinar os *coeficientes de regressão* α e β, respectivamente.

$$\beta = \frac{\sum_{i=1}^{n}(x_i - x_m)(y_i - y_m)}{\sum_{i-1}^{n}(x_i - x_m)^2} \tag{2}$$

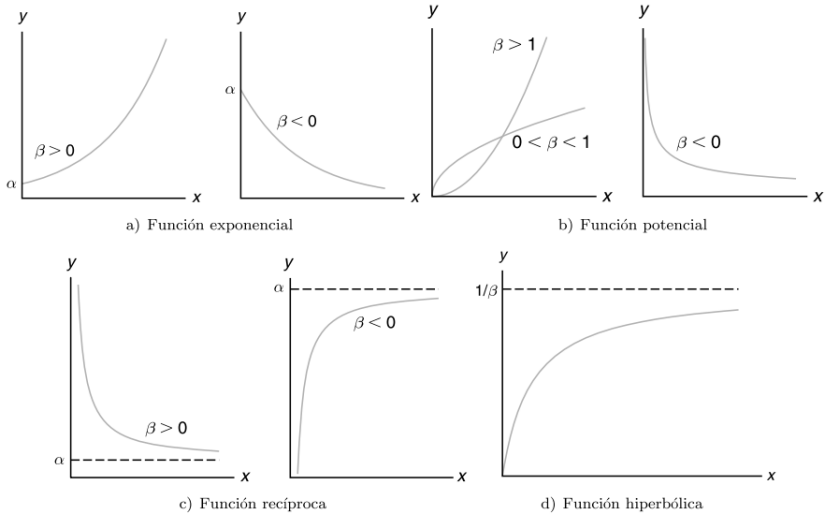
$$\alpha = y_m - \beta x_m \tag{3}$$

Onde y_m equivale a média dos valores dependentes e x_m, média dos termos independentes.

3.2 Transformação no modelo de regressão linear

Por vezes, o comportamento da nossa variável dependente y não é linear, ou seja, não existe uma constante de proporcionalidade com sua variável independente x bem definida. Nesses casos, o modelo estimado por uma reta não consegue ter um bom ajuste ao modelo real, sendo necessário a transformação da função linear em exponencial, potência ou polinomial, recíproca ou hiperbólica, conforme a Figura 2.

Figura 2 – Comportamento dos modelos de regressão linear transformado.



3.3 Coeficiente de determinação

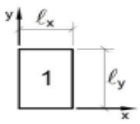
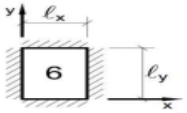
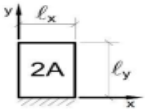
O coeficiente de determinação é uma forma de avaliar se o ajuste do modelo de regressão está bom ou não. Em outras palavras, este coeficiente indica quanto o modelo foi capaz de explicar os dados coletados.

Representado usualmente pela notação R^2, o coeficiente de determinação varia entre $0 \leq R^2 \leq 1$. $R^2 \approx 1$ indica que seus resíduos tendem a 0 e seu modelo ajustado é considerado bom. $R^2 \approx 0$ significa que o modelo de regressão não é bom, com erros residuais altos (WALPOLE *et al.*, 2009).

4 RESULTADOS

As tabelas utilizadas foram retiradas do trabalho Fundamentos do Concreto e Projeto de Edifícios do professor Libânio Pinheiro, que foram elaboradas com base o método de calculo atual presente na NBR 6118 (ABNT,2014). A partir dessas tabelas foram obtidos os gráficos com as dispersões das variáveis de cada caso de laje. O melhor ajuste foi escolhido com base no coeficiente de determinação mais próximo de 1. O Exemplo a seguir contempla os tipos 1, 6 e 2A seguindo a classificação estabelecida pelo autor, o tipo 1 constitui uma laje apoiada em todas as bordas, o tipo 6 possui todas as bordas engastadas e o tipo 2A caracteriza uma laje engastada em uma das bordas menores e apoiada nas demais.

