

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
ESCOLA DE ENGENHARIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL**

André Batista Oliveira

**COBRIMENTO DE ARMADURAS DE ESTRUTURAS DE
CONCRETO ARMADO: LEVANTAMENTO DE CRITÉRIOS
ADOTADOS NA UTILIZAÇÃO DE ESPAÇADORES**

Porto Alegre
dezembro 2014

ANDRÉ BATISTA OLIVEIRA

**COBRIMENTO DE ARMADURAS DE ESTRUTURAS DE
CONCRETO ARMADO: LEVANTAMENTO DE CRITÉRIOS
ADOTADOS NA UTILIZAÇÃO DE ESPAÇADORES**

Trabalho de Diplomação a ser apresentado ao Departamento de Engenharia Civil da Escola de Engenharia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como parte dos requisitos para obtenção do título de Engenheiro Civil

Orientadora: Angela Borges Masuero
Coorientadora: Denise Carpena Coitinho Dal Molin

Porto Alegre
dezembro 2014

ANDRÉ BATISTA OLIVEIRA

**COBRIMENTO DE ARMADURAS DE ESTRUTURAS DE
CONCRETO ARMADO: LEVANTAMENTO DE CRITÉRIOS
ADOTADOS NA UTILIZAÇÃO DE ESPAÇADORES**

Título de ENGENHEIRO CIVIL e aprovado em sua forma final pelo/a Professor/a Orientador/a e pela Coordenadora da disciplina Trabalho de Diplomação Engenharia Civil II (ENG01040) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Porto Alegre, 05 de dezembro de 2014

Profa. Angela Borges Masuero
Dra. pela Universidade Federal do Rio
Grande do Sul
Orientadora

Profa. Denise Carpena Coitinho Dal Molin
Dra. pela Universidade de São Paulo
Coorientadora

Profa. Carin Maria Schmitt
Dra. pelo PPGA/UFRGS
Coordenadora

BANCA EXAMINADORA

Prof. Abrahão Bernardo Rohden (PUC)
Mestre pela UFRGS

Profa. Angela Borges Masuero (UFRGS)
Dra. pela UFRGS

Maria Fernanda Fávero Menna Barreto
Bacharel pela UFMT

Dedico este trabalho aos meus pais, Pedro e Marijane, que sempre me apoiaram e, especialmente durante o período do meu Curso de Graduação, estiveram ao meu lado.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por ter me dado saúde e força para vencer as dificuldades deste trabalho.

Agradeço a esta Universidade, seu corpo docente, direção e administração que oportunizaram a janela que hoje vislumbro um horizonte superior, eivado pela acendrada confiança no mérito e ética aqui presentes.

Agradeço aos meus pais, pelo amor, incentivo e apoio incondicional.

Agradeço à Profa. Angela Borges Masuero, orientadora deste trabalho, e à Profa. Denise Carpena Coitinho Dal Molin, coorientadora no mesmo, por todo empenho dedicado na sua execução.

Agradeço à Profa. Carin Maria Schmitt, pelo auxílio permanente e indispensável na construção deste trabalho.

Os que se encantam com a prática sem a ciência são como os timoneiros que entram no navio sem timão nem bússola, nunca tendo certeza do seu destino.

Leonardo da Vinci

RESUMO

Este trabalho faz parte de um projeto de estudo sobre cobrimento de concreto em estruturas de concreto armado, já precedido dos trabalhos de conclusão de curso dos senhores Diego Campos e Otavio Saraiva Pinto da Silva e coordenado pelas professoras Angela Borges Masuero e Denise Carpena Coitinho Dal Molin. O trabalho em questão se trata de um levantamento do panorama das empresas de construção civil na cidade de Porto Alegre, no ano de 2014, no que se refere ao processo de distribuição de espaçadores em estruturas de concreto armado, a fim de se garantir o cobrimento de concreto exigido em projeto.

A partir da revisão bibliográfica, que abordou o concreto armado, a durabilidade do mesmo e suas patologias, foi possível criar um questionário sobre os processos de execução de estruturas de concreto armado, no qual os engenheiros e mestres das obras visitadas eram sabatinados, focando-se sempre na distribuição de espaçadores. Na segunda etapa deste trabalho, reuniram-se as respostas coletadas e se dividiram os resultados pelo nivelamento de dimensão de cada empresa no mercado da construção local, a fim de tentar estabelecer uma correlação entre os dados obtidos. Como resultados, observa-se uma significativa disparidade nas respostas, o que remete ao fato das empresas não possuírem um padrão de distribuição de espaçadores a ser aplicado, deixando toda responsabilidade a cargo do engenheiro responsável pela execução da obra, do mestre ou, até mesmo, do funcionário que posiciona os espaçadores (muitas vezes uma pessoa de pouca instrução). Conclui-se que é de extrema importância a realização de estudos acadêmicos que possam propiciar a normatização de uma forma de disposição de espaçadores definida por critérios provenientes das características dos elementos de concreto armado a serem executados.

Palavras-chave: Espaçadores nas Estruturas de Concreto Armado. Execução do Concreto Armado. Cobrimento das Armaduras do Concreto Armado.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Etapas da pesquisa	17
Figura 2 – Vida útil das estruturas de concreto	23
Figura 3 – Consideração das incertezas probabilísticas na vida útil das estruturas de concreto armado	24
Figura 4 – Corrosão de armadura em uma viga com cobrimento de concreto insuficiente	29
Figura 5 – Mecanismo de corrosão do aço no concreto armado	31
Figura 6 – Influência do cobrimento de armadura em concreto armado e da relação água/cimento na corrosão das armaduras	36
Figura 7 – Laje e vigas apresentando destacamento da camada de cobrimento de concreto, com armaduras expostas	37
Figura 8 – Espaçadores de argamassa em lajes	38
Figura 9 – Espaçadores, tipo cadeirinha nas lajes	38
Figura 10 – Espaçador circular	39
Figura 11 – Espaçador centopeia	39
Figura 12 – Espaçador cadeirinha	40
Figura 13 – Espaçador cavalete	40
Figura 14 – Níveis de controle no plano geral	51
Figura 15 – Níveis de controle por porte das empresas analisadas	51
Figura 16 – Responsabilidade pela decisão do modelo de espaçador a ser utilizado nas obras no plano geral (questão 3.1)	55
Figura 17 – Responsabilidade pela decisão do modelo de espaçador a ser utilizado nas obras por porte das empresas analisadas (questão 3.1)	55
Figura 18 – Armazenagem de espaçadores nas obras no plano geral (questão 3.2)	58
Figura 19 – Armazenagem de espaçadores nas obras por porte das empresas analisadas (questão 3.2)	58
Figura 20 – Responsabilidade pela definição do modelo de distribuição de espaçadores nas obras no plano geral (questão 3.3)	61
Figura 21 – Responsabilidade pela definição do modelo de distribuição de espaçadores nas obras por porte das empresas analisadas (questão 3.3)	61
Figura 22 – Aplicabilidade de espaçadores nas obras no plano geral (questão 3.4)	66
Figura 23 – Aplicabilidade de espaçadores em vigas nas obras por porte das empresas analisadas (questão 3.4)	66
Figura 24 – Aplicabilidade de espaçadores em pilares nas obras por porte das empresas analisadas (questão 3.4)	67

Figura 25 – Aplicabilidade de espaçadores em lajes nas obras por porte das empresas analisadas (questão 3.4)	67
Figura 26 – Fixação de espaçadores tipo cadeirinha de multi-apoio nas obras no plano geral (questão 3.5)	70
Figura 27 – Fixação de espaçadores tipo cadeirinha de multi-apoio nas obras por porte das empresas analisadas (questão 3.5)	70
Figura 28 – Disposição de espaçadores nas obras no plano geral (questão 3.6)	73
Figura 29 – Disposição de espaçadores nas obras por porte das empresas analisadas (questão 3.6)	73
Figura 30 – Responsabilidade pela distribuição de espaçadores nas obras no plano geral (questão 3.7)	76
Figura 31 – Responsabilidade pela distribuição de espaçadores nas obras por porte das empresas analisadas (questão 3.7)	76
Figura 32 – Conferência da utilização de espaçadores nas obras de empresas no plano geral (questão 3.8)	79
Figura 33 – Conferência da utilização de espaçadores nas obras por porte das empresas analisadas (questão 3.8)	79

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Classes de agressividade ambiental	21
Quadro 2 – Correspondência entre classes de agressividade ambiental e cobrimento nominal para $\Delta c = 10\text{mm}$	34
Quadro 3 – Característica qualitativa associada ao nível de controle da execução de elementos estruturais em concreto armado	40
Quadro 4 – Resultados referentes ao nível de controle nas obras	50
Quadro 5 – Relação de item/perguntas aplicadas a respeito da utilização de espaçadores	52
Quadro 6 – Resultados referentes à responsabilidade pela decisão do modelo de espaçador a ser utilizado nas obras	54
Quadro 7 – Resultados referentes à armazenagem dos espaçadores nas obras	57
Quadro 8 – Resultados referentes à responsabilidade pela definição do modelo de distribuição de espaçadores nas obras	60
Quadro 9 – Resultados referentes à aplicabilidade de espaçadores em vigas nas obras ..	63
Quadro 10 – Resultados referentes à aplicabilidade de espaçadores em pilares nas obras	64
Quadro 11 – Resultados referentes à aplicabilidade de espaçadores em lajes nas obras	65
Quadro 12 – Resultados referentes à fixação de espaçadores tipos cadeirinha e multi-apoio nas obras.....	69
Quadro 13 – Resultados referentes à disposição de espaçadores nas obras	72
Quadro 14 – Resultados referentes à responsabilidade pela distribuição de espaçadores nas obras	75
Quadro 15 – Resultados referentes à conferência da utilização de espaçadores nas obras	78

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Porte, número de empresas e de obras analisadas no presente trabalho	48
---	----

LISTA DE SÍMBOLOS

c_{\min} – cobrimento mínimo

c_{nom} – cobrimento nominal

Δc – tolerância de definição para o cobrimento

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
2 DIRETRIZES DA PESQUISA	15
2.1 QUESTÃO DE PESQUISA	15
2.2 OBJETIVOS DA PESQUISA	15
2.2.1 Objetivo principal	15
2.2.2 Objetivo secundário	15
2.3 DELIMITAÇÕES	16
2.4 LIMITAÇÕES	16
2.5 DELINEAMENTO	16
3 CONCRETO ARMADO	18
3.1 DURABILIDADE DE CONCRETO ARMADO	18
3.1.1 Fatores que influenciam na durabilidade	20
3.1.1.1 Mecanismos de deterioração da armadura	21
3.1.1.2 Influência do meio ambiente	21
4 VIDA ÚTIL DO CONCRETO	22
4.1 ABORDAGEM DETERMINÍSTICA	25
4.2 ABORDAGEM PROBABILÍSTICA	25
5 IMPORTÂNCIA DO COBRIMENTO DE CONCRETO NO COMBATE ÀS MANIFESTAÇÕES PATÓLICAS NO CONCRETO ARMADO	27
5.1 CORROSÃO DE ARMADURA	28
5.2 COBRIMENTO DE ARMADURA	32
5.2.1 Cobrimento mínimo de armadura	33
5.2.2 Influência do cobrimento de armadura	35
5.3 ESPAÇADORES	37
6 DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA	42
6.1 ELABORAÇÃO DE QUESTIONÁRIO PARA COLETA DE DADOS	42
6.1.1 Dados da obra	43
6.1.2 Nível de controle	43
6.1.3 Uso de espaçadores	43
6.1.3.1 Responsabilidade pela decisão do modelo de espaçador a ser utilizado	44
6.1.3.2 Armazenagem dos espaçadores	44
6.1.3.3 Responsabilidade pela definição do modelo de disposição dos espaçadores	45
6.1.3.4 Aplicabilidade de espaçadores	45

6.1.3.5 Fixação de espaçadores tipo cadeirinha e multi-apoio	45
6.1.3.6 Disposição de espaçadores	46
6.1.3.7 Responsabilidade pela distribuição de espaçadores	46
6.1.3.8 Conferência quanto à utilidade de espaçadores	46
6.2 DETERMINAÇÃO DA AMOSTRA	47
6.3 APLICAÇÃO DE QUESTIONÁRIO PARA COLETA DE DADOS	48
7 RESULTADOS OBTIDOS E DISCUSSÕES	49
7.1 RESULTADOS OBTIDOS QUANTO AO NÍVEL DE CONTROLE	49
7.1.1 Presença de Engenheiro Civil responsável	49
7.1.2 Certificação de qualidade	49
7.2 RESULTADOS OBTIDOS QUANTO AO USO DE ESPAÇADORES	52
7.2.1 Responsabilidade pela decisão do modelo de espaçadores a ser utilizado	53
7.2.2 Armazenagem dos espaçadores	56
7.2.3 Responsabilidade pela definição do modelo de disposição dos espaçadores	59
7.2.4 Aplicabilidade de espaçadores	62
7.2.5 Fixação de espaçadores tipo cadeirinha e multi-apoio	68
7.2.6 Disposição de espaçadores	71
7.2.7 Responsabilidade pela distribuição de espaçadores	74
7.2.8 Conferência quanto à utilidade de espaçadores	77
8 CONCLUSÕES	81
REFERÊNCIAS	84
APÊNDICE A	86

1 INTRODUÇÃO

As estruturas de concreto armado são as mais utilizadas como estruturas de edificações. Estas possuem alta eficiência, pois associando o concreto convencional, com alta resistência à compressão, às barras de aço, solucionam o grande problema de baixa resistência à tração, formando assim, elementos que usufruem das potencialidades dos materiais componentes. Além disso, apresentam boa relação custo-benefício para a construção civil.

Com a grande utilização desta solução estrutural, aumenta também a preocupação quanto à vida útil deste. Aumentando a vida útil destas estruturas, diminuem os gastos futuros com manutenções e reformas, fator muito interessante para os clientes e construtores e que demonstra a qualidade da edificação construída.

A durabilidade de estruturas de concreto armado está diretamente ligada à eficácia de resistir às ações ambientais e de desempenhar a função para a qual foi projetada. Para resistir às influências ambientais sobre estas, é indispensável que o cobrimento mínimo de armaduras seja respeitado, sendo este a camada de concreto localizada na periferia da seção transversal dos elementos em questão. Sendo assim, é exigido em projeto, um valor mínimo de espessura, a qual tem a finalidade de proteger as barras de aço utilizadas das ações químicas e físicas do meio ambiente.

