Anais do Congresso Brasileiro de Patologia das Construções - CBPAT 2018

Abril de 2018

ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE OS COBRIMENTOS PROJETADOS E EXECUTADOS EM ESTRUTURAS DE CONCRETO ARMADO DO VALE DO TAQUARI - RS

COMPARATIVE ANALYSIS BETWEEN THE SPECIFIED AND EXECUTED COVER IN STRUCTURES OF REINFORCED CONCRETE OF THE TAQUARI VALLEY - RS

L. F. L. WEBER
Engenheiro Civil
Univates
RS, Brasil
lweber@univates.br

R. MASCOLO
Engenheiro Civil
Univates
RS, Brasil
rafael.mascolo@univates.br

RESUMO

Diversos fatores tem influencia na durabilidade de estruturas de concreto armado, entre esses destaca-se o cobrimento da armadura, que é a espessura de concreto entre a barra de aço e a camada externa do elemento. Ela tem a função de proteger o aço contra agentes ambientais agressivos e contra possíveis choques físicos. O desleixo desse parâmetro construtivo tem resultado em diversas obras de recuperação estrutural, quase sempre envolvendo altos custos às construtoras e aos proprietários, e frequentemente associada a patologia de corrosão da armadura. A qualidade e eficiência dessa camada de proteção está relacionada com a garantia de espessura mínima através do uso de espaçadores, conforme determina a NBR 6118 (ABNT, 2014)[1], e com a qualidade do concreto. O objetivo do trabalho é verificar a variação em espessuras de cobrimento, antes e após a concretagem, comparadas aos valores de projeto, em algumas obras do Vale do Taquari. A partir dos resultados, constatou-se que após a concretagem o número de medições com espessuras abaixo do valor projetado aumentou em relação ao observado na montagem da fôrma, caracterizando o deslocamento da armadura. Ocorrência causada pela falta de planejamento no processo de concretagem e principalmente, pela falta do travamento da armadura, que seria propiciada pela correta utilização de espaçadores. Porém antes da concretagem mais de 50% das medições observadas já apresentavam espessura de cobrimento abaixo do estipulado em projeto, evidenciando a falta de controle para o cumprimento desse parâmetro construtivo.
Palavras-chave: Cobrimento. Armadura. Durabilidade.

ABSTRACT

The durability of reinforced concrete structures is determined by a broad category of factors, which ensure the useful life of a concrete structure, among others, stands out the cover for the reinforcement, which is the thickness of concrete between the steel rod and the outer layer of the element. The function of the cover for the reinforcement is to protect the steel against environmental factors and physical effects.
The lack of concern regarding this building aspect during construction procedures, results in several structural recovering works, which often involves high maintenance costs to builders and owners, and is frequently associated to pathologies due to reinforcement corrosion. Therefore, quality and performance of the cover for the reinforced concrete is ensured by a minimum thickness with the use of spacers as determined by NBR 6118 (ABNT, 2014)[2], and the quality of the concrete. The purpose of this study is to verify the variations before and after concreting, compared to Project values, of some construction works situated in Vale do Taquari. From the results observed, it was found that after concreting the number of measurements below the thickness projected increased in comparison to measurements in the formwork, characterizing the displacement of the reinforcement. This occurrence is caused by poor planning during the concreting process and mainly for the lack of reinforcement clamping, propitiated by the proper use of spacers. However, before concreting more than 50% of the amount observed already presented lower covering thickness than stipulated in the project, which suggests failure of care concerning this construction aspect.

Keywords: Cover. Reinforcement. Durability.

[1] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, Projeto de Estruturas de Concreto - Procedimento - NBR 6118. Rio de Janeiro, 2014.

[2] ABNT – BrazilianTechnical Standards Association Projeto de Estruturas de Concreto - Procedimento - NBR 6118. Rio de Janeiro, 2014.

1. INTRODUÇÃO

Entre as técnicas construtivas empregadas para sistemas estruturais de edificações, o concreto armado é o mais utilizado, sendo o mais comum a aplicação do método moldado in loco[3]. Um relevante fator para difusão do seu emprego está na durabilidade do material, de modo que em ambientes de baixa agressividade pode durar mais de cem anos (COUTO et al, 2013).

Conforme Araújo (2010), a durabilidade das estruturas de concreto é um dos parâmetros de ampla relevância dentro dos conceitos das modernas normas de projeto, e também novas normas de desempenho. As exigências relativas à durabilidade estão se tornando cada vez mais rígidas, tanto na fase de projeto, quanto na fase de execução da estrutura. As normas são importantes para estabelecer diretrizes legais e de orientação aos projetistas, de modo a padronizar processos e garantir a qualidade dos mesmos.

A durabilidade do concreto é influenciada por diversas ações coordenadas e realizadas durante todas as etapas da sua execução, e um desses fatores comumente citado em normas técnicas, como NBR 6118 (ABNT, 2014) e NBR 14931 (ABNT, 2004), é o cobrimento das armaduras, o qual possui papel determinante para a proteção da estrutura a fim de evitar a surgimento de patologias. O cobrimento de armadura é a espessura de concreto entre a armadura e o limite ao meio externo do elemento estrutural

A função do concreto de cobrimento é propiciar proteção física, química e mecânica ao concreto armado. A barreira formada entre o meio ambiente externo e a armadura de aço é essencial para a durabilidade e bom desempenho da estrutura impedindo a formação de mecanismos que provocariam a corrosão (CAMPOS, 2013). Conforme Fusco (2007), de modo geral a proteção das armaduras é totalmente dependente da qualidade do concreto, isto é, de sua compacidade e de sua impermeabilidade, quanto de uma camada de cobrimento com espessura adequada. Dal Molin (1988) afirma quanto a qualidade do concreto que “ é essencial evitar ‘ninhos’ e segregações. Uma compactação insuficiente pode aumentar a permeabilidade até um ponto em que a proteção das armaduras deixa de existir”, e ainda releva cuidados quanto a cura da superfície dos elementos da estrutura e com a uniformidade da camada do cobrimento, indispensáveis para uma menor possibilidade de ações de agentes externos.