Tabela 1 – Momentos fletores para lajes com carga uniforme tipos 1, 6 e 2A

									TIPO
μx	μy	μx	μx'	μy	μy'	μx	μy	μy'	λ=Ly/Lx
4,23	4,23	2,02	5,15	2,02	5,15	2,91	3,54	8,4	1
4,62	4,25	2,22	5,5	2	5,29	3,26	3,64	8,79	1,05
5,00	4,27	2,42	5,85	1,98	5,43	3,61	3,74	9,18	1,1
5,38	4,25	2,65	6,14	1,94	5,51	3,98	3,8	9,53	1,15
5,75	4,22	2,87	6,43	1,89	5,59	4,35	3,86	9,88	1,2
6,10	4,17	2,97	6,67	1,83	5,64	4,72	3,89	10,16	1,25
6,44	4,12	3,06	6,9	1,77	5,68	5,09	3,92	10,41	1,3
6,77	4,06	3,19	7,09	1,71	5,69	5,44	3,93	10,64	1,35
7,10	4	3,32	7,28	1,65	5,7	5,79	3,94	10,86	1,4
7,41	3,95	3,43	7,43	1,57	5,71	6,12	3,91	11,05	1,45
7,72	3,89	3,53	7,57	1,49	5,72	6,45	3,88	11,23	1,5
7,99	3,82	3,61	7,68	1,43	5,72	6,76	3,85	11,39	1,55
8,26	3,74	3,69	7,79	1,36	5,72	7,07	3,81	11,55	1,6
8,50	3,66	3,76	7,88	1,29	5,72	7,28	3,78	11,67	1,65
8,74	3,58	3,83	7,97	1,21	5,72	7,49	3,74	11,79	1,7
8,95	3,53	3,88	8,05	1,17	5,72	7,53	3,69	11,88	1,75
9,16	3,47	3,92	8,12	1,13	5,72	7,56	3,63	11,96	1,8
9,35	3,38	3,96	8,18	1,07	5,72	8,1	3,58	12,05	1,85
9,54	3,29	3,99	8,24	1,01	5,72	8,63	3,53	12,14	1,9
9,73	3,23	4,02	8,29	0,99	5,72	8,86	3,45	12,17	1,95
9,91	3,16	4,05	8,33	0,96	5,72	9,08	3,36	12,2	2
12,50	3,16	4,17	8,33	0,96	5,72	12,5	3,36	12,2	2,05

Fonte: Adaptado de Pinheiro _et al_ (2007)

4.1 Dispersões de dados e equações para os coeficientes

A partir dessa tabela foram geradas as seguintes dispersões de dados.