Devido à grande importância deste assunto no âmbito da Engenharia Civil, iniciou-se um projeto de estudo a respeito do cobrimento de concreto das armaduras de elementos estruturais de concreto armado, no qual este trabalho está inserido; sendo precedido pelos trabalhos de conclusão do curso de graduação em Engenharia Civil dos senhores Diego Campos e Otavio Saraiva Pinto da Silva e coordenado pelas professoras Angela Borges Masuero e Denise Carpena Coitinho Dal Molin. Portanto, o cobrimento das armaduras é o objeto de pesquisa deste trabalho e, de maneira a auxiliar o embasamento teórico que o envolve, utilizar-se-á do levantamento dos critérios adotados quanto à utilização de espaçadores nos elementos estruturais por parte das construtoras, visando a sua execução e a sua fiscalização nos canteiros de obra, a fim de garantir o cobrimento desejado.

2 DIRETRIZES DA PESQUISA

As diretrizes para desenvolvimento do trabalho são descritas nos próximos itens.

2.1 QUESTÃO DE PESQUISA

A questão de pesquisa do trabalho foi: quais são os critérios adotados pelas empresas da construção civil na cidade de Porto Alegre/RS para distribuição de espaçadores em estruturas de concreto armado?

2.2 OBJETOS DA PESQUISA

O objetivo da pesquisa está classificado em um objetivo principal e outros secundários, os quais são descritos a seguir.

2.2.1 Objetivo principal

Levantar dos critérios utilizados na distribuição de espaçadores em estruturas de concreto armado pelas empresas da construção civil, localizadas na cidade de Porto Alegre/RS.

2.2.2 Objetivos secundários

O objetivo secundário do trabalho foram:

- a) verificar a existência de critérios de distribuição de espaçadores em estruturas de concreto armado nas empresas da construção civil, localizadas na cidade de Porto Alegre/RS;
- b) analisar a influência do porte da empresa no detalhamento de critérios de uso de espaçadores;
- c) detalhar o tipo de espaçador empregado em função do elemento estrutural a ser executado.

2.3 DELIMITAÇÕES

O trabalho delimitou-se ao estudo de obras localizadas em Porto Alegre/RS.

2.4 LIMITAÇÕES

São limitações deste trabalho:

- a) a coleta de dados a respeito da utilização de espaçadores foi feita com o engenheiro responsável ou mestre de obras de cada obra;
- b) o número de obras foi limitado, porém o suficiente para o objetivo do trabalho.

2.5 DELINEAMENTO

O trabalho foi realizado por meio das etapas apresentadas a seguir, as quais estão representadas na figura 1 e são descritas nos próximos parágrafos:

- a) pesquisa bibliográfica;
- b) elaboração de questionário para coleta de dados;
- c) coleta de dados nas obras;
- d) análise e comparação dos dados obtidos;
- e) considerações finais.

A **pesquisa bibliográfica** esteve presente em praticamente todas as etapas do trabalho, com exceção da coleta de dados nas obras. Foram estudados os temas condizentes com cobrimento de armaduras em estrutura de concreto armado, os quais tiveram como objetivo fornecer experiências anteriores, conceitos e definições, sendo a base para auxiliar na compreensão e na elaboração de todo o trabalho.

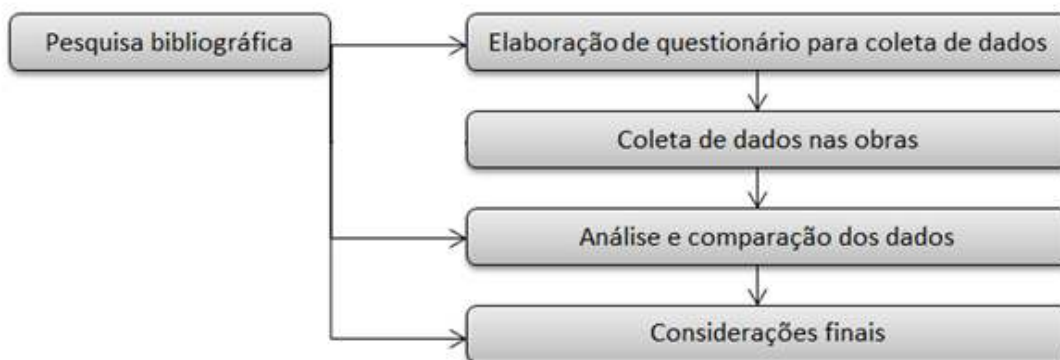
No passo seguinte, ocorreu a **elaboração de questionário para coleta de dados**. Com base nos conhecimentos prévios adquiridos na pesquisa bibliográfica, foi formulado um questionário que possibilitou a coleta de dados nas obras necessários para pesquisa.

Na etapa de **coleta de dados nas obras**, o objetivo foi investigar os critérios adotados nas construções. Foram visitadas várias obras com estrutura em concreto armado de diferentes empresas, a fim de se obter resultados significativos.

Baseado nas informações obtidas anteriormente nas obras e com o estudo bibliográfico foi possível realizar a **análise e comparação dos dados**, buscando verificar se as empresas da construção civil localizadas na cidade de Porto Alegre/RS possuem critérios quanto à utilização de espaçadores em estruturas de concreto armado e, caso possuam, quais são estes.

Por último, nas considerações finais, como era esperado – após a coleta e análise das informações, juntamente com a revisão bibliográfica – permitiu-se expor como está sendo realizada distribuição de espaçadores em estruturas de concreto armado em Porto Alegre/RS e realizar um paralelo entre estes critérios adotados.

Figura 1 – Etapas da pesquisa



(fonte: elaborado pelo autor)

3 CONCRETO ARMADO

O concreto simples é um composto constituído por cimento, água, agregado miúdo, agregado graúdo, possíveis adições e ar. Ele pode ainda ter a aplicação de aditivos químicos que tem por finalidade melhorar e/ou modificar suas propriedades.

O concreto simples é um material que apresenta uma elevada resistência à compressão, no entanto, possui uma resistência à tração muito menor, cerca de 10% daquela. Portanto, torna-se indispensável a necessidade de uni-lo a um material que possua uma alta resistência a tração, o aço.

Com a união destes dois materiais forma-se o compósito chamado concreto armado, em que as barras de aço resistem aos esforços de tração enquanto o concreto simples aos de compressão. No entanto, não basta somente a união dos dois materiais, é indispensável o efeito de aderência entre ambos, o que faz com que o trabalho de suportar as tensões seja realizado de forma conjunta e solidária.

3.1 DURABILIDADE DO CONCRETO ARMADO

Quanto à definição de durabilidade do concreto armado, encontram-se muitas versões. No entanto, a maior parte delas converge para a capacidade de resistência dos elementos de concreto armado diante das ações ambientais sofridas.

Uma definição é encontrada no conceito de desenvolvimento formulado pela ISO 6241 (INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION, 1984), ainda no início da década de 1980. Neste, a durabilidade é o resultado da interação entre a estrutura de concreto, o ambiente e as condições de uso, de operação e de manutenção. Portanto, não é uma propriedade inerente ou intrínseca à estrutura, à armadura ou ao concreto. Uma mesma estrutura pode ter diferentes comportamentos, ou seja, diferentes funções de durabilidade no tempo, segundo suas diversas partes, até dependente da forma de utilizá-la.

Outra definição é explícita na NBR 6118, onde existe um item, o 5.1.2.3, que define durabilidade como a capacidade da estrutura resistir às influências do meio ambiente previstas

no início dos trabalhos de elaboração do projeto, definidas pelo autor do projeto estrutural e o contratante (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2014, p. 13).

O fator durabilidade de estruturas de concreto armado é extremamente importante tanto para as construtoras, quanto para os indivíduos que usufruem dos imóveis construídos com base no compósito denominado concreto armado. Este proporciona segurança nos âmbitos econômico, por diminuir consideravelmente os custos futuros com manutenções prediais e reformas estruturais difíceis de serem projetados, e no de zelo à vida dos habitantes destes.

Mesmo o concreto armado sendo um material que possui excelente desempenho, é inevitável que com o passar dos anos ocorra a perda de suas características e de desempenho estético e funcional (MENEZES; AZEVEDO, 2009, p. 2).

Esta diminuição contínua de suas propriedades ocorre devido à presença de ações externas e de ocorrência interna, surgindo manifestações patológicas. Segundo Silva (2007, p. 2), uma das patologias ocasionadas é a corrosão de armaduras, representando aproximadamente 30% das anomalias registradas em estruturas de concreto armado.

Com o objetivo de proporcionar uma maior durabilidade e, por sua vez, a redução de futuras manifestações patológicas, é imprescindível o cuidado no que se refere à qualidade do concreto e dos processos construtivos das estruturas. O estudo destes é muito importante na busca por melhorias contínuas de suas propriedades, até porque em torno de 17% das manifestações patológicas típicas levantadas em obras, no estado do Rio Grande do Sul, no período entre 1977 e 1986, foram em componentes de concreto armado (DAL MOLIN, 1988, p. 126).

A construção civil possui um atraso muito grande quanto ao controle da qualidade de produção, quando comparadas as outras indústrias. Isto se dá por diversos motivos. No entanto, a maior parte deles é fruto da falta de procedimentos de controle e garantia de qualidade quando realizados os processos de produção e uso de um edifício (HELENE; TERZIAN, 1993).

Atualmente, há uma grande preocupação por parte tanto das construtoras quanto dos consumidores em relação à durabilidade dos empreendimentos. Este fato fica evidenciado quando, na etapa de projeto das estruturas, questões quanto à durabilidade são tratadas com a

mesma relevância e/ou cuidado que as propriedades mecânicas e custo inicial. Isto ocorre porque se identificou que os gastos com reparos e manutenções de edificações estavam constituindo grande parte do orçamento total das construções. Um exemplo são os países industrialmente desenvolvidos, em que cerca de 40% dos recursos da indústria da construção civil é gasto com reparo e manutenção das estruturas já existentes e, menos de 50%, em novas instalações (MEHTA; MONTEIRO, 1994).

3.1.1 Fatores que influenciam na durabilidade

Na busca por uma estrutura mais durável deve-se atentar para alguns fatores. Dentre eles é possível citar: a falta de controle, fiscalização e padronização na execução; a pouca qualidade da maior parte da mão de obra existente nas obras; e o baixo nível de detalhamento de alguns projetos, entre outras.

Takata (2009, p. 78) relata o que seriam os principais itens a serem cuidados:

Relacionados ao desempenho estrutural, estão associados os seguintes principais quesitos:

- a) projeto bem detalhado e documentado;
- b) coordenação de obra interagindo com os projetistas;
- c) utilização de materiais que atendem os requisitos de norma;
- d) concreto que atenda os requisitos de qualidade (durante toda a execução e materiais), além da resistência e critérios de cobrimento da armadura, transporte, lançamento, adensamento e cura;
- e) aço que atenda os requisitos de norma;
- f) fôrmas executadas corretamente e estáveis dimensionalmente.

3.1.1.1 Mecanismos de deterioração da armadura

Segundo o item 6.3.3 da NBR 6118 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2014, p. 16), os principais mecanismos de deterioração da armadura propriamente dita são:

- a) despassivação por carbonatação, ou seja, por ação do gás carbônico da atmosfera;

b) despassivação por elevado teor de íon cloro (cloreto).

3.1.1.2 Influência do meio ambiente

Conforme o item 6.4.1 da NBR 6118 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2014, p. 16):

A agressividade do meio ambiente está relacionada às ações físicas e químicas que atuam sobre as estruturas de concreto, independentemente das ações mecânicas, das variações volumétricas de origem térmica, da retração hidráulica e outras previstas no dimensionamento das estruturas de concreto.

A agressividade ambiental citada, nos projetos de estruturas de concreto armado, deve ser classificada conforme o quadro 1.

Quadro 1 – Classes de agressividade ambiental

Classe de agressividade ambiental	Agressividade	Classificação geral do tipo de ambiente para efeito de projeto	Risco de deterioração da estrutura
I	Fraca	Rural	Insignificante
		Submersa	
II	Moderada	Urbana ^{1), 2)}	Pequeno
III	Forte	Marinha ¹⁾	Grande
		Industrial ^{1), 2)}	
IV	Muito forte	Industrial ^{1), 3)}	Elevado
		Respingos de maré	

¹⁾ Pode-se admitir um microclima com uma classe de agressividade mais branda (um nível acima) para ambientes internos secos (salas, dormitórios, banheiros, cozinhas e áreas de serviço de apartamentos residenciais e conjuntos comerciais ou ambientes com concreto revestido com argamassa e pintura).

²⁾ Pode-se admitir uma classe de agressividade mais branda (um nível acima) em: obras em regiões de clima seco, com umidade relativa do ar menor ou igual a 65%, partes da estrutura protegidas de chuva em ambientes predominantemente secos, ou regiões onde chove raramente.

³⁾ Ambientes quimicamente agressivos, tanques industriais, galvanoplastia, branqueamento em indústrias de celulose e papel, armazéns de fertilizantes, indústrias químicas.

(fonte: adaptado de ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2014, p. 17)

4 VIDA ÚTIL DO CONCRETO

Conforme a ISO 13823 (INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION, 2008¹ apud POSSAN, 2010), entende-se por vida útil o período efetivo de tempo durante o qual uma estrutura ou qualquer de seus componentes satisfaz requisitos de desempenho do projeto, sem ações imprevistas de manutenção ou reparo.

Segundo o item 6.2.1 da NBR 6118 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2014, p. 15), entende-se como vida útil:

[...] o período de tempo durante o qual se mantém as características das estruturas de concreto, sem intervenções significativas, desde que atendidos os requisitos de uso e manutenção prescritos pelo projetista e pelo construtor, [...], bem como de execução dos reparos necessários decorrentes de danos acidentais.

Na mesma Norma, no item 6.2.2, quanto ao conceito de vida útil apresentado acima é salientado que: “O conceito de vida útil aplica-se à estrutura como um todo ou às suas partes. Dessa forma, determinadas partes das estruturas podem merecer consideração especial com valor de vida útil diferente do todo”.

Ainda na NBR 6118 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2014, p. 15), no item 6.2.3, são explicadas as condições requeridas quanto à durabilidade de estruturas de concreto armado:

A durabilidade das estruturas de concreto requer cooperação e atitudes coordenadas de todos os envolvidos nos processos de projeto, construção e utilização, devendo, como mínimo, ser seguido o que estabelece a ABNT NBR 12655, sendo também obedecidas as disposições de 25.3 com relação às condições de uso, inspeção e manutenção.