O objetivo do trabalho é analisar a variação das medidas de cobrimento da armadura durante execução das fôrmas e após a concretagem, em obras com estruturas de concreto armado convencional no Vale do Taquari/RS, comparando com os valores indicados em projeto, observando as técnicas construtivas empregadas, e o nível de controle de execução. Desta forma, o trabalho irá comparar a variabilidade das medições da espessura de cobrimento nos elementos antes e após a concretagem, em relação ao valor especificado em projeto estrutural. E, a partir dos dados levantados em campo avaliar essa correlação.

2. METODOLOGIA

Os parâmetros levantados em campo para análise foram: a espessura dos cobrimentos de armadura para os tipos de elementos estruturais (lajes, pilares e vigas) antes e após a concretagem; o valor do cobrimento estipulado em projeto e a utilização ou não de espaçadores plásticos

Foram avaliadas um total de 10 obras em um intervalo de 4 meses da pesquisa, conforme disponibilidade de construções que atendiam as necessidades do trabalho. Das amostras, em 2 empresas foram analisadas mais de uma obra, sendo observado 2 obras da Empresa B e 3 obras da Empresa C. No Quadro 1 é apresentado o resumo das obras e dos itens analisados. Ressalta-se que não foi possível observar os três elementos estruturais em todas as obras pois o cronograma das mesmas não condizia com o intervalo da pesquisa. O Número pequeno de lajes observadas, três amostras, ocorreu pois as demais obras utilizaram lajes pré-moldadas, mais especificamente de vigota treliçada e tavela, sistema muito utilizado no Vale do Taquari, onde não foi possível a medição do cobrimento da armadura no fundo da laje.

[3] ***In loco*** é uma expressão em **latim**, que significa "**no lugar**" ou "**no próprio local**".

Quadro 1 - Elementos estruturais observados para cada obra.

Empresa	Obra	Elementos observados		
		Pilares	Vigas	**Lajes**
A	A1	Sim	Sim	Não
B	B1	Sim	Sim	Sim
B	B2	Sim	Não	Não
C	C1	Sim	Sim	Não
C	C2	Não	Sim	Não
C	C3	Sim	Sim	Não
D	D1	Não	Sim	Sim
E	E1	Sim	Sim	Não
F	F1	Sim	Sim	Não
G	G1	Sim	Sim	Sim

Fonte: Autor.

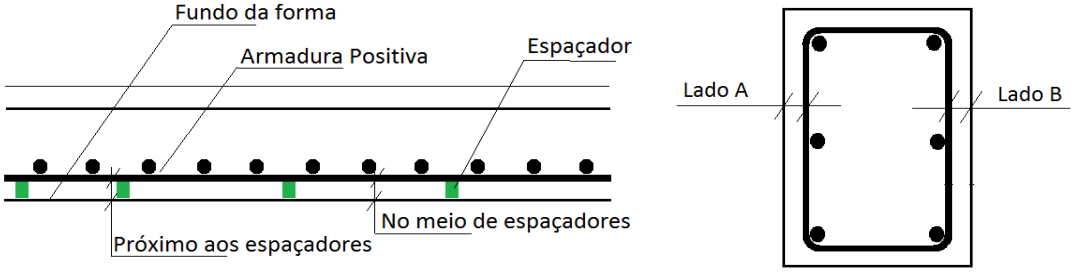
A metodologia utilizada é a mesma dos trabalhos de Silva (2012) e Campos (2013), a fim de se obter resultados que possam ser comparados. O trabalho limita-se a medição de 30 pontos antes e após a concretagem, para cada tipo de elemento estrutural. Os dados foram obtidos à partir de medições e observações feitas em obra. Abaixo há a descrição do procedimento para obtenção dos valores de projeto e espessura de cobrimento para cada elemento estrutural.

Os valores de projeto para o cobrimento de armadura foram obtidos a partir de consulta aos projetos estruturais de cada obra/empreendimento. Para obtenção dos valores de cobrimento de armadura antes da concretagem foi utilizado um paquímetro digital de precisão milimétrica, da marca Pantec. Para cada tipo de elemento estrutural (lajes, pilares e vigas) foram coletados 30 pontos de espessura de cobrimento da armadura. A escolha dos pontos de coleta ocorreu de forma aleatória sem qualquer tipo de padronização por área ou distâncias, de modo a evitar qualquer influência nos valores. Abaixo descrição do procedimento para cada tipo de elemento estrutural.

Para a medição das lajes foi observado o valor entre a superfície do fundo da forma e a parte inferior da armadura positiva, caracterizando a menor distância. Foram coletados 15 pontos próximo aos espaçadores e 15 pontos entre os espaçadores, conforme demonstrado na **Erro! Fonte de referência não encontrada.**a, abaixo. Já nos pilares, devido fechamento das formas, as medidas foram obtidas na parte superior do elemento. Os pilares foram observados conforme disponibilidade da obra no período da medição, de modo que a coleta acontecesse em todos os lados dos pilares ou até fechar os 30 pontos.