Figura 4 – Dispersão de dados para os coeficientes da laje tipo 6

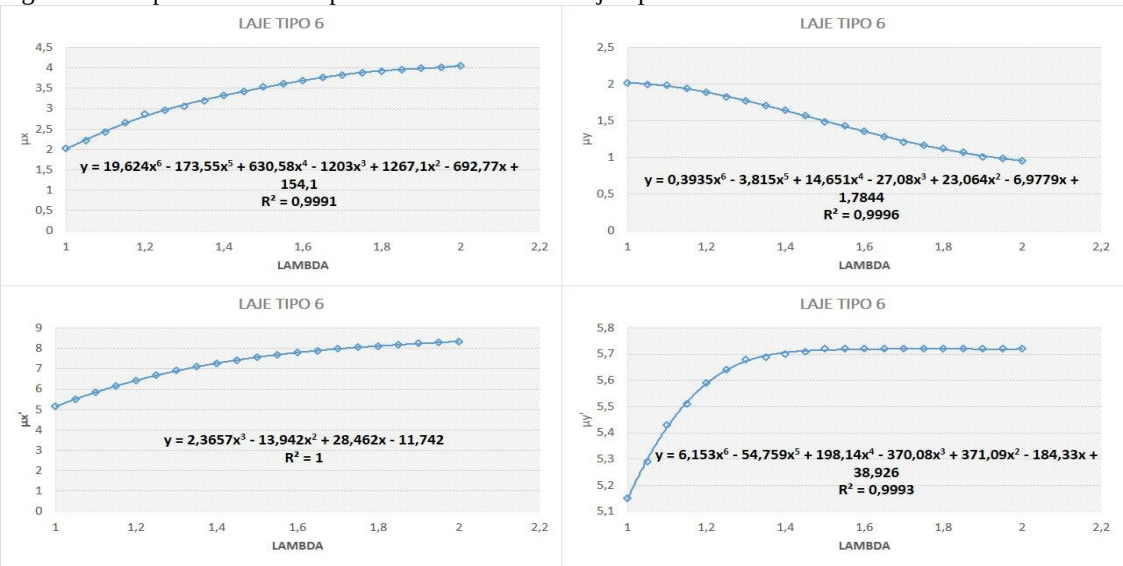


Figura 5 – Dispersão de Dados dos coeficientes da laje tipo 2A

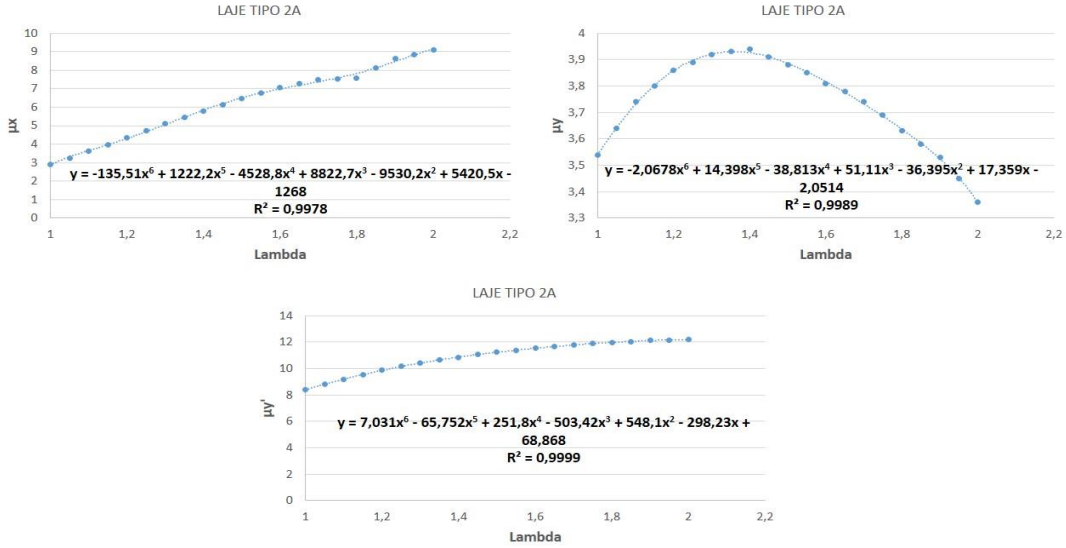
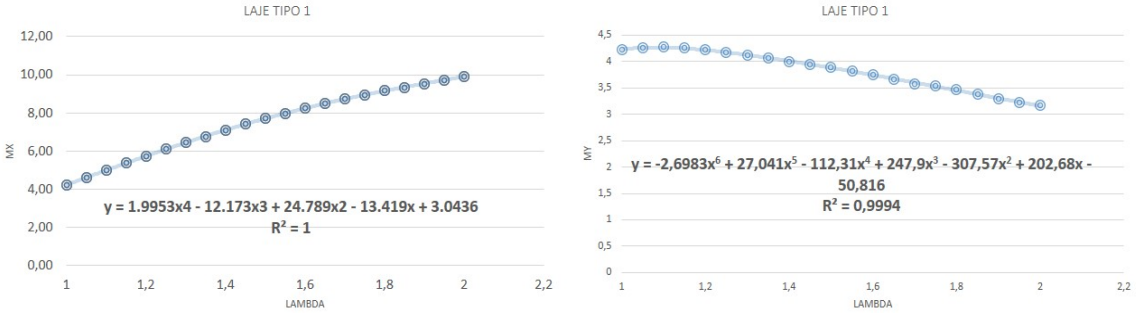


Figura 6 – Dispersão de Dados para os coeficientes da laje tipo 1



4.2 Comparação de Resultados

A seguir, compara-se os resultados obtidos pelas equações geradas via planilha digital (excel) e os coeficientes gerados pelas tabelas estabelecidas na literatura utilizada como referência e se estabelece as diferenças em termos percentuais. Pode-se perceber que o resultado obtido a partir da aplicação das equações conseguiu uma aproximação realmente significativa dos valores tabelados e em termos percentuais as diferenças ficam em torno de 1%. Prova-se que as equações geradas podem ser utilizadas em qualquer tipo de aplicação sem que haja perda de confiabilidade nos resultados. Para programação de rotinas de cálculo o uso das equações torna o processo mais simples e ágil, e elimina a necessidade de um banco de dados extenso.