Por conseguinte, comparando as abordagens da NBR 6118 e a da ISO 13823, evidencia-se que a primeira é mais abrangente, contextualizando os principais fatores de influência quanto às estruturas de concreto armado. Quanto à segunda, é preciso afirmar que ela é mais

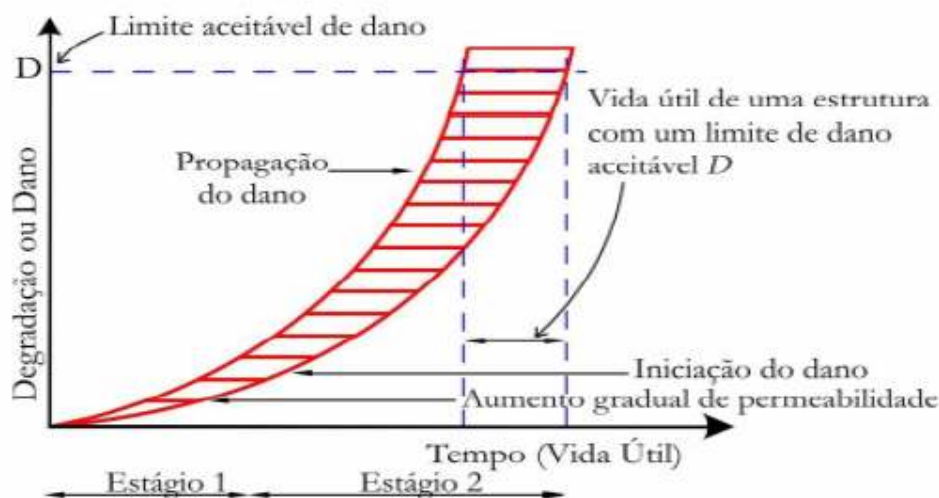
¹ INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION **General principles on the design of design of structures for durability**. ISO 13823. 2008.

atualizada. Esta reúne, junto à conceituação de vida útil, a conceituação de desempenho das estruturas.

Quando se refere à forma com a qual deve-se evidenciar a questão da vida útil, Medeiros et al. (2011, p. 780) declaram que “[...] deve ser enfocada de forma holística, sistêmica e abrangente, envolvendo equipes multidisciplinares”. Ainda, relativo às etapas executivas, englobando desde a concepção, o planejamento e o projeto em si até a etapa de construção propriamente dita da estrutura, deve-se levar em consideração todas estas questões citadas quando se refere a vida útil de uma estrutura.

Buscando fazer uma relação da curva de comportamento da estrutura, Mehta² (1994 apud POSSAN, 2010, p. 35), faz uma relação entre os fatores degradação e vida útil da estrutura, isso está representado no gráfico da figura 2.

Figura 2 – Vida útil das estruturas de concreto



(fonte: MEHTA³ 1994 apud POSSAN 2010, p. 35)

Analisando a figura 2, é possível verificar que o comportamento não possui um padrão de linearidade, isto devido à iteração dos condicionantes providos do ambiente e do carregamento com a estrutura não terem características constantes. É verificado ainda, na

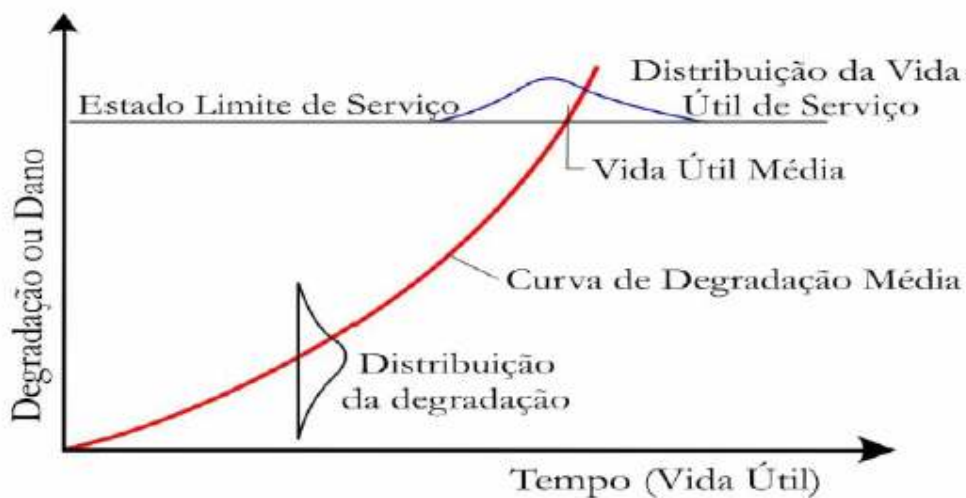
² MEHTA, P. K. Concrete technology at the crossroads: problems and opportunities. In: CONCRETE TECHNOLOGY: past, present and future, 1994. **Proceedings...** São Paulo: ACI-144, 1994, p. 1-30.

³ op. cit.

mesma figura 2, que, à medida que o tempo passa, ocorre o aumento do processo de degradação do concreto. Ou seja, a probabilidade da ocorrência de ações de valor elevado cresce conforme o tempo de vida operante da estrutura de concreto armado aumenta.

Na figura 3, também elaborada por Mehta⁴ (1994 apud POSSAN, 2010, p. 35), faz-se também uma relação entre degradação e vida útil. No entanto, nesta, em termos probabilísticos.

Figura 3 – Consideração das incertezas probabilísticas na vida útil das estruturas de concreto armado



(fonte: MEHTA⁵ 1994 apud POSSAN 2010, p. 36)

Segundo Silva (2012, p. 27), existe uma grande complexidade para dimensionar a vida útil de estruturas de concreto armado. Isto se deve ao fato de cada parte da estrutura poder vir a se deteriorar em taxas diferentes, acarretando sempre diversas incertezas quanto às propriedades dos materiais, o tipo de resposta da estrutura, disposição de uso e operação, entre outros. Referente à modelagem utilizada para previsão de vida útil de estruturas de concreto, existem duas abordagens mais utilizadas: a determinística e a probabilística.

⁴ MEHTA, P. K. Concrete technology at the crossroads: problems and opportunities. In: CONCRETE TECHNOLOGY: past, present and future, 1994. **Proceedings...** São Paulo: ACI-144, 1994, p. 1-30.

⁵ op. cit.

4.1 ABORDAGEM DETERMINÍSTICA

Conforme relatado por Possan (2010, p. 46), esta abordagem determina que a qualidade do concreto é um fator de extrema importância no que se refere ao ingresso de agentes agressivos que acabam levando a deterioração da estrutura de concreto. De acordo com a situação relatada, esta abordagem é embasada nos mecanismos de transporte de gases, massa e íons por meio dos vazios existentes no concreto, que podem ser descritos pela Lei de Faraday, equação de Darcy, Leis de Fick, entre outras. Estes modelos fundamentados citados levam em considerações certas variáveis como sendo constantes no intervalo de tempo, o que acaba por simplificar diversas deduções.

De acordo com Andrade (2001, p. 59), este é um procedimento que pode trazer um certo nível de incerteza, o que pode prejudicar a representatividade dos resultados obtidos quanto a vida útil do material.

4.2 ABORDAGEM PROBABILÍSTICA

Segundo Andrade (2001, p. 59), no ramo da Engenharia, grande parte das decisões a serem tomadas nas atividades pertencentes às etapas de planejamento e projeto de empreendimentos acabam sendo tomadas com certo grau de incerteza. Este fato se deve a diversos processos e fenômenos inerentemente aleatórios e certos parâmetros que acabam não podendo ser considerados constantes no tempo.

Ainda, conforme Andrade (2001, p. 59), os efeitos surgidos por conta das incertezas comentadas são significativos no que se refere a previsão desejada, tornando necessária uma quantificação das aleatoriedades existentes no processo, assim como uma verificação do resultado ao qual se chega como um todo, de tal forma que, realizando a abordagem com auxílio de métodos e teorias de probabilidade, estas acabam por produzir condições muito promissoras no que se refere a solucionar problemas de avaliação da vida útil de estruturas de concreto.

No que se refere a este método de abordagem, Silva (2012, p. 27) faz a seguinte afirmação: “Muitos pesquisadores estão empregando técnicas de confiabilidade para prever com uma boa

margem de segurança o comportamento de uma determinada estrutura, a fim de se prever a sua vida útil.”.

Na visão de Possan (2010, p. 47), a seguinte afirmação se faz verdadeira: “[...] as predições baseadas em métodos probabilistas conseguem inserir nos modelos de comportamento as variabilidades do processo de degradação das estruturas, fornecendo estimativas mais próximas à realidade.”.

5 IMPORTÂNCIA DO COBRIMENTO DE CONCRETO NO COMBATE ÀS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS NO CONCRETO ARMADO

A ocorrência de manifestações patológicas em estruturas de concreto armado é inevitável, pois o concreto acaba se deteriorando com o passar dos anos por ser um material que sofre reações quando em contato com o meio ambiente. Porém se tem que atentar para a manutenção da durabilidade e das funcionalidades das estruturas, possibilitando que as estruturas possam cumprir com sua função conforme foram projetadas durante a vida útil a qual também foi idealizada. Atualmente, no Brasil, existe um grau elevado de deterioração dos imóveis devido, principalmente, a falta de controle dos processos construtivos que influem significativamente no desempenho das estruturas de concreto armado (HELENE; TERZIAN, 1993).

Sabendo-se que o surgimento de manifestações patológicas é inevitável devido às ações do meio ambiente, é indispensável – ao menos – que se tente diminuir ao máximo a velocidade do surgimento destas (MENEZES; AZEVEDO, 2009, p. 2).

Conforme Campos (2013, p. 25):

Durante a execução, a montagem das fôrmas e o posicionamento das armaduras muitas vezes ocorrem sem nenhuma fiscalização, com um baixo nível de controle da qualidade. Essa falta de fiscalização, aliada à baixa qualidade da mão de obra e aos curtos prazos de execução, resulta em um ambiente muito favorável ao erro.

Ainda, segundo Takata (2009, p. 14), durante o ciclo de execução das estruturas de concreto armado (montagem de fôrmas, armaduras e posicionamento do escoramento) ocorrem os maiores fatores geradores de possíveis manifestações patológicas, pelo fato de a mão de obra não posicionar corretamente, não travar e não fixar as fôrmas, além da questão de algumas formas acabarem não recebendo o devido cuidado quanto a sua conservação. Para que se possa assegurar uma montagem adequada, deve-se respeitar os espalhamentos mínimos, as taxas de limites de armadura, os detalhes construtivos e as regiões nas quais há cruzamento de armadura.

Desejando quantificar, identificar ou diagnosticar as manifestações patológicas mais recorrentes em estruturas de concreto armado, têm sido realizados estudos neste sentido em diversos países. Como resultado, obteve-se a informação que a manifestação patológica mais incidente é a de corrosão da armadura (TINOCO; FIGUEIREDO, 2001⁶ apud CAMPOS, 2013).

Conforme é demonstrado por Dal Molin (1988, p. 144), 12% das fissuras de concreto armado dos casos analisados, no Rio Grande do Sul, no intervalo de tempo entre 1977 e 1986, foram provenientes de corrosão de armadura. Estas exigiram uma atitude imediata e, por sua vez, onerosa pelo risco que a edificação possuía quanto a sua estabilidade.

Devido a grande importância do estudo da corrosão de armaduras no que se refere a durabilidade de estruturas de concreto armado, torna-se indispensável a análise deste processo. Por isso, o próximo item é destinado a esta questão.

5.1 CORROSÃO DE ARMADURA

Conforme Silva (2012, p. 28):

A fim de se ter uma estrutura durável, é necessário que ela seja resistente aos agentes agressivos externos que podem ingressar do meio ambiente para o interior do concreto através dos poros da camada de cobrimento, podendo atingir a armadura, dando início ao processo de corrosão. A corrosão das armaduras que ocorre nas estruturas de concreto armado é um processo que implica na perda progressiva de seção das barras de aço. Vale ressaltar que a corrosão é um processo evolutivo e que tende a se agravar com o passar do tempo, podendo comprometer a segurança estrutural da edificação e/ou resultar em colapso da mesma.

Com o intuito de ilustrar este processo de deterioração, é apresentado na figura 4, um exemplo de corrosão de armadura em uma viga atingida por agentes agressivos externos provenientes do meio ambiente.

⁶ TINOCO, H. F. F.; FIGUEIREDO, E. J. P. Avaliação do desempenho de sistemas de reparo e recuperação para estruturas de concreto com corrosão das armaduras. In: WORKSHOP SOBRE DURABILIDADES DAS CONSTRUÇÕES, 2., 2001, São José dos Campos. **Anais...** São José dos Campos: ITA, 2002. p. 312-323. 1 CD.

Figura 4 – Corrosão de armadura em uma viga com cobrimento de concreto insuficiente



(fonte: MENEZES; AZEVEDO, 2009, p [9])

Baseado em Gentil (2012⁷ apud CAMPOS, 2013), existem quatro fatores que associados a corrosão da armadura de estruturas de concreto armado, são eles: mecânicos (por meio de vibrações e erosões), físicos (que se caracteriza pela variação de temperatura), biológicos (pela possível presença de bactérias) e químicos (produtos químicos e ácidos). Pode-se conhecer estes fatores da seguinte maneira, detalhando:

- a) os acontecimentos mecânicos possíveis, pode-se dizer que a ocorrência de vibrações podem produzir fissuras, servindo de caminho entre as armaduras e o meio. Além disso, tem o fato de que líquidos em movimento dentro de um elemento de concreto podem provocar erosões internas a este, proporcionando o conseqüente desgaste;
- b) os acontecimentos físicos, caracterizado principalmente pela variação de temperatura, pode-se dizer que estes ocasionam choques térmicos com reflexos na integridade das estruturas, podendo provocar microfissuras por onde poderiam penetrar agentes agressivos;
- c) os efeitos biológicos, se pode-se dizer que podem criar meios corrosivos, como é o caso das bactérias oxidantes de enxofre ou sulfeto que acabem por acelerar a oxidação dessas substâncias para ácido sulfúrico;

⁷ GENTIL, V. **Corrosão**. 6 ed. Rio de Janeiro: LTC, 2012.

- d) quanto aos químicos, é possível dizer que as substâncias químicas – como os ácidos sulfúrico e clorídrico – estão em diferentes locais do meio ambiente e podem ser muito agressivas a estrutura.