Para as vigas a medição da espessura de cobrimento foi realizada apenas nas laterais da forma, devido à dificuldade de coletar o dado antes da concretagem na parte inferior do elemento, pois em muitos casos a mão não passava entre as barras de aço. As medidas foram realizadas da menor distâncias entre a barra de armadura e a forma do elemento. Sempre era coletado um ponto de cada lado da viga, conforme Figura 1b. As vigas foram observadas conforme disponibilidade da obra no período de levantamento dos dados.

Figura 1 – Esquema do local de medição do cobrimento de armadura em lajes (1a - esquerda) e vigas (1b - direita).



Fonte: Autor.

Para a conferência das espessuras de cobrimento de armadura após a concretagem foi utilizado um pacômetro digital, da marca Bosch, modelo D-tect 150 Professional. Os levantamentos foram feitos aproximadamente nos mesmos locais das medidas realizadas antes da concretagem, de modo a evitar diferenças relativas a variabilidade de execução.

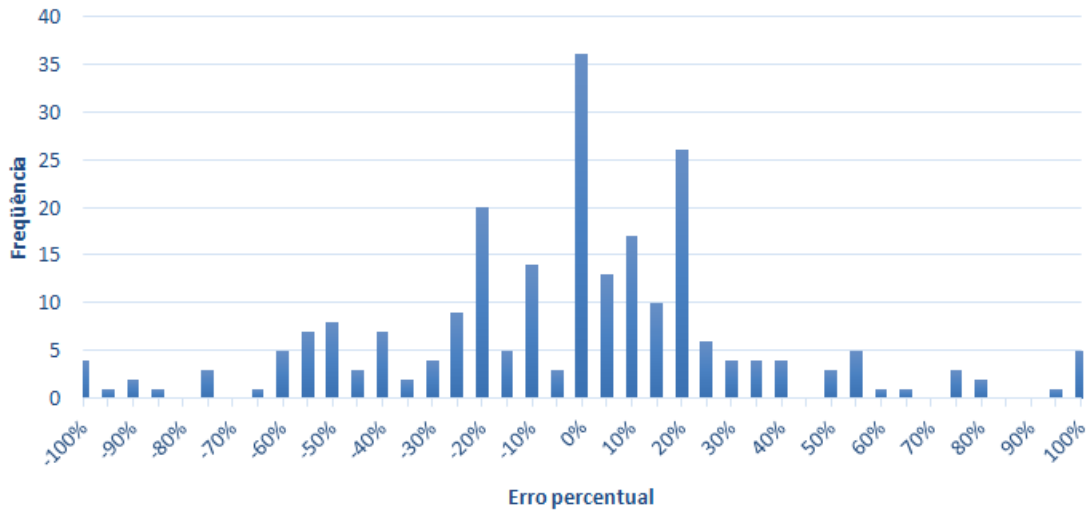
A análise de variabilidade foi feita através do erro percentual nas espessuras de cobrimento da armadura medidos em relação aos valores de projeto. O erro percentual é calculado pelos valores medidos divididos pelos valores de projeto subtraído de uma unidade $[(Cob_{Med}/Cob_{Proj}) - 1]$. Os resultados são apresentados na forma de erro percentual, pois os valores de projeto variam de obra para obra, assim 1 milímetro não corresponde ao mesmo erro em uma obra cujo valor de projeto é 25 milímetros e em outra é 30 milímetros. Desta forma, a apresentação da variabilidade em erro percentual permite o agrupamento dos dados para análise de forma geral.

Para interpretação dos valores foram elaborados histogramas demostrando a frequência dos erros percentuais. Sendo o valor de 0,0% (erro percentual) igual ao de projeto, os valores de sinal positivo correspondem a espessura maior que a projetada e os valores negativos abaixo do projetado.

3. RESULTADOS

Em um primeira análise as amostras foram divididas por elemento estrutural, sendo obtidos resultados isolados para as medições em pilares, vigas e lajes. Os dados obtidos antes da concretagem de todos os pilares são apresentados na Figura 2, através de histograma com a distribuição das frequências dos erros percentuais dos cobrimentos, variando em 5% para intervalo de frequência. Constatou-se que 41,25% das medições ficaram com uma espessura de cobrimento menor que o especificado em projeto. Destaque para a amplitude dos erros percentuais identificados variando em 300%, de 100% negativo (sem cobrimento) a 200% positivo.

Figura 2 – Histograma geral das medições de pilares antes da concretagem.



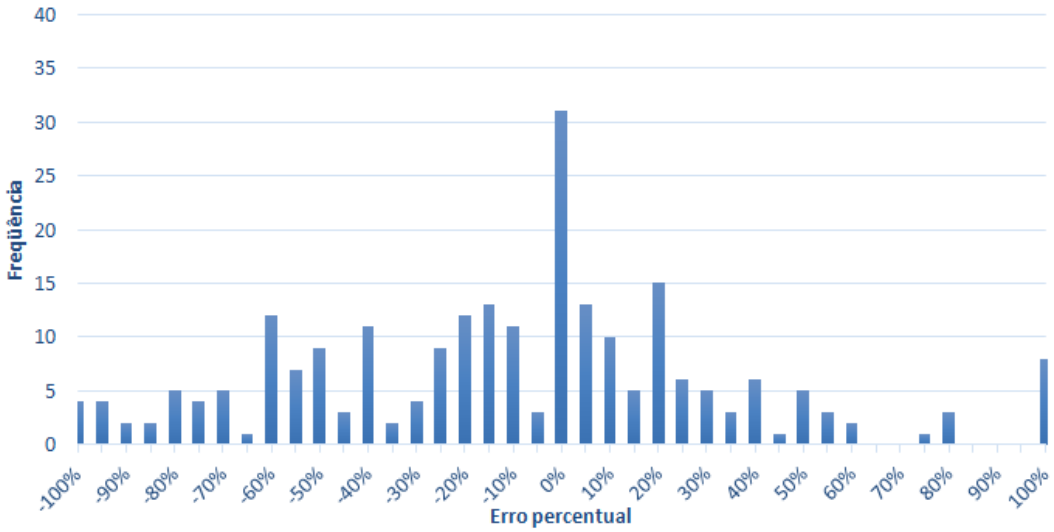
Fonte: Autor.