Figura 7 – Comparação de valores tabelados e os valores calculados a partir das equações obtidas pela regressão.

	Laje tipo 1					
	Valores Tabelados		Valores gerados pelas equações e diferença percentual em relação ao valor tabelado			
λ=Ly/Lx	μx	μy	μx calc	%	μy calc	%
1	4,23	4,23	4,236	1,001	4,227	0,999
1,05	4,62	4,25	4,617	0,999	4,260	1,002
1,1	5,00	4,27	4,996	0,999	4,264	0,999
1,15	5,38	4,25	5,371	0,998	4,246	0,999
1,2	5,75	4,22	5,739	0,998	4,214	0,999
1,25	6,10	4,17	6,099	1,000	4,171	1,000
1,3	6,44	4,12	6,447	1,001	4,120	1,000
1,35	6,77	4,06	6,783	1,002	4,063	1,001
1,4	7,10	4	7,106	1,001	4,002	1,001
1,45	7,41	3,95	7,414	1,001	3,938	0,997
1,5	7,72	3,89	7,708	0,998	3,872	0,995
1,55	7,99	3,82	7,986	0,999	3,803	0,996
1,6	8,26	3,74	8,249	0,999	3,732	0,998
1,65	8,50	3,66	8,497	1,000	3,659	1,000
1,7	8,74	3,58	8,731	0,999	3,584	1,001
1,75	8,95	3,53	8,951	1,000	3,508	0,994
1,8	9,16	3,47	9,159	1,000	3,431	0,989
1,85	9,35	3,38	9,356	1,001	3,354	0,992
1,9	9,54	3,29	9,544	1,000	3,277	0,996
1,95	9,73	3,23	9,726	1,000	3,201	0,991
2	9,91	3,16	9,902	0,999	3,125	0,989
2,05	12,50	3,16	10,078	0,806	3,049	0,965

	LAJE TIPO 2A								
	Valores Tabelados			Valores gerados pelas equações e diferença percentual em relação ao valor tabelado					
λ=Ly/Lx	μx	μy	μy'	μx	%	μy	%	μy'	%
1	2,91	3,54	8,4	2,89	0,993	3,540	1,000	8,40	1,000
1,05	3,26	3,64	8,79	3,35	1,027	3,644	1,001	8,80	1,002
1,1	3,61	3,74	9,18	3,71	1,027	3,732	0,998	9,19	1,001
1,15	3,98	3,8	9,53	4,05	1,017	3,803	1,001	9,54	1,001
1,2	4,35	3,86	9,88	4,41	1,014	3,858	1,000	9,86	0,998
1,25	4,72	3,89	10,16	4,81	1,019	3,897	1,002	10,15	0,999
1,3	5,09	3,92	10,41	5,24	1,030	3,921	1,000	10,41	1,000
1,35	5,44	3,93	10,64	5,68	1,044	3,929	1,000	10,65	1,001
1,4	5,79	3,94	10,86	6,12	1,056	3,925	0,996	10,86	1,000
1,45	6,12	3,91	11,05	6,53	1,066	3,910	1,000	11,05	1,000
1,5	6,45	3,88	11,23	6,90	1,070	3,885	1,001	11,23	1,000
1,55	6,76	3,85	11,39	7,24	1,070	3,853	1,001	11,38	0,999
1,6	7,07	3,81	11,55	7,54	1,066	3,816	1,001	11,53	0,998
1,65	7,28	3,78	11,67	7,83	1,075	3,774	0,998	11,65	0,999
1,7	7,49	3,74	11,79	8,12	1,084	3,730	0,997	11,77	0,998
1,75	7,53	3,69	11,88	8,44	1,121	3,684	0,998	11,87	0,999
1,8	7,56	3,63	11,96	8,81	1,165	3,635	1,001	11,96	1,000
1,85	8,1	3,58	12,05	9,25	1,142	3,581	1,000	12,03	0,999
1,9	8,63	3,53	12,14	9,75	1,129	3,521	0,997	12,09	0,996
1,95	8,86	3,45	12,17	10,27	1,160	3,448	0,999	12,14	0,997
2	9,08	3,36	12,2	10,76	1,185	3,355	0,999	12,17	0,997
2,05	12,5	3,36	12,2	11,08	0,887	3,235	0,963	12,19	0,999

Figura 8 - Comparação de valores tabelados e os valores calculados a partir das equações obtidas pela regressão.