Segundo Hoffmann (2001), os principais fatores a influenciar no processo de corrosão de armaduras de concreto armado são:

- a) relação água/cimento;
- b) adição de sílica ativa;
- c) tempo de cura;
- d) temperatura de exposição durante a cura;
- e) presença de íons de cloreto;
- f) alcalinidade do concreto.

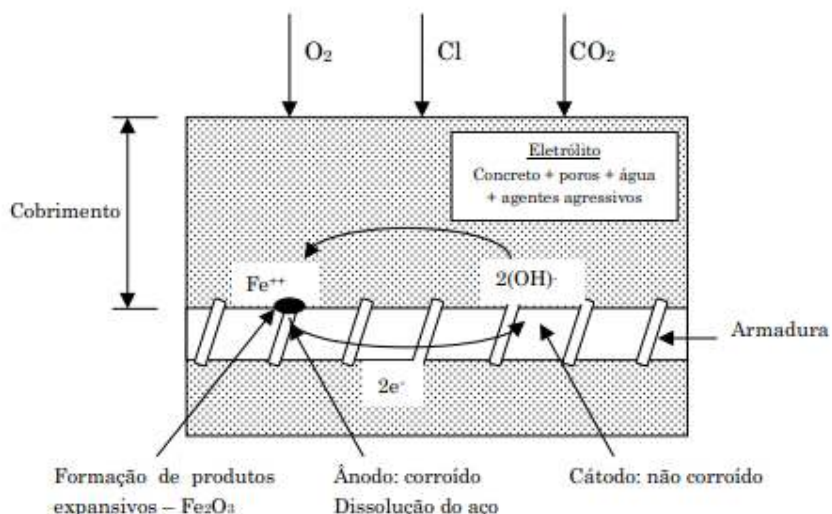
Este é um fenômeno lento, em que a velocidade decresce com o tempo. No entanto, é um dos mais significativos no que se refere a provocar a diminuição da alcalinidade do concreto, contribuindo para a corrosão do mesmo (NEVILLE, 1997⁸, p. 496 apud CAMPOS, 2013).

Na figura 5 é representado o mecanismo de corrosão de uma barra de aço. Ele é eletroquímico, pois a maior parte das reações se dá em lugares úmidos ou com presença de água. É imprescindível que exista uma diferença de potencial, um eletrólito, oxigênio e podem ter alguns agentes agressivos para que ocorra a corrosão da armadura em meio aquoso (HELENE, 1986⁹ apud CAMPOS, 2013).

⁸ NEVILLE, A. M. **Propriedades do concreto**. 2 ed. São Paulo: Pini, 1997.

⁹ HELENE, P. R. L. **Corrosão em armaduras para concreto armado**. 1. ed. São Paulo: Pini, 1986.

Figura 5 – Mecanismo de corrosão do aço no concreto armado



(fonte: ANDRADE, 2001, p. 23)

Como evidenciado na figura 5, ocorre a formação de pilhas eletrolíticas. Isto se deve à existência das zonas catódicas e anódicas no aço. Na zona catódica ocorre a reação de oxidação, com perda de massa e seção e, na zona anódica, há redução de oxigênio (MENEZES; AZEVEDO, 2009, p. 4).

A diferença de tensão entre diferentes pontos da armadura pode ter origem em várias causas. Algumas delas são: solicitações mecânicas distintas no aço e no concreto de regiões próximas no mesmo elemento estrutural, diferenças na superfície e composição química do aço, diferenças de aeração devidas à maior ou menor compacidade e qualidade do concreto. (HELENE, 1986¹⁰ apud CAMPOS, 2013).

Ocorrendo uma diferença de potencial entre as duas zonas, tanto por variação de umidade, aeração, concentração salina ou tensão no concreto e no aço, produz-se uma corrente elétrica que pode gerar a corrosão da armadura dependendo de sua magnitude e se possui acesso de oxigênio. Essa corrente produzida gera o fluxo de elétrons da zona catódica para a anódica pela armadura e, depois, forma um circuito que é também denominado como pilha (MENEZES; AZEVEDO, 2009, p. 4).

¹⁰ HELENE, P. R. L. **Corrosão em armaduras para concreto armado**. 1. ed. São Paulo: Pini, 1986.

A execução dos elementos estruturais de concreto armado com o cobrimento de armadura sendo respeitado conforme consta em projeto, é imprescindível para que se evite a corrosão da armadura.

Para Dal Molin (1988, p. 135), nos casos estudados, “[...] a maior parte dos problemas de corrosão da armadura analisados estava relacionada à inobservância dos cobrimentos mínimos para o tipo de ambiente e qualidade do concreto utilizado (59%) [...]”.

Segundo Menezes; Azevedo (2009, p. 1), a insuficiência e a má qualidade do cobrimento de concreto são os principais causadores dessa manifestação patológica que afetam as estruturas de concreto armado.

5.2 COBRIMENTO DE ARMADURA

Segundo Menezes; Azevedo (2009, p. 7), o cobrimento de armaduras de concreto armado tem como princípio a proteções mecânica, química e física de uma determinada estrutura de concreto armado. Estas proteções se dão da seguinte forma:

- a) mecânica: evita o surgimento células eletroquímicas que poderiam acarretar na corrosão da armadura;
- b) química: ocorre quando o concreto de cobrimento adquire um caráter alcalino;
- c) física: caracterizada pela impermeabilidade, ocorrendo quando o concreto possui boa compacidade, homogeneidade e elementos internos adequados.

Outros aspectos podem influenciar também na qualidade do concreto de cobrimento. Destes se pode citar a cura da superfície e a compactação dos elementos, além de evitar “ninhos” e segregações (DAL MOLIN, 1988, p. 57).

O cobrimento deve proteger todas as barras da armadura. Ele é medido da face externa da estrutura até a barra mais próxima dela (TAKATA, 2009, p. 79). Quando dobra-se o valor da espessura do cobrimento de concreto, a vida útil da armadura é ampliada em quatro vezes (DAL MOLIN, 1988, p. 57).

Silva (2012) afirma que:

O concreto é um material poroso, composto por agregados e pela pasta de cimento. Pelo fato dos agregados serem inertes, características físicas e químicas dependem da pasta e da sua interação com os agregados. O grau de porosidade é uma destas características, e tem como função regular a entrada e saída de fluidos.

Seguindo esta linha de raciocínio, é sugerido por Menezes; Azevedo (2009) que, para que ocorra a diminuição do ingresso de partículas para o interior da estrutura, a fim de aumentar a resistência e a durabilidade, deve-se diminuir a relação a/c.

Quando da existência de capilaridade no interior do elemento de concreto, ocorre o ingresso de fluidos, líquidos ou gases, que podem prejudicar o material (SILVEIRA, 2004, p. 8).

5.2.1 Cobrimento mínimo de armadura

O valor do cobrimento mínimo de armadura é indicado em todos os projetos estruturais. Para definir este valor, é necessário analisar qual a classe de agressividade ambiental a qual a estrutura estará exposta. É aconselhável, sempre que não interferir de forma significativa no custo e no desempenho do elemento estrutural, que se execute a estrutura com um valor de cobrimento maior do que o mínimo, a fim de que a estrutura obtenha um grau de durabilidade maior.

Segundo o item 7.4.7.1 da NBR 6118 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2014, p. 19), “[...] o cobrimento mínimo da armadura é o menor valor que deve ser respeitado ao longo de todo o elemento considerado e que se constitui num critério de aceitação.”. Quanto a garantir o cobrimento mínimo, o item 7.4.7.2 da mesma norma salienta que:

Para garantir o cobrimento mínimo (c_{min}), o projeto e a execução devem considerar o cobrimento nominal (c_{nom}), que é o cobrimento mínimo acrescido da tolerância de execução (Δc). Assim, as dimensões das armaduras e os espaçadores devem respeitar os cobrimentos nominais, estabelecidos [...] [no quadro 2], para $\Delta c = 10$ mm.

Cobrimento nominal é baseado na superfície da armadura externa, que na maior parte das situações é o estribo. O valor deste para qualquer barra deve ser maior ou igual ao diâmetro desta (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2014).

Ainda, conforme o item 7.4.7.4 da NBR 6118 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2014, p. 19):

Quando houver um adequado controle de qualidade e rígidos limites de tolerância da variabilidade das medidas durante a execução pode ser adotado o valor $\Delta c = 5$ mm, mas a exigência de controle rigoroso deve ser explicitada nos desenhos de projeto. Permite-se, então, a redução dos cobrimentos nominais prescritos [...] [no quadro 2] em 5 mm.

Quadro 2 – Correspondência entre classe de agressividade ambiental e cobrimento nominal para $\Delta c = 10$ mm

Tipo de estrutura	Componente ou elemento	Classe de agressividade ambiental (Tabela 6.1)			
		I	II	III	IV ^c
		Cobrimento nominal mm			
Concreto armado	Laje ^b	20	25	35	45
	Viga/pilar	25	30	40	50
	Elementos estruturais em contato com o solo ^d	30		40	50
Concreto protendido ^a	Laje	25	30	40	50
	Viga/pilar	30	35	45	55

^a Cobrimento nominal da bainha ou dos fios, cabos e cordoalhas. O cobrimento da armadura passiva deve respeitar os cobrimentos para concreto armado.

^b Para face superior de lajes e vigas que serão revestidas com argamassa de contrapiso, com revestimentos finais secos tipo carpete e madeira, com argamassa de revestimento e acabamento, como pisos de elevado desempenho, pisos cerâmicos, pisos asfálticos e outros, as exigências desta Tabela podem ser substituídas pelas de 7.4.7.5, respeitando um cobrimento nominal ≥ 15 mm.

^c Nas superfícies expostas a ambientes agressivos, como reservatórios, estações de tratamento de água e esgoto, condutos de esgoto, canaletas de efluentes e outras obras em ambientes química e intensamente agressivos, devem ser atendidos os cobrimentos da classe de agressividade IV.

^d O trecho dos pilares em contato com o solo junto aos elementos de fundação, a armadura deve ter comprimento nominal ≥ 45 mm.

(fonte: adaptado de ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2014, p. 19)

No que se refere à agressividade ambiental, o item 6.4.1 da NBR 6118 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2014, p. 16):

A agressividade do meio ambiente está relacionada às ações físicas e químicas que atuam sobre as estruturas de concreto, independentemente das ações mecânicas, das variações volumétricas de origem térmica, da retração hidráulica e outras previstas no dimensionamento das estruturas.

No quadro 1, são descritas as classificações de agressividade possíveis. Cabe ao projetista analisar o meio em que a estrutura e seus elementos estarão expostos, no que se refere a

possíveis desgastes, pois ele é o responsável pela escolha do nível de agressividade que indica os valores de cobrimento a serem aplicados.

Lima (2011¹¹, p. 735-736 apud SILVA, 2012) indica alguns parâmetros que afetam a estabilidade de estruturas de concreto armado, no que se refere a classificação ambiental:

- a) temperatura;
- b) umidade relativa;
- c) vento;
- d) poluição;
- e) agressividade da água.

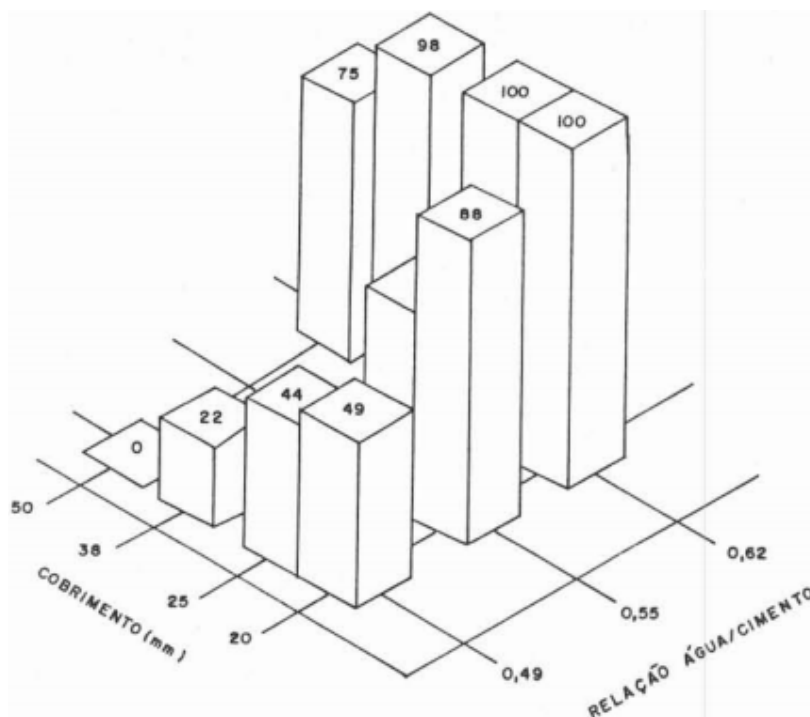
5.2.2 Influência do cobrimento de armadura

A existência da camada de cobrimento de concreto é fundamental no que se refere à proteção da armadura da estrutura, pois ela atua como uma espécie de impermeabilizante da estrutura, evitando – no possível – os processos de difusão. Este tipo de processo é o qual a grande maioria dos fatores causadores de corrosão (como é o caso da carbonatação, da penetração de íons agressivos e da entrada de oxigênio que possibilitaria as reações eletroquímicas) estão relacionados. Evidenciando, assim, a importância da camada de cobrimento de concreto (DAL MOLIN, 1988, p. 54).

Por meio da figura 6 é possível analisar a influência do cobrimento de concreto e da relação água/cimento no que se refere à corrosão de armaduras de estruturas de concreto armado. É notória a importância do cobrimento a fim de proteger a estrutura de manifestações patológicas que, dependendo da agressividade, podem diminuir a vida útil e/ou interferir na estabilidade dos elementos em concreto armado. A altura das colunas indica a quantidade relativa de corrosão (DAL MOLIN, 1988, p. 55).

¹¹ LIMA, M. G. de. Ações do meio ambiente sobre as estruturas de concreto. In: INSTITUTO BRASILEIRO DO CONCRETO (Org.). **Concreto: ciência e tecnologia**. São Paulo, 2011. p. 733-772.

Figura 6 – Influência do cobrimento de armadura em concreto armado e da relação água/cimento na corrosão das armaduras



(fonte: DAL MOLIN, 1988, p. 56)

Quando o cobrimento não é feito de maneira adequada, as peças sofrem corrosão e possivelmente há necessidade de reparos na peça de concreto. A reconstrução do cobrimento é realizada com concreto bem adensado após a adequada limpeza do aço exposto (TAKATA, 2009, p. 40).