Na

Figura 3 é apresentado o histograma com a distribuição das frequências (em intervalos de 5%) dos erros percentuais de cobrimento, para todos os pilares medidos após a concretagem. Identificou-se que 51,25%

das medições ficaram com espessura de cobrimento menor que o especificado em projeto, aumento de 10% em relação ao observado antes da concretagem.

Figura 3 – Histograma geral das medições de pilares após à concretagem.



Fonte: Autor.

Na
Tabela 1 é apresentado um resumo das frequências observadas nos histogramas acima (Figura 2 e

Figura 3), separando-as quanto maior e menor que o valor de cobrimento especificado em projeto (representado por erro percentual igual a zero).

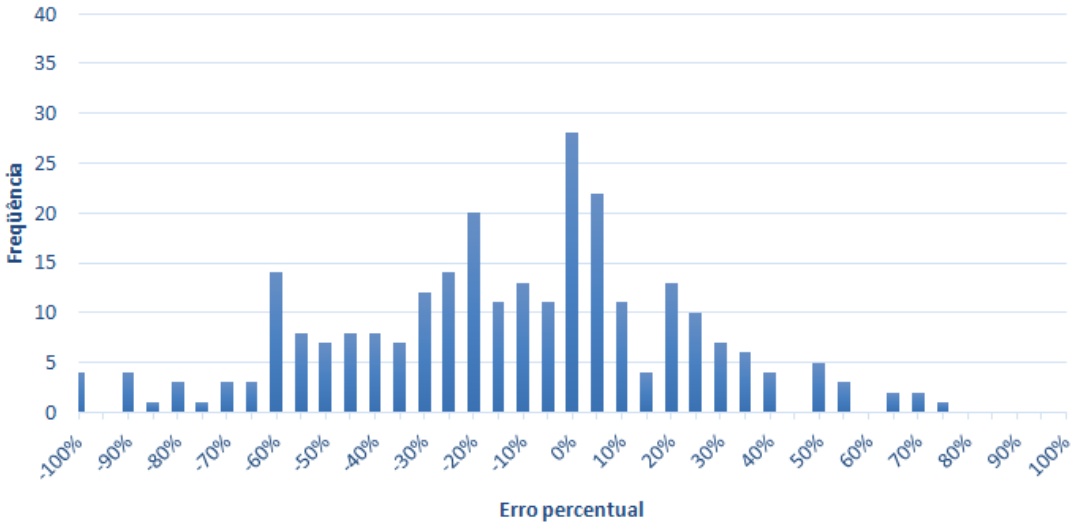
Tabela 1 – Comparação de ocorrências em relação ao valor de projeto. Análise geral de todos os pilares.

Cobrimento de armadura	Antes da concretagem		Depois da concretagem	
	Frequência	%	Frequência	%
< que o projetado	99	41,25%	123	51,25%
≥ que o projetado	141	58,75%	117	48,75%
Total	240	100%	240	100%

Fonte: Autor.

Para as medições realizadas antes da concretagem em todas as vigas, é demonstrado na
Figura 4, o histograma com a distribuição das frequências dos erros percentuais dos cobrimentos. Constatou-se que 56,30% das medições ficaram com uma espessura de cobrimento menor que o especificado em projeto.

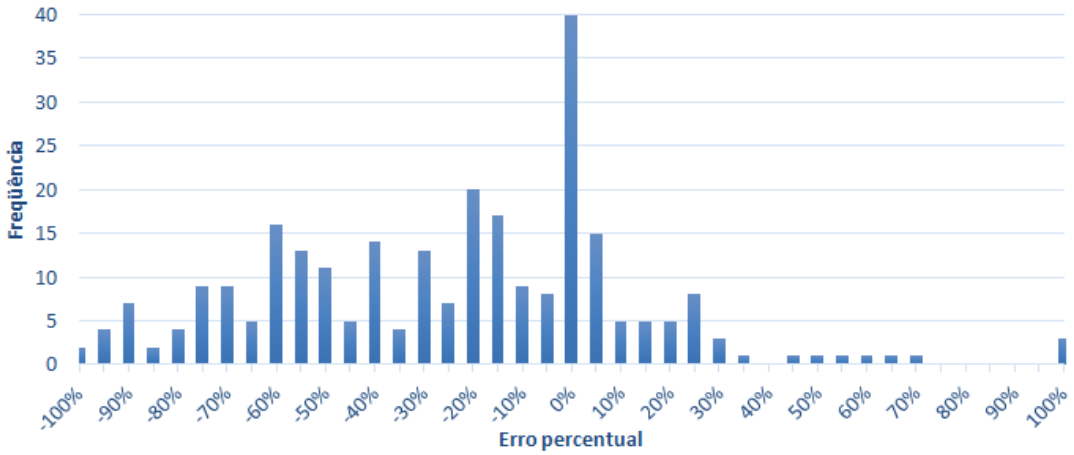
Figura 4 – Histograma geral das medições das vigas antes à concretagem.



Fonte: Autor.