	LAJE TIPO 6											
	Valores Tabelados				Valores gerados pelas equações e diferença percentual em relação ao valor tabelado							
λ=Ly/Lx	μx	μx'	μy	μy'	μx	%	μx'	%	μy	%	μy'	%
1	2,02	5,15	2,02	5,15	2,08	1,032	5,14	0,999	2,02	1,000	5,14	0,998
1,05	2,22	5,5	2	5,29	2,32	1,045	5,51	1,002	2,00	1,002	5,29	1,000
1,1	2,42	5,85	1,98	5,43	2,54	1,051	5,85	0,999	1,98	0,998	5,41	0,997
1,15	2,65	6,14	1,94	5,51	2,75	1,038	6,15	1,001	1,94	0,999	5,51	1,000
1,2	2,87	6,43	1,89	5,59	2,94	1,023	6,42	0,999	1,89	1,001	5,58	0,998
1,25	2,97	6,67	1,83	5,64	3,10	1,044	6,67	1,000	1,84	1,004	5,63	0,998
1,3	3,06	6,9	1,77	5,68	3,25	1,062	6,89	0,999	1,78	1,003	5,66	0,997
1,35	3,19	7,09	1,71	5,69	3,38	1,061	7,09	1,000	1,71	1,000	5,69	0,999
1,4	3,32	7,28	1,65	5,7	3,51	1,057	7,27	0,999	1,64	0,995	5,70	1,000
1,45	3,43	7,43	1,57	5,71	3,63	1,057	7,43	1,000	1,57	1,000	5,70	0,999
1,5	3,53	7,57	1,49	5,72	3,74	1,060	7,57	0,999	1,50	1,006	5,71	0,998
1,55	3,61	7,68	1,43	5,72	3,85	1,067	7,69	1,001	1,43	0,999	5,71	0,998
1,6	3,69	7,79	1,36	5,72	3,96	1,073	7,80	1,001	1,36	1,000	5,71	0,999
1,65	3,76	7,88	1,29	5,72	4,06	1,079	7,89	1,001	1,29	1,002	5,71	0,999
1,7	3,83	7,97	1,21	5,72	4,15	1,084	7,97	1,000	1,23	1,017	5,72	0,999
1,75	3,88	8,05	1,17	5,72	4,24	1,092	8,05	1,000	1,17	1,001	5,72	1,000
1,8	3,92	8,12	1,13	5,72	4,31	1,099	8,11	0,999	1,12	0,989	5,72	1,000
1,85	3,96	8,18	1,07	5,72	4,37	1,104	8,17	0,999	1,07	1,000	5,72	1,000
1,9	3,99	8,24	1,01	5,72	4,43	1,111	8,23	0,999	1,03	1,018	5,72	1,000
1,95	4,02	8,29	0,99	5,72	4,49	1,118	8,29	0,999	0,99	1,003	5,72	1,001
2	4,05	8,33	0,96	5,72	4,58	1,130	8,34	1,001	0,96	1,005	5,73	1,002
2,05	4,17	8,33	0,96	5,72	4,70	1,128	8,39	1,008	0,94	0,983	5,75	1,005

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.

Embora ainda existam grandes desafios a serem superados, foi possível provar através dessa experiência que é possível adquirir conhecimento e utiliza-lo para resolução de problemas reais alinhando teoria e prática, estabelecendo então aquilo que constitui a principal característica de um profissional de Engenharia: o uso de seu conhecimento para propor soluções a problemas do dia-a-dia e otimizar a realização das mais diversas atividades.