Algumas vezes, acaba-se não executando o cobrimento da forma adequada, como é o caso da figura 7. Nesta situação, com a corrosão sendo progressiva, pode haver lascamento nos elementos. A corrosão se dá em ambientes mais quentes e úmidos, em que o risco de condensação é maior, e o sintoma aparente é a coloração marrom-avermelhada (TAKATA, 2009, p. 39-40).

A execução de reparos e manutenção de elementos estruturais que estejam deteriorados devido a corrosão gera, além que grandes custos para resolução, um trabalho que tem de ser feito com muita perícia pois lida diretamente com a estabilidade das estruturas como um todo. Esta perícia é necessária tanto no tratamento de lajes, como também de vigas e pilares,

exigindo que sejam contratadas pessoas de alta capacidade profissional e conhecimento da área.

Figura 7 – Laje e vigas apresentando destacamento da camada de cobrimento de concreto, com armaduras expostas



(fonte: MENEZES; AZEVEDO, 2009, p. 4)

Conforme o item 7.4.1 da NBR 6118 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2014, p. 18), “[...] a durabilidade das estruturas é altamente dependente das características do concreto e da espessura e qualidade do concreto do cobrimento da armadura.”.

5.3 ESPAÇADORES

Espaçadores são peças utilizadas entre a armadura e fôrma de elementos estruturais de concreto armado. Estas peças são de grande importância nas obras, a fim de garantir o valor de cobrimento da armadura exigido em projeto. Possuem a função de manter a armadura na posição correta durante a montagem, o lançamento e o adensamento do concreto, garantindo o cobrimento desejado. Podem ser industrializados ou confeccionados de forma artesanal na própria obra (TAKATA, 2009, p. 40).

Quanto à utilização de espaçadores, o item 8.1.5.5 da NBR 14931 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2004, p. 13) salienta:

O cobrimento especificado para a armadura no projeto deve ser mantido por dispositivos adequados ou espaçadores e sempre se refere à armadura mais exposta. É permitido o uso de espaçadores de concreto ou argamassa, desde que apresente relação água/cimento menor ou igual a 0,5, e espaçadores plásticos, ou metálicos

com as partes em contato com a forma revestidas com material plástico ou outro material similar. Não devem ser utilizados calços de aço cujo cobrimento, depois de lançado o concreto, tenha espessura menor do que o especificado no projeto.

Existem dois tipos de espaçadores que são mais utilizados nas obras hoje, os de argamassa (figura 8) e os de plástico (figura 9). Ambos possuem um baixo custo, porém cada um possui as suas vantagens e desvantagens. Os de plástico oferecem uma grande aderência ao concreto por ser formatado especificamente para este fim, enquanto os de argamassa proporcionam a possibilidade de serem constituídos na própria obra (MENEZES; AZEVEDO, 2009, p. 9).

Figura 8 – Espaçadores de argamassa nas lajes



(fonte: MENEZES; AZEVEDO, 2009, p 15)

Figura 9 – Espaçadores de plástico, tipo cadeirinha, nas lajes



(fonte: MENEZES; AZEVEDO, 2009, p 15)

Segundo Campos (2013), os espaçadores de plástico estão bastante difundidos no mercado da construção civil. Isto porque, além de possuírem baixo custo e fácil colocação, oferecem diversos modelos e formas específicos para cada tipo de elemento estrutural executado.

Atualmente, existem quatro modelos de espaçadores industrializados que são mais utilizados, estes estão listados abaixo e ilustrados nas figuras 10 a 13:

- a) circular: utilizado em pilares;
- b) multi apoio tipo centopéia: utilizado em fundo de vigas, lajes e outros;
- c) tipo cavalete ou garra: utilizado em armaduras positivas;
- d) pino tipo cadeirinha: indicado para lajes, serve de apoio para a barra de ferro restringindo o seu movimento

Figura 10 – Espaçador circular



(fonte: CONEKPLAS, 2014)

Figura 11 – Espaçador centopeia



(fonte: CONEKPLAS, 2014)

Figura 12 – Espaçador cadeirinha



(fonte: CONEKPLAS, 2014)

Figura 13 – Espaçador cavalete



(fonte: CONEKPLAS, 2014)

Um ponto crítico no que se refere à utilização de espaçadores é quanto a sua distribuição e posicionamento. Dificilmente as empresas da construção civil possuem um procedimento padrão de como deve ocorrer a distribuição e colocação. Devido a esta ocorrência, é iminente o surgimento de uma grande variabilidade no valor de cobertura nos elementos estruturais das obras.

Segundo Andrade (2001, p. 153), é possível classificar o nível de controle de uma obra no que se refere a utilização de espaçadores como é indicado no quadro 3.

Quadro 3 – Característica qualitativa associada ao nível de controle da execução de elementos estruturais em concreto armado

Nível de controle	Característica qualitativa
Baixo	– Inexistência de um plano de distribuição dos espaçadores em relação à área e/ou volume dos elementos estruturais;
	– Emprego de espaçadores inadequados (espessura variável, traço diferente do traço do concreto da estrutura).
Alto	– Existência de um plano adequado de distribuição dos espaçadores;
	– Emprego de espaçadores adequados.

(fonte: adaptado de ANDRADE, 2001, p. 153)

A logística do processo de execução de um elemento estrutural de concreto armado acaba sendo, muitas vezes, negligenciada pelas empresas por se atentarem muito com o fluxo dos materiais envolvidos. No entanto, é de grande importância a forma com que ocorre o fluxo de pessoas sobre as armaduras a serem concretadas e/ou no momento da concretagem, pois pode deslocar espaçadores, deslocando também com o peso dos trabalhadores a posição da armadura. Portanto, é de grande valia, a criação de um caminho específico para o tráfego de pessoas e materiais baseado no posicionamento dos espaçadores (TAKATA, 2009, p. 42).

O cuidado com o processo de execução de estruturas de concreto armado é muito importante, pois pode significar uma grande economia quanto aos futuros gastos com reparos e manutenções, tornando a estrutura mais durável.

Menezes; Azevedo (2009, p. 18) confirma o que foi citado acima: “[...] um cobrimento de concreto mal especificado ou mal executado, pode ter consequências desastrosas. Além de prejudicar diretamente a durabilidade das estruturas, essas consequências podem gerar altos gastos em reparos das edificações.”.

6 DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA

Neste capítulo é delineado como se desenvolveu o planejamento do programa de coleta de dados, determinado em conjunto com o plano estratégico de pesquisa adotado para o trabalho em questão. Esta seção descreve ainda, como foi elaborado o questionário para coleta de dados, assim como a determinação da amostra e de como ocorreu a aplicação do questionário nas obras visitadas.

6.1 ELABORAÇÃO DE QUESTIONÁRIO PARA COLETA DE DADOS

O questionário, presente no apêndice A, foi idealizado e confeccionado com base em conhecimentos provenientes da pesquisa bibliográfica realizada e com auxílio de professores dedicados a área da Engenharia Civil em questão. A finalidade deste questionário foi, essencialmente, obter de forma organizada os dados levantados e as características das obras visitadas.

Nele são abordados diversos itens referentes às características das obras e quanto às práticas da utilização de espaçadores. Estes itens estão dispostos em três tópicos, os quais estão elencados abaixo:

- a) dados da obra;
- b) nível de controle;
- c) uso de espaçadores.

A descrição e o detalhamento de cada um dos tópicos propostos são demonstrados a seguir.

6.1.1 Dados da obra

No que se refere aos dados da obra, o objetivo foi identificar e caracterizar tanto a obra quanto a construtora responsável por sua execução. Para ser possível a obtenção de tais dados, foram registradas – no momento da coleta de dados - as seguintes informações: nome e porte da empresa; nome do empreendimento; endereço, área construída e quantidade de pavimentos da obra analisada; e a data do preenchimento do questionário.

6.1.2 Nível de controle

A fim de determinar o nível de controle da obra apurada, foram escolhidos dois parâmetros, as quais estão citadas abaixo:

- a) presença do Engenheiro Civil responsável;
- b) certificação de qualidade da empresa.

Com base nos resultados obtidos, foi possível a subjetiva caracterização em três diferentes níveis de controle, denominados como: excelente, bom e ruim. Abaixo, estão definidos os critérios para obtenção de cada nível de controle:

- a) excelente: presença de Engenheiro Civil responsável na obra e existência de certificação de qualidade por parte da construtora responsável;
- b) bom: presença de Engenheiro Civil responsável na obra e inexistência de certificação de qualidade por parte da construtora responsável;
- c) ruim: ausência de Engenheiro Civil responsável na obra e inexistência de certificação de qualidade por parte da construtora responsável.

6.1.3 Uso de espaçadores

Na busca pela caracterização da obra analisada quanto à utilização e aplicabilidade de espaçadores em elementos estruturais de concreto armado, o engenheiro responsável ou o mestre de obra responderam os itens quanto à:

- a) responsabilidade pela decisão do modelo de espaçador a ser utilizado;
- b) armazenagem dos espaçadores;
- c) responsabilidade pela definição do modelo de disposição dos espaçadores;
- d) aplicabilidade de espaçadores;
- e) fixação de espaçadores tipo cadeirinha e multi apoio;
- f) disposição de espaçadores;
- g) responsabilidade pela distribuição de espaçadores;
- h) conferência quanto a utilização de espaçadores.

Cada questionamento possui uma abrangente gama de possíveis respostas, onde os questionados deveriam assinalar com um “X” a resposta que mais se enquadrasse quanto às práticas de uso na obra em estudo.

A partir das respostas obtidas, foi possível a realização de um paralelo entre as características das obras e as respostas recebidas. Este paralelo tem por finalidade propiciar a definição por amostragem do panorama das empresas da construção civil (de diferentes portes, características quanto a obra e localidades na cidade de Porto Alegre/RS) no que se refere a utilização de espaçadores em estruturas de concreto armado.

6.1.3.1 Responsabilidade pela decisão do modelo de espaçador a ser utilizado

No primeiro questionamento, a respeito da utilização de espaçadores, foi perguntado qual profissional decide o modelo do espaçador a ser utilizado na execução dos elementos estruturais.

Como alternativas de resposta, foram dispostas as seguintes opções: engenheiro, técnico de edificações, estagiário, mestre de obras, ferreiro, comprador, vendedor ou outro. Na opção “outro” existe um campo ao lado para descrição da resposta apropriada.

6.1.3.2 Armazenagem dos espaçadores

Com a preocupação quanto à possibilidade de serem entregues ao funcionário os espaçadores de dimensão diferente da desejada, devido à semelhança entre as peças de mesmo modelo e de diferença dimensional, os responsáveis foram questionados a respeito do modo de armazenagem destas peças. A questão era sobre a aplicação de um modelo de estoque formatado em peças ensacadas e empilhadas.

Nas alternativas de resposta, tinham as opções “sim” ou “não”. Além deste questionamento, nos casos em que a resposta foi positiva, ocorreu a indagação de forma dissertativa de quantos sacos possuíam cada pilha.

6.1.3.3 Responsabilidade pela definição do modelo de disposição dos espaçadores

Outro item abordado foi quanto à responsabilidade de definir as quantidades e a disposição dos espaçadores nos diferentes elementos estruturais de concreto armado. Neste plano, a questão aplicada foi a de quem seria a responsabilidade por esta determinação.

Como sugestões de resposta, que pudesse mais se aproximar a realidade da obra estudada, foram dispostas as seguintes opções: engenheiro, técnico de edificações, estagiário, mestre de obras, ou outro. Na opção “outro” existe um campo ao lado para descrição da resposta apropriada.

6.1.3.4 Aplicabilidade de espaçadores

No que se refere a aplicabilidade dos quatro modelos de espaçadores mais requisitados na construção civil, foi indagado em quais elementos de concreto armado os espaçadores dos tipos cadeirinha, circular, multi-apoio e caranguejo eram aplicados (se utilizados na obra em questão).

Como opções de elementos estruturais, onde estes espaçadores poderiam ser aplicados no questionamento, foram oferecidos “viga”, “pilar” e “laje”.

6.1.3.5 Fixação de espaçadores tipo cadeirinha e multi apoio

Com o objetivo de identificar como ocorre a fixação de espaçadores dos tipos cadeirinha e multi-apoio as armaduras dos elementos estruturais de concreto armado (se ocorrer). Foi

questionado se era utilizado algum tipo de dispositivo, acoplado a peça, como forma de fixação entre ela e a armadura, a fim de evitar possível desprendimento proveniente da movimentação e no transporte destas até a forma destino e/ou quando já alocada na sua posição final.

Como possíveis respostas, se ofereceu as alternativas “sim” ou “não”. Além do questionamento citado, nos casos em que a resposta foi negativa, foi perguntado se ocorria ao menos a fixação das mesmas por meio de arame recozido. Para esta segunda indagação, deste item, também foram dispostas as opções de “sim” ou “não”.

6.1.3.6 Disposição de espaçadores

Outro item abordado quanto à disposição dos espaçadores, foi a pergunta sobre em qual momento, com relação ao processo de execução de estruturas em concreto armado, ocorria a disposição destes.

Como sugestões de resposta que pudesse mais se aproximar a realidade da obra estudada, foram dispostas as seguintes opções: durante a confecção da armadura, durante o posicionamento da armadura, posterior ao posicionamento da armadura ou outro. Na opção “outro” existe um campo ao lado para descrição da resposta apropriada.

6.1.3.7 Responsabilidade pela distribuição de espaçadores

Ainda, quanto à responsabilidade pela execução da disposição dos espaçadores nas armaduras dos diferentes elementos estruturais de concreto armado, houve a indagação a cerca de quem seria o profissional responsável e/ou instruído para tal atividade.

As alternativas oferecidas como possíveis opções de resposta, que mais se adequassem a ocorrência na obra analisada, foram dispostas nas seguintes opções: mestre de obras, ferreiro, carpinteiro, auxiliar de produção ou outro. Na opção “outro” existe um campo ao lado para descrição da resposta apropriada.

6.1.3.8 Conferência quanto à utilização de espaçadores

Um momento muito importante no processo de execução de estruturas em concreto armado é a conferência quanto à posição dos espaçadores instalados e a sua dimensão. Ciente desta importância, foi questionado aos responsáveis se a mesma ocorre.

Como possíveis respostas, se ofereceu as alternativas “sim” ou “não”. Além do questionamento citado, nos casos em que a resposta foi afirmativa, foi perguntado em que momento esta ocorre. As alternativas oferecidas para este último questionamento foram: durante a confecção da armadura, durante o posicionamento da armadura, posterior ao posicionamento da armadura ou outro. Na opção “outro” existe um campo ao lado para descrição da resposta apropriada.