Na
Figura 5, é apresentado o histograma com a distribuição das frequências dos erros percentuais dos cobrimentos, para as medições após a concretagem de todas as vigas. Observou-se que 66,3% das amostras ficaram com uma espessura de concreto menor que o especificado em projeto, aumento de 10,0% em relação ao identificado antes da concretagem.

Figura 5 – Histograma geral das medições das vigas após à concretagem.



Fonte: Autor.

Na
Tabela 2, é apresentado um resumo das frequências observadas nos histogramas acima (Figura 4 eFigura 5), separando-as quanto maior e menor que o valor de cobrimento especificado em projeto (representado por erro percentual igual a zero).

Tabela 2 – Comparação de ocorrências em relação ao valor de projeto. Análise geral de todas vigas.

Cobrimento de armadura	Antes da concretagem		Depois da concretagem	
	(Frequência)	(%)	(Frequência)	(%)
< que o projetado	152	56,30%	179	66,30%
≥ que o projetado	118	43,70%	91	33,70%
Total	270	100%	270	100%

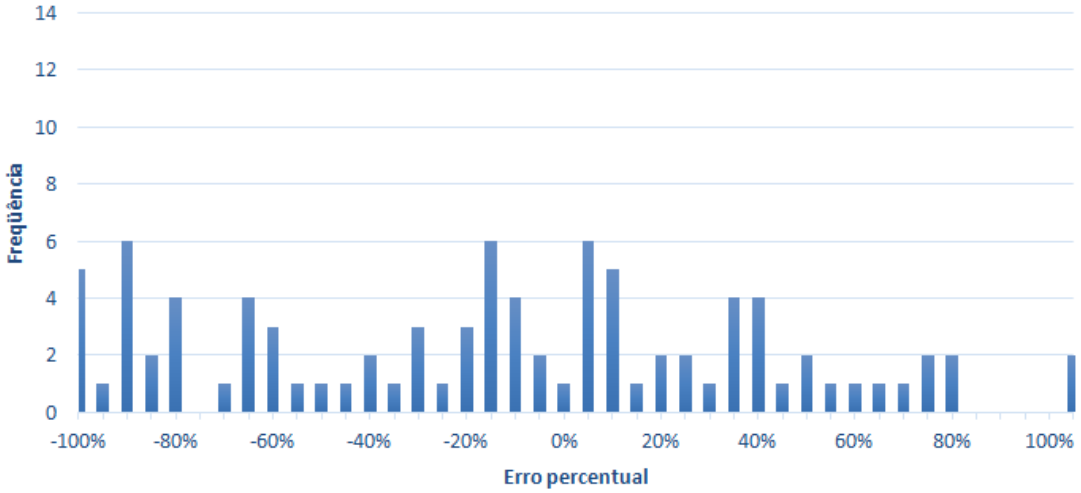
Fonte: Autor.

Os dados obtidos antes da concretagem de todas as lajes, são apresentados na

Figura 6, através de histograma com a distribuição das frequências dos erros percentuais dos cobrimentos. Nota-se que 56,67% das medições ficaram com uma espessura de cobrimento menor que o especificado em projeto. Destaque para a baixa frequência de erro percentual nulo, indicando uma dificuldade para obtenção do valor projetado; e também, para a alta frequência de 100% negativo de erro percentual, indicação de armadura encostada na fôrma.

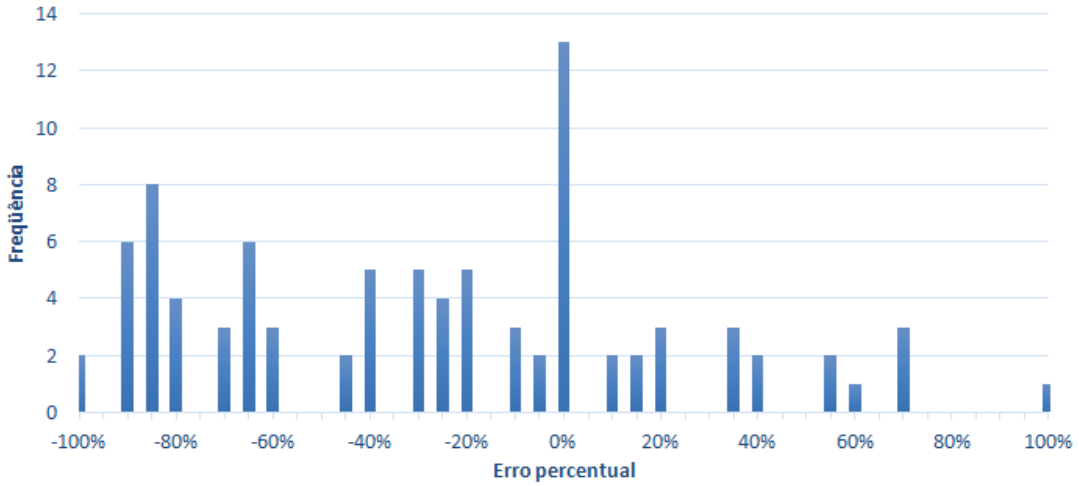
Na Figura 7 é apresentado o histograma com a distribuição das frequências dos erros percentuais dos cobrimentos, para as medições após a concretagem de todas as Lajes. Observou-se que 64,44% das medições ficaram com uma espessura de cobrimento menor que o especificado em projeto. Também, das amostras que apresentaram erro percentual positivo a média diminuiu de 2,55 cm para 1,81 cm; diferença de 0,74 cm a menor.

Figura 6 – Histograma geral das medições das lajes antes à concretagem.



Fonte: Autor.

Figura 7 – Histograma geral das medições das lajes após à concretagem.