Embora alguns processos já existam e sejam até mesmo consagrados, nada impede que os profissionais da área estejam constantemente buscando aperfeiçoamento e evolução de tudo aquilo que diz respeito à sua área de atuação. Talvez a alguns anos atrás contribuir de forma ativa no desenvolvimento tecnológico da sociedade fosse uma atividade muito mais trabalhosa

e difícil do que é hoje. O Acesso à informação se disseminou de forma demasiada nos últimos anos, principalmente através da internet de modo que hoje é muito mais fácil ter acesso a livros, materiais, vídeo aulas em qualquer área de conhecimento. O acesso a todo esse conhecimento disponível livremente traz inúmeras vantagens e uma infinidade de possibilidades.

A aplicação de conceitos da disciplina de probabilidade e estatística é fundamental em todo e qualquer tipo de trabalho científico, principalmente naqueles que se desenvolvem de maneira experimental pois as análises realizadas possibilitam consistência e confiabilidade nos resultados obtidos de modo que é possível realizar testes e comparações e ter de fato a certeza de que os resultados são bons ou não. No presente trabalho a análise estatística foi de fundamental importância para a validação dos resultados obtidos, provando que as rotinas utilizadas e a metodologia empregada obtiveram, em suas equações geradas através da aplicação do conceito de regressão uma boa aproximação dos resultados tabelados, provando ser possível utilizá-la de forma prática. No que se diz respeito ao uso da programação, as equações geradas facilitam a implementação de códigos pois diminuem a necessidade de banco de dados para os aplicativos e tornam o processo mais rápido e prático.

Espera-se que através deste trabalho, demais colegas se sintam motivados a contribuir de forma ativa no desenvolvimento tecnológico do setor da construção civil brasileira.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6118**: Projeto de estruturas de concreto - procedimentos. Rio de Janeiro, 2014.

DOWNING, D.; CLARK, J. **Estatística Aplicada.** 3 ed. Trad. Por Alfredo Alves de Farias. São Paulo: Editora Saraiva, 2010. 351p.

DUCATTI, V. A. **Concreto de elevado desempenho: estudo da aderência com armadura.** 1993. 259f. Tese (Doutorado em Engenharia) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo.1993.

HOUAISS, A. & M. ***Dicionário Houaiss da Língua Portuguesa.*** 1 ed. Rio de Janeiro: Objetiva. 1256p.

KIMURA, Alio. **Informática aplicada em estruturas de concreto armado: cálculos de edifícios com uso de sistemas computacionais.** Editora PINI, 632 p. São Paulo, 2007.

WALPOLE, R.E. *et. al*. **Probabilidade & Estatística para engenharia e ciências.** 8 ed. Trad. Por Luciane F. Pauleti Vianna. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2009. 491p.

PINHEIRO, Libânio M.; MUZARDO, Cassiane D.; SANTOS, Sandro P.; MOREIRA, Marcos V. N. *Projeto de lajes maciças*. In: **Fundamentos do concreto e projeto de edifícios**. São Carlos: Universidade de São Paulo, 2007.

SUSSEKIND, José Carlos (1982) – **Curso de Concreto**. Volume 1 e 2, Editora Globo S.A, Rio de Janeiro,RJ.

APPLICATION OF STATYCAL CONCEPTS IN THE REFINING OF CALCULATION FOR THE SIZE OF LAJES IN ARMED CONCRETE

Abstract: *The advent of new technologies in the civil construction sector demands from its professionals a constant improvement in what one remembers of materials, methods, constructive practices and a multitude of factors that make of the civil construction one of the most important bases of the Brazilian economy. The high level of technological development in which humanity is found has expanded as possibilities of development of the most diverse areas of knowledge to levels never imagined in antiquity. In this context, the need arises for construction professionals to adapt to the new models, however, it is not the right to use the development of computational tools that assist in the development of highly complex tasks, which, for the most part, do not Would be possible. Without the aid of computational tools. The present work is a project of calculation and detailing routines for solid slabs in reinforced concrete using a simple programming language and application of concepts of probability and statistics combined with methods of calculation and detail established in the literature and standardization Brazilian in force.*

Keywords*: Armed Concrete, Statistics, Linear Regression, Information Technology.*