6.2 DETERMINAÇÃO DA AMOSTRA

A pesquisa em questão teve como público alvo o segmento de construtoras em atividade na cidade de Porto Alegre/RS, mais precisamente as que possuíssem obras baseadas em estruturas de concreto armado. Aliás, esta determinação da amostra é imprescindível para a obtenção dos dados necessários para atingir a finalidade do trabalho. A fim de que se obtivesse resultados significativos para o objeto de estudo, é indispensável a ocorrência de uma variabilidade de obras no que se refere ao porte das empresas, além de uma quantidade mínima de obras analisadas. Por conseguinte, se preferiu a aplicação de questionário a respeito da utilização de espaçadores em construtoras na cidade de Porto Alegre/RS com os seguintes objetivos:

- a) selecionar obras diversas que propiciem uma ideia geral das variantes no que se refere ao procedimento da utilização de espaçadores;
- b) analisar os dados coletados nas diferentes obras a fim de definir o panorama mais aproximado da realidade no ambiente da construção civil no plano da utilização de espaçadores.

A escolha das obras do estudo seguiu os seguintes critérios:

- a) disponibilidade de engenheiro responsável em colaborar com a pesquisa;

- b) cidade em que a obra está alocada;
- c) estruturas baseadas em concreto armado;
- d) diversidade de porte (pequeno, médio e grande).

Na tabela 1, é apresentada a quantidade de empresas e de obras analisadas de acordo com o seu porte no mercado da construção civil na cidade em que o estudo foi realizado.

Tabela 1 – Porte, número de empresas e de obras analisadas no presente trabalho

PORTE	Nº DE EMPRESAS	Nº DE OBRAS
GRANDE	8	14
MÉDIO	11	13
PEQUENO	3	3
TOTAL	22	30

(fonte: elaborado pelo autor)

6.3 APLICAÇÃO DE QUESTIONÁRIO PARA COLETA DE DADOS

Para que se obtivesse sucesso na pesquisa baseada na aplicação do questionário, foram essenciais o entendimento do propósito do trabalho e a aceitação em contribuir com informações a respeito das práticas no canteiro de obras por parte das empresas respondentes.

Desde o primeiro momento, se deixou claro que a pesquisa possuía unicamente cunho acadêmico e era garantida a confidencialidade e o respeito às informações fornecidas, além do anonimato com relação aos nomes das empresas participantes. Para isto, foi – previamente ao questionário – inserida uma breve dissertação explicando estes detalhes, assim como, que os dados fornecidos fariam parte de um trabalho de conclusão do curso de engenharia civil da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Tal dissertação pode ser visualizada no apêndice A.

Durante o mês de outubro de 2014, o questionário para coleta de dados, elaborado previamente, foi aplicado nas trinta obras de vinte e duas diferentes empresas da cidade de Porto Alegre/RS.

7 RESULTADOS OBTIDOS E DISCUSSÕES

A apresentação dos resultados obtidos nesta pesquisa é feita por meio de gráficos que evidenciam o cenário da construção no que se refere aos níveis de controle e ao processo que envolve a utilização de espaçadores encontrados nas obras estudadas.

Primeiramente, é apresentado o panorama encontrado quanto aos níveis de controle, este cenário é dividido no plano geral e de acordo com o porte das empresas com suas devidas análises. Posteriormente, é detalhado cada item investigado ao longo do questionário no plano geral e de acordo com o porte das empresas com seus devidos diagnósticos.

7.1 RESULTADOS OBTIDOS QUANTO AO NÍVEL DE CONTROLE

Conforme constatação ao longo da aplicação do questionário, se percebeu a particularidade com relação a cada empresa estudada no que se refere à metodologia e cultura aplicadas no controle e na qualidade das tarefas executadas no canteiro de obras. Portanto, foram definidos itens de caracterização que permitiram classificar cada obra quanto ao seu nível de controle: presença de Engenheiro Civil responsável e certificação de qualidade na empresa. Este método de classificação é evidenciado a seguir.

7.1.1 Presença do Engenheiro Civil responsável

Quando analisada a presença do Engenheiro Civil responsável na obra no dia em que o questionário foi aplicado, foi constatado que algumas obras não possuíam a presença permanente do Engenheiro Civil responsável no canteiro de obras durante o expediente de trabalho destas. Este é o caso das obras G1, J1 e M1.

7.1.2 Certificação de qualidade

Quanto à existência de certificação de qualidade na empresa, se constatou que – das vinte e duas empresas analisadas – somente nove empresas apresentavam certificados de qualidade ISO 9001 e/ou PBQP-H nível A.

O quadro 4 foi criado com a finalidade de resumir os resultados obtidos quanto aos itens referentes ao nível de controle das obras.

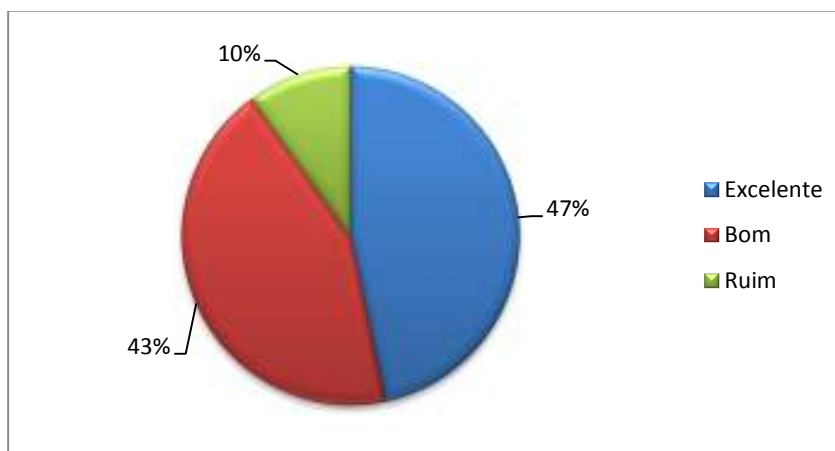
Quadro 4 – Resultados referentes ao nível de controle das obras

1 DADOS DA OBRA			2 NÍVEIS DE CONTROLE		
Empresa	Porte	Empreendimento	Presença de Eng. Civil responsável	Certificação de Qualidade	Classificação
A	Grande	A1	Sim	Não	Bom
B	Grande	B1	Sim	Sim	Excelente
C	Médio	C1	Sim	Sim	Excelente
D	Médio	D1	Sim	Não	Bom
E	Médio	E1	Sim	Não	Bom
F	Médio	F1	Sim	Sim	Excelente
G	Pequeno	G1	Não	Não	Ruim
H	Médio	H1	Sim	Não	Bom
H	Médio	H2	Sim	Não	Bom
H	Médio	H3	Sim	Não	Bom
I	Médio	I1	Sim	Não	Bom
J	Pequeno	J1	Não	Não	Ruim
K	Médio	K1	Sim	Não	Bom
L	Grande	L1	Sim	Sim	Excelente
L	Grande	L2	Sim	Sim	Excelente
L	Grande	L3	Sim	Sim	Excelente
M	Pequeno	M1	Não	Não	Ruim
N	Grande	N1	Sim	Sim	Excelente
O	Médio	O1	Sim	Não	Bom
P	Grande	P1	Sim	Sim	Excelente
P	Grande	P2	Sim	Sim	Excelente
P	Grande	P3	Sim	Sim	Excelente
Q	Grande	Q1	Sim	Sim	Excelente
Q	Grande	Q2	Sim	Sim	Excelente
R	Médio	R1	Sim	Não	Bom
S	Médio	S1	Sim	Não	Bom
T	Grande	T1	Sim	Sim	Excelente
T	Grande	T2	Sim	Sim	Excelente
U	Grande	U1	Sim	Sim	Excelente
V	Médio	V1	Sim	Sim	Excelente

(fonte: elaborado pelo autor)

A partir da conferência dos resultados encontrados no quadro 4, foi possível a percepção de que, quando a avaliado os níveis de controle da obras estudadas, o panorama encontrado no plano geral foi o ilustrado na figura 14. A definição dos critérios adotados para classificação em excelente, bom ou ruim é encontrada no item 6.1.2.

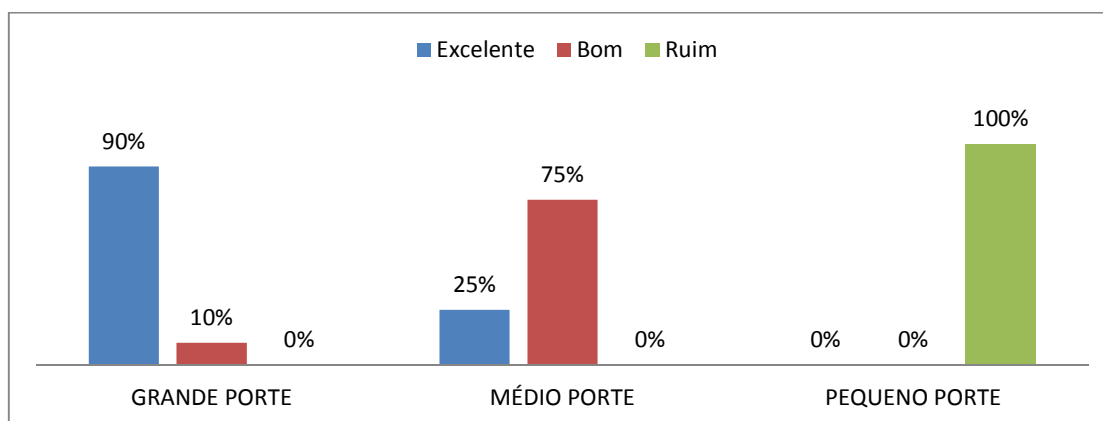
Figura 14 – Níveis de controle no plano geral



(fonte: elaborado pelo autor)

Quando foram analisados os níveis de controle com relação ao porte das empresas, o cenário demonstra uma grande disparidade. Esta é evidenciada na figura 15.

Figura 15 – Níveis de controle por porte das empresas analisadas



(fonte: elaborado pelo autor)

Como se percebe, há uma grande disparidade quanto ao nível de controle quando divide-se os resultados de acordo com o porte das empresas. Como fator satisfatório tem-se os casos das

empresas de grande e médio porte que contam a presença de Engenheiro Civil responsável em todas as obras, mesmo que a maioria das empresas de médio porte não possuam certificados de qualidade. No entanto, é preocupante a situação quanto às empresas de pequeno porte, nestas não se encontrou Engenheiro Civil responsável, transferindo a hierarquia do canteiro de obras para o mestre de obras, profissional que geralmente possui pouco conhecimento acadêmico quanto à importância da função do cobrimento de concreto em estruturas de concreto armado.

7.2 RESULTADOS OBTIDOS QUANTO AO USO DE ESPAÇADORES

De acordo com a análise dos dados coletados, resultantes da aplicação do questionário a respeito do uso de espaçadores na construção civil na cidade de Porto Alegre/RS, se percebe uma grande diversidade de respostas em vários itens em questão. As determinações dos itens, assim como as perguntas neles contidas, são ilustradas no quadro 5.

Quadro 5 – Relação item/perguntas aplicadas a respeito da utilização de espaçadores

ITEM	PERGUNTA APLICADA
3.1	Qual profissional decide o modelo de espaçador a ser utilizado?
3.2	Quanto ao armazenamento dos espaçadores, os mesmos são estocados ensacados e empilhados? Caso a resposta seja afirmativa, são dispostos quantos sacos por pilha?
3.3	Quem define como será executada a disposição de espaçadores em elementos estruturais a serem concretados?
3.4	Qual espaçador é utilizado em cada peça estrutural? (Na execução de viga, pilar e laje)
3.5	Quanto a utilização de espaçadores tipo cadeirinha e multi-apoio, existe item de fixação? Caso a resposta seja negativa, os mesmos são amarrados com arame?
3.6	Quando é executada a disposição de espaçadores nos elementos estruturais?
3.7	Qual profissional é responsável pela distribuição nos elementos estruturais?
3.8	É realizada conferência quanto a existência e distribuição de espaçadores nos elementos estruturais? Caso a resposta seja afirmativa, quando a mesma ocorre?

(fonte: elaborado pelo autor)

O detalhamento sobre a importância de cada uma das indagações presentes no quadro 5 e a análise dos resultados encontrados para cada uma delas é mostrada nos próximos itens.

7.2.1 Responsabilidade pela decisão do modelo de espaçador a ser utilizado

Como primeira pergunta disposta no questionário, se destacou a importância pela definição de um modelo correto do espaçador a ser utilizado nos diversos elementos estruturais de concreto armado, a fim de evitar surpresas quanto ao não cumprimento da espessura de cobrimento exigida em projeto. Nesta, o questionado respondeu sobre quem seria o responsável pela definição citada. Como citado no item 6.1.3.1, foram oferecidas diversas opções de resposta. Na grande maioria dos casos, o responsável por esta definição citado foi o próprio Engenheiro Civil responsável, fato ocorrente em vinte e três das trinta obras analisadas. No entanto, também foram citadas as opções do técnico de edificações, do mestre de obras e da opção outro.

No quadro 6, foi compilado os resultados obtidos quanto ao item referente a responsabilidade pela definição do modelo de espaçador a ser utilizado nas obras.