Fonte: Autor.

Na
Tabela 3, é apresentado um resumo das frequências observadas nos histogramas acima (Figura 6 eFigura 7), separando-as quanto maior e menor que o valor de cobrimento especificado em projeto (representado por erro percentual igual a zero).

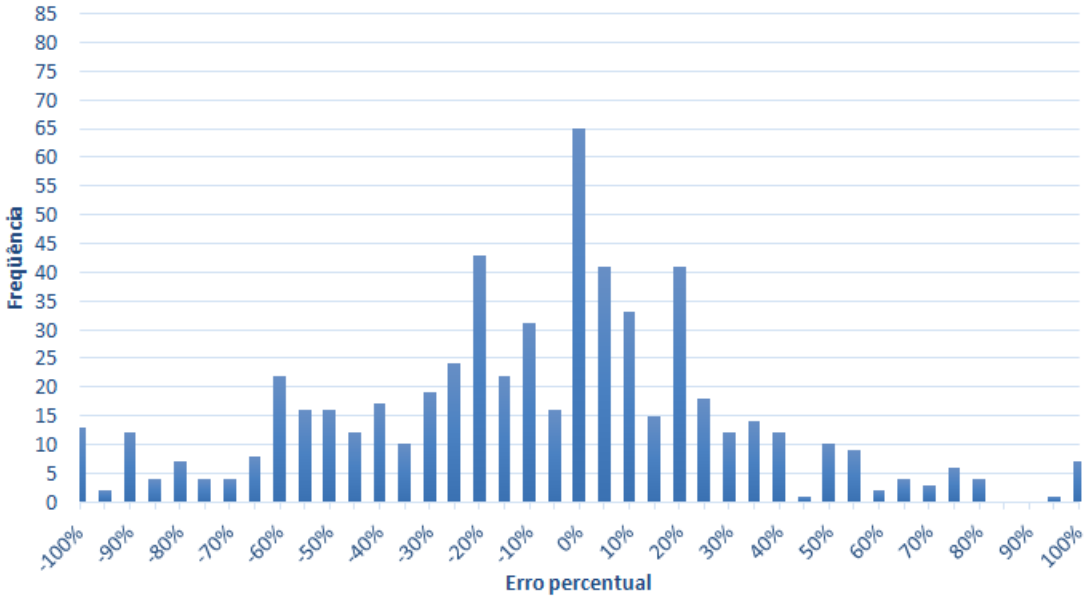
Tabela 3 – Comparação de ocorrências em relação ao valor de projeto. Análise geral de todas as lajes.

Cobrimento de armadura	Antes da concretagem		Depois da concretagem	
	(Frequência)	(%)	(Frequência)	(%)
< que o projetado	51	56,67%	58	64,44%
≥ que o projetado	39	43,33%	32	35,56%
Total	90	100%	90	100%

Fonte: Autor.

Analisando isoladamente cada elemento estrutural, verificou-se dentre as obras observadas, que os pilares apresentaram a menor quantidade de medições com cobrimento inadequado, ou seja, menor que o projetado. Para todos os elementos, após a concretagem, observou-se aumento na frequência para espessuras abaixo do especificado no projeto.
Como avaliação geral, considerou-se todas as medições, sem separação por elementos. Na Figura 8, é demonstrado o histograma com a distribuição das frequências dos erros percentuais dos cobrimentos, para medições antes da concretagem em todas as obras. Observou-se que 50,3% estavam com uma espessura de cobrimento menor que o especificado em projeto.

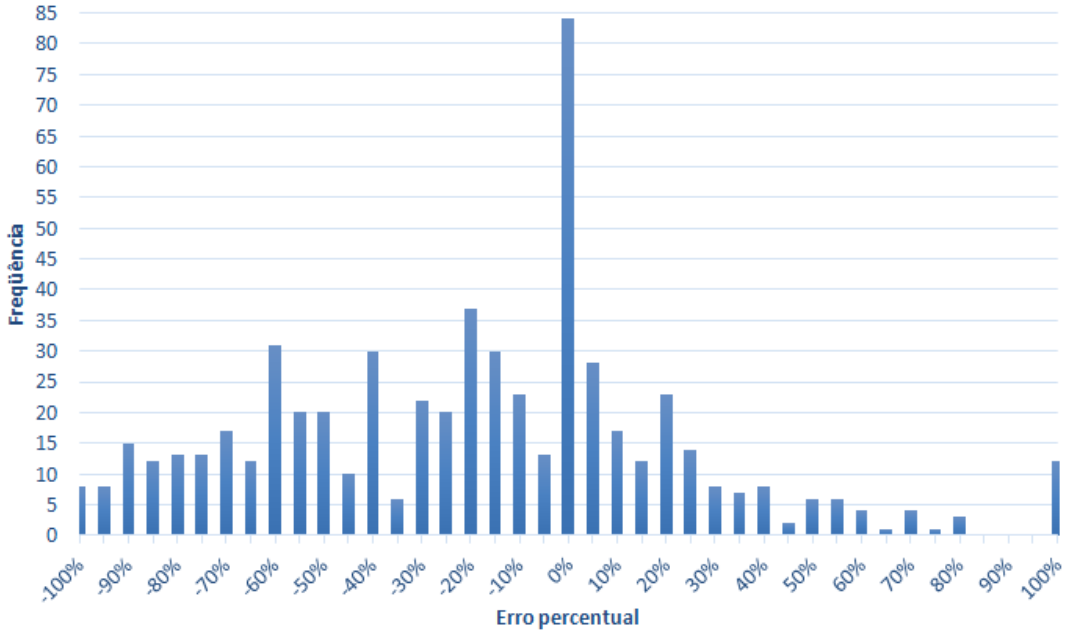
Figura 8 – Histograma geral das medições antes da concretagem.