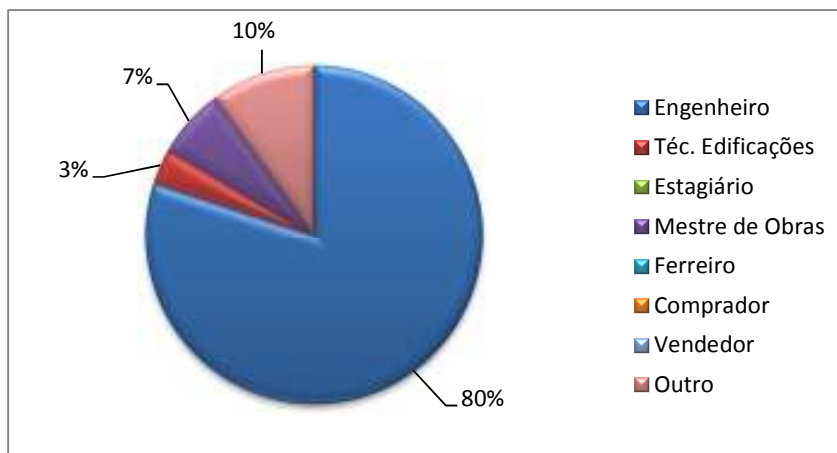
Quadro 6 – Resultados referentes à responsabilidade pela decisão do modelo de espaçador a ser utilizado nas obras

1 DADOS DA OBRA			3 USO DE ESPAÇADORES
1.1	1.2	1.3	3.1
Empresa	Porte	Empreendimento	Qual profissional decide o modelo de espaçador a ser utilizado?
A	Grande	A1	Engenheiro
B	Grande	B1	Engenheiro
C	Médio	C1	Engenheiro
D	Médio	D1	Engenheiro
E	Médio	E1	Engenheiro
F	Médio	F1	Téc. Edificações
G	Pequeno	G1	Mestre de Obras
H	Médio	H1	Engenheiro
H	Médio	H2	Engenheiro
H	Médio	H3	Engenheiro
I	Médio	I1	Engenheiro
J	Pequeno	J1	Engenheiro
K	Médio	K1	Engenheiro
L	Grande	L1	Outro
L	Grande	L2	Outro
L	Grande	L3	Engenheiro
M	Pequeno	M1	Mestre de Obras
N	Grande	N1	Engenheiro
O	Médio	O1	Engenheiro
P	Grande	P1	Engenheiro
P	Grande	P2	Engenheiro
P	Grande	P3	Engenheiro
Q	Grande	Q1	Engenheiro
Q	Grande	Q2	Engenheiro
R	Médio	R1	Engenheiro
S	Médio	S1	Engenheiro
T	Grande	T1	Engenheiro
T	Grande	T2	Engenheiro
U	Grande	U1	Outro
V	Médio	V1	Engenheiro

(fonte: elaborado pelo autor)

Após a análise do quadro 6, se confirma o cenário citado anteriormente a respeito da presença da opção do Engenheiro Civil responsável como a resposta mais significativa. Este panorama é melhor evidenciado na figura 16.

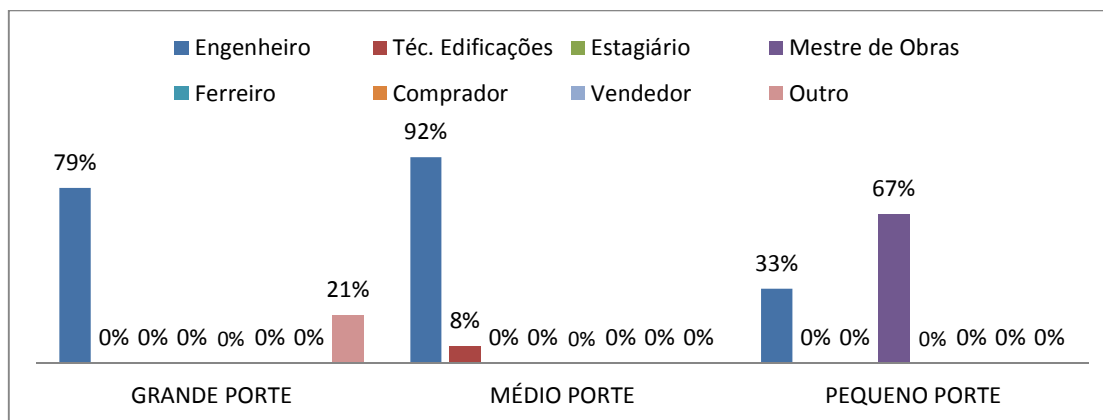
Figura 16 – Responsabilidade pela decisão do modelo de espaçador a ser utilizado nas obras no plano geral (questão 3.1)



(fonte: elaborado pelo autor)

Quando foram analisadas as respostas referentes à responsabilidade em questão com relação ao porte das empresas, a amostra sinaliza uma significativa diferença quando se comparado as empresas de grande e médio com as de pequeno porte. Esta constatação é identificada na figura 17.

Figura 17 – Responsabilidade pela decisão do modelo de espaçador a ser utilizado nas obras por porte das empresas analisadas (questão 3.1)



(fonte: elaborado pelo autor)

Posteriormente à conferência dos dados, foi perceptível o contraste entre as empresas de grande e médio porte quando comparadas com as de pequeno porte. Nas duas primeiras se tem a presença marcante da figura do Engenheiro Civil responsável pela obra como o também responsável pela definição do modelo de espaçador a ser utilizado. Já no caso das empresas de

pequeno porte, surge a imagem do mestre de obras como o responsável por esta definição. Este fato remete a uma preocupação pelos os conhecimentos deste serem muito mais empíricos do que teóricos, possibilitando uma escolha equivocada. Ainda vale salientar a presença da resposta “outro” nas empresas de grande porte. Esta opção se equivale ao fato de, nestas empresas, existirem procedimentos previamente definidos ou o projetista estrutural indicar os modelos mais apropriados.

7.2.2 Armazenagem dos espaçadores

Outro fator que foi colocado dentro desta investigação a respeito dos processos que envolvem a utilização de espaçadores foi a questão da sua armazenagem. Neste quesito, se questionou se as peças em estudo eram armazenadas ensacadas e empilhadas. Caso a resposta fosse afirmativa, ainda era questionado, para uma resposta dissertativa, quantos sacos possuíam cada pilha.

A preocupação com relação a quantidade de sacos em cada pilha está no fato de, quando as pilhas possuírem muitos sacos, poder ocorrer uma mistura de sacos de espaçadores de cobrimentos diferentes e, no momento da coleta dos mesmos para utilização, o profissional responsável pela distribuição dos espaçadores pegar o de dimensão incorreta e o utilize equivocadamente. Nesta linha, o maior prejuízo seria na utilização de um espaçador de menor espessura comparado ao cobrimento exigido em projeto.

Na grande maioria dos casos, a resposta para primeira questão deste item foi afirmativa. Quanto à resposta com relação à quantidade de sacos existente em cada pilha, se obteve diversas situações, desde a quantidade não ser controlada até o valor de 10 sacos.

No quadro 7, é explicitado os resultados obtidos quanto ao item referente ao armazenamento dos espaçadores.

Quadro 7 – Resultados referentes à armazenagem dos espaçadores nas obras

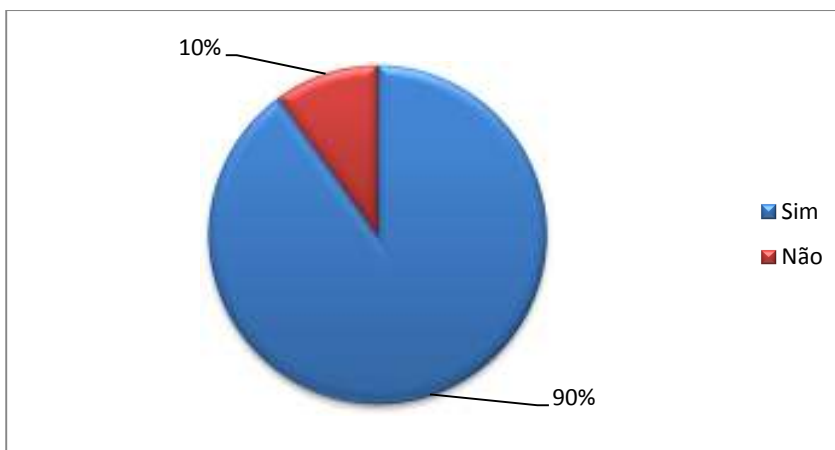
1 DADOS DA OBRA			3 USO DE ESPAÇADORES	
1.1	1.2	1.3	3.2	
Empresa	Porte	Empreendimento	Quanto ao armazenamento dos espaçadores, os mesmos são estocados ensacados e empilhados?	Caso a resposta seja afirmativa, são dispostos quantos sacos por pilha?
A	Grande	A1	Sim	2
B	Grande	B1	Sim	Não Controlado
C	Médio	C1	Sim	3
D	Médio	D1	Sim	3
E	Médio	E1	Sim	Não Controlado
F	Médio	F1	Sim	Não Controlado
G	Pequeno	G1	Sim	1
H	Médio	H1	Sim	Não Controlado
H	Médio	H2	Sim	1
H	Médio	H3	Sim	3
I	Médio	I1	Sim	Não Controlado
J	Pequeno	J1	Sim	Não Controlado
K	Médio	K1	Não	---
L	Grande	L1	Sim	Não Controlado
L	Grande	L2	Sim	5
L	Grande	L3	Sim	3
M	Pequeno	M1	Sim	1
N	Grande	N1	Sim	Não Controlado
O	Médio	O1	Sim	5
P	Grande	P1	Sim	3
P	Grande	P2	Não	---
P	Grande	P3	Sim	3
Q	Grande	Q1	Não	---
Q	Grande	Q2	Sim	Não Controlado
R	Médio	R1	Sim	Não Controlado
S	Médio	S1	Sim	1
T	Grande	T1	Sim	5
T	Grande	T2	Sim	10
U	Grande	U1	Sim	5
V	Médio	V1	Sim	5

(fonte: elaborado pelo autor)

Posteriormente a conferência das respostas referentes ao armazenamento dos espaçadores, se nota que quase todos os engenheiros respondentes afirmaram que os espaçadores eram dispostos em sacos empilhados. A variabilidade neste item analisado ficou a cargo da quantidade de sacos que possuiria cada pilha. Como resposta mais frequente para esta

segunda questão se obteve o fato de não controlarem a quantidade. O cenário citado quanto à primeira pergunta deste item é mostrado na figura 18.

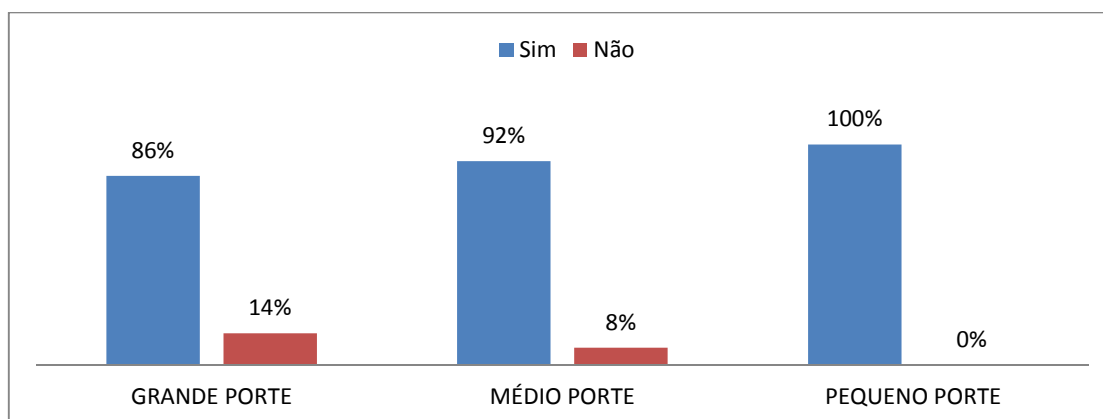
Figura 18 – Armazenagem dos espaçadores nas obras no plano geral (questão 3.2)



(fonte: elaborado pelo autor)

A partir da análise dos resultados, separando-os pelo porte da empresa em questão, os resultados convergiram para o fato que, independente do porte da empresa, a armazenagem dos espaçadores ocorrer de forma ensacada em pilhas. Esta situação é identificada na figura 19.

Figura 19 – Armazenagem dos espaçadores nas obras por porte das empresas analisadas (questão 3.2)



(fonte: elaborado pelo autor)

Após a verificação dos dados recebidos, se percebeu que praticamente todas as obras estocam seus espaçadores em sacos empilhados. O fato a destacar, é a questão da falta de controle com relação à quantidade de espaçadores existente em cada pilha, ocorrente em 33,34% das obras analisadas. Esta situação remete a pouca preocupação por parte das empresas no que se refere a possibilidade de ocorrer uma coleta equivocada.

7.2.3 Responsabilidade pela definição do modelo de distribuição dos espaçadores

Outra pergunta presente no questionário, remete a importância do profissional responsável pela definição de um modelo de distribuição dos espaçadores nos diversos elementos estruturais de concreto armado com o intuito de garantir que o cumprimento da espessura de cobertura exigida em projeto. Este profissional teria a função de determinar os espaçadores a serem utilizados e sua posição nas peças a serem concretadas. Neste item, o Engenheiro Civil responsável pela obra foi questionado sobre quem seria o responsável pela definição citada. Como citado no item 6.1.3.3, foram dispostas algumas opções de resposta. Na grande maioria dos casos, o responsável por esta definição citado foi o próprio Engenheiro Civil responsável, ocorrência em dezenove das trinta obras verificadas. Porém, ocorreu uma significativa quantidade de respostas apontando a responsabilidade desta atividade para o mestre de obras ou para a opção “outro”.

No quadro 8, se reuniu os resultados obtidos quanto ao item que trata da responsabilidade pela definição do modelo de distribuição dos espaçadores nas obras.

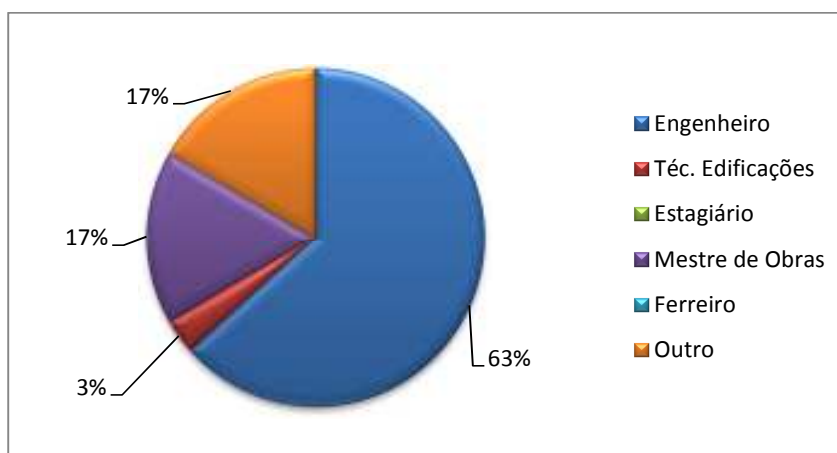
Quadro 8 – Resultados referentes à responsabilidade pela definição do modelo de distribuição dos espaçadores nas obras

1 DADOS DA OBRA			3 USO DE ESPAÇADORES
1.1	1.2	1.3	3.3
Empresa	Porte	Empreendimento	Quem define como será executada a disposição de espaçadores em elementos estruturais a serem concretados?
A	Grande	A1	Engenheiro
B	Grande	B1	Engenheiro
C	Médio	C1	Engenheiro
D	Médio	D1	Mestre de Obras
E	Médio	E1	Engenheiro
F	Médio	F1	Téc. Edificações
G	Pequeno	G1	Mestre de Obras
H	Médio	H1	Engenheiro
H	Médio	H2	Engenheiro
H	Médio	H3	Engenheiro
I	Médio	I1	Engenheiro
J	Pequeno	J1	Engenheiro
K	Médio	K1	Engenheiro
L	Grande	L1	Outro
L	Grande	L2	Outro
L	Grande	L3	Engenheiro
M	Pequeno	M1	Mestre de Obras
N	Grande	N1	Engenheiro
O	Médio	O1	Engenheiro
P	Grande	P1	Outro
P	Grande	P2	Outro
P	Grande	P3	Engenheiro
Q	Grande	Q1	Engenheiro
Q	Grande	Q2	Mestre de Obras
R	Médio	R1	Engenheiro
S	Médio	S1	Engenheiro
T	Grande	T1	Engenheiro
T	Grande	T2	Mestre de Obras
U	Grande	U1	Outro
V	Médio	V1	Engenheiro

(fonte: elaborado pelo autor)

Após a análise do quadro 8, se constata a situação comentada anteriormente a respeito da presença da opção do Engenheiro Civil responsável como a resposta mais significativa. Este panorama é ilustrado na figura 20.