Fonte: Autor.

Na
Figura 9, é apresentado o histograma com a distribuição das frequências dos erros percentuais para os cobrimentos medidos após a concretagem em todas as obras. Constatou-se que 60,0% das medições ficaram com uma espessura de cobrimento menor que o especificado em projeto.

Figura 9 – Histograma geral das medições após à concretagem.



Fonte: Autor.

Na
Tabela 4, é apresentado um resumo das frequências observadas nos histogramas acima (Figura 8 eFigura 9), separando-as quanto maior e menor que o valor de cobrimento especificado em projeto (representado por erro percentual igual a zero). Observa-se um aumento de 10,0% nas amostras com erro percentual negativo após a concretagem, resultado da utilização dos espaçadores de forma incorreta, ou não utilização, desta maneira não propiciaram o travamento adequado a armadura, e consequentemente permitiram o seu deslocamento durante a concretagem.

Tabela 4 – Comparação de ocorrências em relação ao valor de projeto. Análise geral.

Cobrimento de armadura	Antes da concretagem		Depois da concretagem	
	Frequência	%	Frequência	%
< que o projetado	302	50,33%	360	60,00%
≥ que o projetado	298	49,67%	240	40,00%
Total	600	100%	600	100%

Fonte: Autor.

Realizou-se ainda uma avaliação em relação ao uso ou não de espaçados com a variação da espessura de cobrimento. Para obtenção desses resultados as medições foram separadas em função da utilização ou não do espaçador, independentemente da obra, pois em alguns casos foram utilizados espaçadores em apenas determinado elemento estrutural. O Quadro 2 apresenta um resumo das estruturas que receberam esse dispositivo. Quando indicado que não foi utilizado espaçadores em determinado elemento, entende-se que não há nenhum espaçador a peça, ou seja, não é adotado nenhum tipo de artifício para garantir o correto posicionamento das armaduras.

Quadro 2 – Elementos estruturais que foram utilizados espaçadores.

Obra	Elemento estrutural		
	Pilar	Viga	Laje
A	Sim	Não	
B1	Não	Não	Não
B2	Não		
C1	Não	Sim	
C2		Não	
C3	Sim	Sim	
D		Sim	Sim
E	Sim	Sim	
F	Não	Não	
G	Não	Não	Não

Fonte: Autor.

As medições antes da concretagem de todos os elementos estruturais que foram utilizados espaçadores, são demonstrados na Tabela 5, separando-as quanto maior e menor que o valor de cobrimento especificado em projeto (representado por erro percentual igual a zero). Observa-se um aumento de 6,67% de medições com espessura de cobrimento inferior à projetada após concretagem.

Tabela 5 – Comparação de ocorrências em relação ao valor de projeto. Análise geral das obras com utilização de espaçadores.

Cobrimento de armadura	Antes da concretagem		Depois da concretagem	
	(Frequência)	(%)	(Frequência)	(%)
< que o projetado	100	47,62%	114	54,29%
≥ que o projetado	110	52,38%	96	45,71%
Total	210	100%	210	100%

Fonte: Autor.

Está representado na Tabela 6 um resumo das frequências observadas quanto maior e menor que o valor de cobrimento especificado em projeto (representado por erro percentual igual a zero). Observa-se um aumento de 14,44% de medições com espessura de cobrimento inferior ao projetado após a concretagem.

Tabela 6 – Comparação de ocorrências em relação ao valor de projeto. Análise geral das obras sem utilização de espaçadores.

Cobrimento de armadura	Antes da concretagem		Depois da concretagem	
	(Frequência)	(%)	(Frequência)	(%)
< que o projetado	202	51,79%	246	63,08%
≥ que o projetado	188	48,21%	144	36,92%
Total	390	100%	390	100%

Fonte: Autor.

Quanto ao percentual de medições abaixo do projetado, para antes da concretagem, os elementos que possuíam espaçador apresentaram 47,62% das medições irregulares, enquanto nos elementos sem, observou-se 51,79% das amostras, uma diferença de 4,17%. Após a concretagem essa diferença aumentou para 8,79%, os elementos com espaçadores ficaram com 54,29% das medições abaixo do projetado e os sem com 63,08%.
Observa-se nessa comparação a pequena diferença quanto a utilização ou não de espaçadores para garantia do cobrimento, com leve indicativo de piora no caso de não utilizar. Ambas as situações apresentaram variações entre os valores medidos antes a após a concretagem, caracterizando deslocamento da armadura durante esse processo. De modo geral ambos os casos não cumprem o cobrimento mínimo; para o caso dos espaçadores, possivelmente por falta de parâmetros para determinar o modo de uso, distribuição e etc.

4. CONCLUSÕES

O objetivo do trabalho foi analisar a variabilidade das espessuras de cobrimento da armadura, em obras do Vale do Taquari, observando os valores medidos antes e após a concretagem, e comparando-os com os projetados. Para análise global de todas as obras verificou-se que durante a medição do cobrimento nas fôrmas, 50,33% das amostras não atendiam a espessura projetada e após a concretagem esse percentual subiu para 60,00% das amostras. Desta forma constata-se, de modo geral, o deslocamento das barras de aço após a concretagem, o qual justifica-se, pelo fato das armaduras não estarem totalmente travadas na posição correta, sendo que, em mais da metade das obras não foram utilizados espaçadores. Consequentemente, a pressão exercida pelo concreto quando inserido na fôrma, mais a circulação de pessoas e a disposição de objetos sobre os elementos estruturais antes e durante a concretagem, propiciam o deslocamento. Todavia é evidente a falta de controle desse parâmetro construtivo, pois antes da concretagem já apresentam ocorrências com espessura abaixo do projetado

Dentre os elementos estruturais estudados, os pilares apresentaram os melhores resultados referente a quantidade de amostras com espessura de cobrimento acima ou igual ao projetado. Notou-se que em pilares de maior seção se obteve melhores resultados, por outro lado, em seções menores as barras de aço encontravam-se próximas a fôrma, constatando um erro percentual negativo maior antes da concretagem e se mantendo posterior a conclusão. Os pilares também apresentaram a maior amplitude de variação do erro percentual, indo de 100% negativo à 200% positivo. Mesmo demonstrando os melhores resultados quanto ao tipo de elemento estrutural, eles apresentaram a maior variação entre as frequências para antes e após a concretagem, isso se justifica pois os valores antes da concretagem foram coletados na parte superior da forma e após foram medidos no centro do pilar, também pode-se atribuir a uma menor eficiência de travamento da armadura dentro da fôrma, devido a posição vertical das barras sujeitas a flambagem.
Para as vigas das obras estudas, constatou-se que 56,30% das medições apresentaram erro percentual negativo antes da concretagem, e após a concretagem esse valor aumentou em 10%, totalizando 66,30% das medições com cobrimento de armadura abaixo do projetado. Esses valores se justificam pela falta de utilização de espaçadores em dois terços das obras, desta forma as armaduras encontravam-se soltas na forma durante a concretagem.

As medições das lajes apresentaram a maior frequência de erros percentuais abaixo de 60% negativo, caracterizando uma espessura de cobrimento muito abaixo da tolerância de execução (∆c) descrita na NBR 6118. Antes da concretagem 56,67% das medições estavam abaixo do valor de cobrimento projetado, após a concretagem esse percentual subiu para 66,30%. Destaca-se nos histogramas duas ocorrências com erro percentual de 100% negativo, após a concretagem. Os valores negativos são justificados pela falta de espaçadores em dois terços das obras, a movimentação sobre a laje, e a vibração e peso exercido pelo mangote de bombeamento/elevação do concreto, ainda, na obra B1 foi utilizado um carrinho de mão para transportar o concreto sobre a laje. Destaca-se o fato de nenhuma empresa prever um plano de ação para circulação sobre as ferragens, e tão pouco uma metodologia para posicionamento dos espaçadores.

Analisando separadamente os elementos estruturais quanto a utilização ou não de espaçadores plásticos (industrializados), constatou-se que houve uma pequena diferença de melhora para os elementos que o utilizaram. Justifica-se tão pouca eficiência desses dispositivos ao fato de que em apenas uma obra houve uma padronização para distribuição/posicionamento dos mesmos, sendo que nas demais constavam nichos com a grandes afastamentos entre esses dispositivos. Ainda, as obras C3 e D não foram utilizados espaçadores adequados para o devido elemento estrutural. Assim, constata-se que se empregados de qualquer maneira não apresentam garantia de eficiência, desta forma, observa-se que precisam ser utilizados conforme sua finalidade e superestimando sua distribuição, aumentando a quantidade de dispositivos, uma vez que nenhuma norma técnica especifica a distância ideal entre as peças.

Ressalta-se que as conclusões apresentadas referem-se exclusivamente as amostragens obtidas nesse trabalho, de modo que servem como um indicativo das espessuras de cobrimento em estruturas de concreto armado da região do Vale do Taquari. Os resultados não devem ser considerados de forma generalizada para todas as construções da região, visto que são necessários mais estudos comparativos com novas coleta de dados. Ainda assim, mesmo que preliminares, tais resultados demonstram uma elevada falta de controle de qualidade quanto a proteção do aço em estruturas de concreto, o que pode vir a desencadear precoces manifestações patológicas por corrosão de armaduras, com consequentes custos de manutenção e redução de vida útil das edificações.

5. REFERÊNCIAS

ARAÚJO, J. M. de. **Curso de concreto armado**. 3. ed. Rio Grande: Dunas, 2010.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR-6118**: Projeto de estruturas de concreto - Procedimento. Rio de Janeiro, 2014. 170 p.

_____ (ABNT). **NBR-14931**: Execução de estruturas de concreto - Procedimento. Rio de Janeiro, 2004. 53 p.

CAMPOS, D. **Cobrimento de armadura em estruturas de concreto armado: análise comparativa entre valores antes, durante e depois da concretagem.** Monografia de conclusão de curso. UFRGS, 2013.

COUTO, J. A. S. et al. O concreto como material de construção. **Caderno de Graduação-Ciências Exatas e Tecnológicas-UNIT**, v. 1, n. 3, p. 49-58, 2013.

DAL MOLIN, D.C.C. **Fissuras em estruturas de concreto armado:** análise das manifestações típicas e levantamento de casos ocorridos no estado do Rio Grande do Sul. Dissertação / Mestrado Engenharia Civil – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, UFRGS, Porto Alegre, 1988.

FUSCO, P. B. **Técnica de armar as estruturas de concreto**. São Paulo: PINI, 2007.

SILVA, O. S. P. da. **Cobrimento de armaduras em estruturas de concreto armado: análise comparativa entre o valor especificado em projeto eo em execução em obras na cidade de Porto Alegre**. Monografia de conclusão de curso. UFRGS, 2012. Disponível em: < http://hdl.handle.net/10183/79781>. Acesso em: 25 Mar 2014.