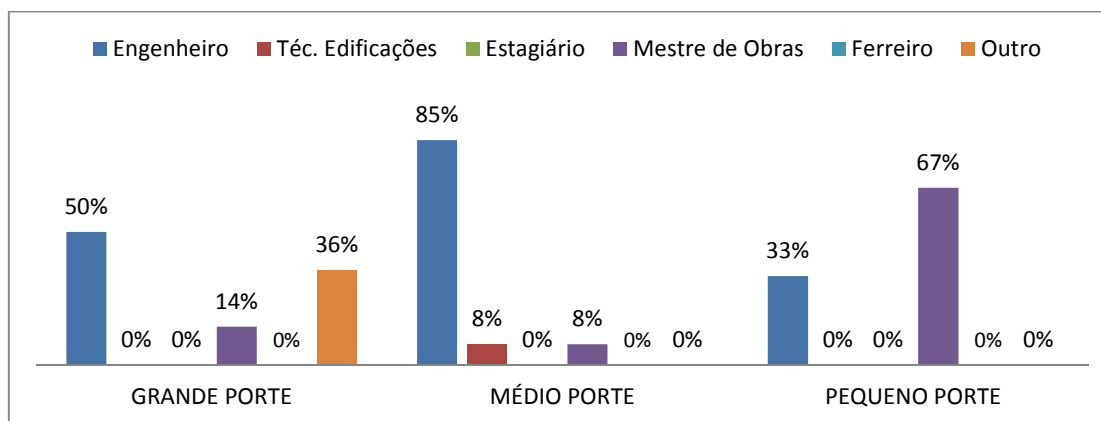
Figura 20 – Responsabilidade pela definição do modelo de distribuição de espaçadores nas obras no plano geral (questão 3.3)



(fonte: elaborado pelo autor)

Também foram estudadas as respostas referentes à responsabilidade em questão com relação ao porte das empresas, a amostra sinaliza uma significativa diferença quando se comparado as empresas de acordo com o seu porte. Esta constatação é identificada na figura 21.

Figura 21 – Responsabilidade pela definição do modelo de distribuição de espaçadores nas obras por porte das empresas analisadas (questão 3.3)



(fonte: elaborado pelo autor)

Após a comparação entre os dados coletados a cerca da responsabilidade pelo modelo de distribuição, se evidenciou uma grande disparidade entre as empresas de acordo com o porte de cada uma.

Nas empresas de grande porte, apesar de a maioria das respostas indicarem para a figura do Engenheiro Civil responsável pela obra, é considerável a quantidade de casos onde a opção “outro” está presente. Nestes casos, esta se equivale da existência de procedimentos previamente definidos ou o projetista estrutural indicar a distribuição mais apropriadas. No caso das empresas de médio porte, a opção do Engenheiro Civil responsável pela obra é a mais citada, compreendendo quase a sua totalidade. Quando analisadas as empresas de pequeno porte, se retorna a importância do mestre de obras no canteiro de obras, se tornando o responsável pelo controle e pela instrução nas atividades a serem realizadas.

7.2.4 Aplicabilidade de espaçadores

Um fator importante quanto a utilização dos espaçadores é a sua aplicabilidade em diferentes elementos estruturais de concreto armado. Neste trabalho, se tratou da aplicabilidade de espaçadores em vigas, pilares e lajes.

Foi entregue uma pequena tabela ao Engenheiro Civil responsável, onde ele deveria indicar se utilizava os espaçadores tipos cadeirinha, circular, multi-apoio e caranguejo e qual elemento os mesmos eram aplicados.

Nos quadros 9 a 11, foram reunidos os dados coletados a respeito da aplicabilidade destes espaçadores em estudo dividido por tipo de elemento estrutural.

Quadro 9 – Resultados referentes à aplicabilidade de espaçadores em vigas nas obras

1 DADOS DA OBRA			3 USO DE ESPAÇADORES			
1.1	1.2	1.3	3.4			
Empresa	Porte	Empreendimento	Qual espaçador é utilizado em cada peça estrutural:			
			Viga			
			Cadeirinha	Circular	Multi-apoio	Caranguejo
A	Grande	A1	Não	Sim	Não	Não
B	Grande	B1	Sim	Não	Não	Não
C	Médio	C1	Não	Não	Sim	Não
D	Médio	D1	Não	Sim	Sim	Não
E	Médio	E1	Não	Não	Não	Não
F	Médio	F1	Não	Não	Sim	Não
G	Pequeno	G1	Não	Sim	Sim	Não
H	Médio	H1	Não	Não	Sim	Não
H	Médio	H2	Não	Sim	Sim	Não
H	Médio	H3	Não	Sim	Não	Não
I	Médio	I1	Não	Sim	Sim	Não
J	Pequeno	J1	Não	Sim	Sim	Não
K	Médio	K1	Não	Sim	Sim	Não
L	Grande	L1	Não	Sim	Sim	Não
L	Grande	L2	Não	Sim	Não	Não
L	Grande	L3	Sim	Sim	Sim	Não
M	Pequeno	M1	Não	Não	Sim	Não
N	Grande	N1	Não	Sim	Sim	Não
O	Médio	O1	Não	Sim	Não	Não
P	Grande	P1	Não	Sim	Sim	Não
P	Grande	P2	Não	Sim	Sim	Não
P	Grande	P3	Não	Sim	Sim	Não
Q	Grande	Q1	Não	Sim	Não	Não
Q	Grande	Q2	Não	Sim	Sim	Não
R	Médio	R1	Não	Sim	Sim	Não
S	Médio	S1	Não	Sim	Sim	Não
T	Grande	T1	Sim	Sim	Sim	Não
T	Grande	T2	Sim	Sim	Não	Não
U	Grande	U1	Não	Não	Não	Não
V	Médio	V1	Não	Sim	Sim	Não

(fonte: elaborado pelo autor)

Quadro 10 – Resultados referentes à aplicabilidade de espaçadores em pilares nas obras

1 DADOS DA OBRA			3 USO DE ESPAÇADORES			
1.1	1.2	1.3	3.4			
Empresa	Porte	Empreendimento	Qual espaçador é utilizado em cada peça estrutural:			
			Pilar			
			Cadeirinha	Circular	Multi-apoio	Caranguejo
A	Grande	A1	Não	Não	Não	Não
B	Grande	B1	Não	Sim	Não	Não
C	Médio	C1	Não	Sim	Não	Não
D	Médio	D1	Não	Sim	Não	Não
E	Médio	E1	Não	Sim	Não	Não
F	Médio	F1	Não	Sim	Não	Não
G	Pequeno	G1	Não	Sim	Não	Não
H	Médio	H1	Não	Sim	Não	Não
H	Médio	H2	Não	Sim	Não	Não
H	Médio	H3	Não	Sim	Não	Não
I	Médio	I1	Não	Sim	Não	Não
J	Pequeno	J1	Não	Sim	Não	Não
K	Médio	K1	Não	Sim	Não	Não
L	Grande	L1	Não	Sim	Não	Não
L	Grande	L2	Não	Sim	Não	Não
L	Grande	L3	Não	Não	Não	Não
M	Pequeno	M1	Não	Sim	Não	Não
N	Grande	N1	Não	Sim	Não	Não
O	Médio	O1	Não	Sim	Não	Não
P	Grande	P1	Não	Sim	Não	Não
P	Grande	P2	Não	Sim	Não	Não
P	Grande	P3	Não	Sim	Não	Não
Q	Grande	Q1	Não	Sim	Não	Não
Q	Grande	Q2	Não	Não	Não	Não
R	Médio	R1	Não	Sim	Não	Não
S	Médio	S1	Não	Sim	Não	Não
T	Grande	T1	Não	Sim	Não	Não
T	Grande	T2	Não	Sim	Não	Não
U	Grande	U1	Não	Sim	Não	Não
V	Médio	V1	Não	Sim	Não	Não

(fonte: elaborado pelo autor)

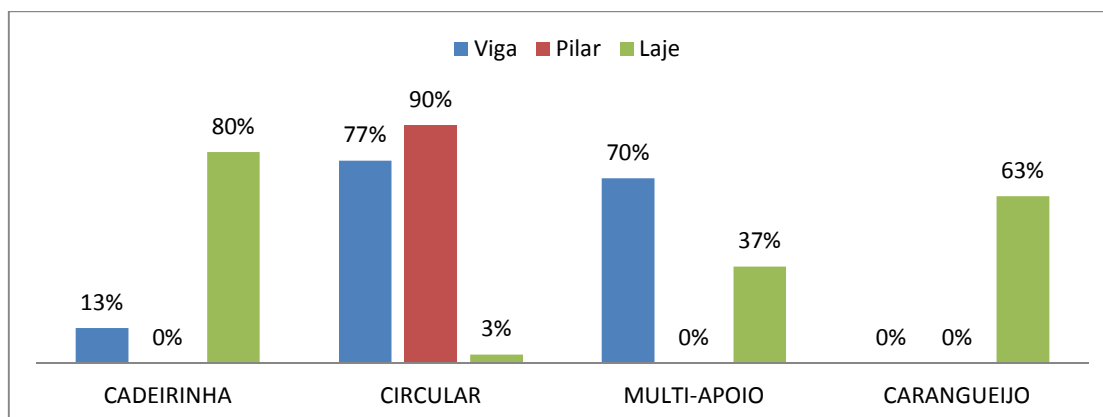
Quadro 11 – Resultados referentes à aplicabilidade de espaçadores em lajes nas obras

1 DADOS DA OBRA			3 USO DE ESPAÇADORES			
1.1	1.2	1.3	3.4			
Empresa	Porte	Empreendimento	Qual espaçador é utilizado em cada peça estrutural:			
			Laje			
			Cadeirainha	Circular	Multi-apoio	Caranguejo
A	Grande	A1	Sim	Não	Não	Não
B	Grande	B1	Sim	Não	Não	Sim
C	Médio	C1	Sim	Não	Não	Sim
D	Médio	D1	Não	Não	Sim	Não
E	Médio	E1	Sim	Não	Não	Não
F	Médio	F1	Sim	Não	Não	Sim
G	Pequeno	G1	Sim	Não	Não	Sim
H	Médio	H1	Sim	Não	Sim	Sim
H	Médio	H2	Sim	Não	Não	Não
H	Médio	H3	Sim	Não	Sim	Sim
I	Médio	I1	Sim	Não	Não	Não
J	Pequeno	J1	Sim	Não	Não	Sim
K	Médio	K1	Sim	Não	Não	Sim
L	Grande	L1	Sim	Não	Não	Não
L	Grande	L2	Sim	Não	Não	Sim
L	Grande	L3	Não	Não	Sim	Sim
M	Pequeno	M1	Sim	Não	Não	Sim
N	Grande	N1	Sim	Não	Sim	Sim
O	Médio	O1	Sim	Não	Não	Não
P	Grande	P1	Não	Não	Sim	Sim
P	Grande	P2	Sim	Não	Não	Sim
P	Grande	P3	Sim	Não	Não	Sim
Q	Grande	Q1	Sim	Não	Sim	Não
Q	Grande	Q2	Não	Não	Não	Não
R	Médio	R1	Sim	Não	Sim	Sim
S	Médio	S1	Sim	Não	Não	Sim
T	Grande	T1	Sim	Não	Sim	Não
T	Grande	T2	Sim	Sim	Não	Sim
U	Grande	U1	Não	Não	Sim	Não
V	Médio	V1	Não	Não	Sim	Sim

(fonte: elaborado pelo autor)

O cenário encontrado, proveniente do resumo dos quadros 9 a 11, é evidenciado com mais clareza na figura 22.

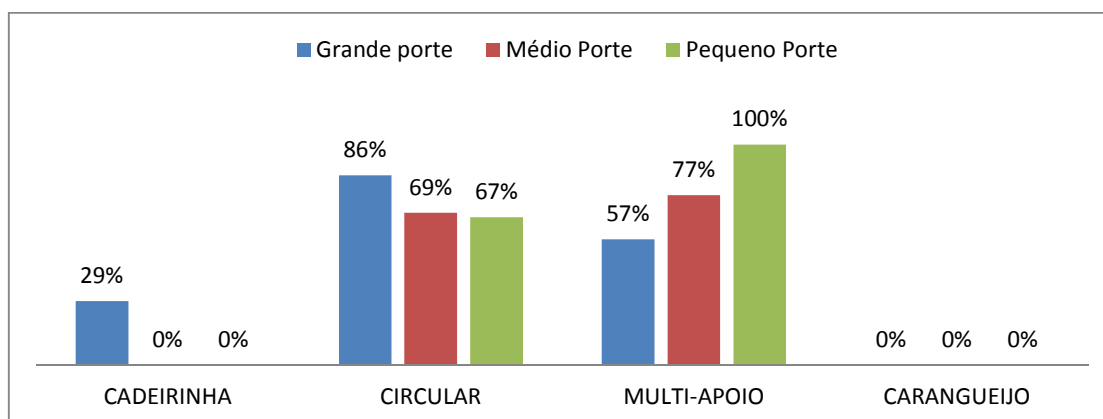
Figura 22 – Aplicabilidade de espaçadores nas obras no plano geral (questão 3.4)



(fonte: elaborado pelo autor)

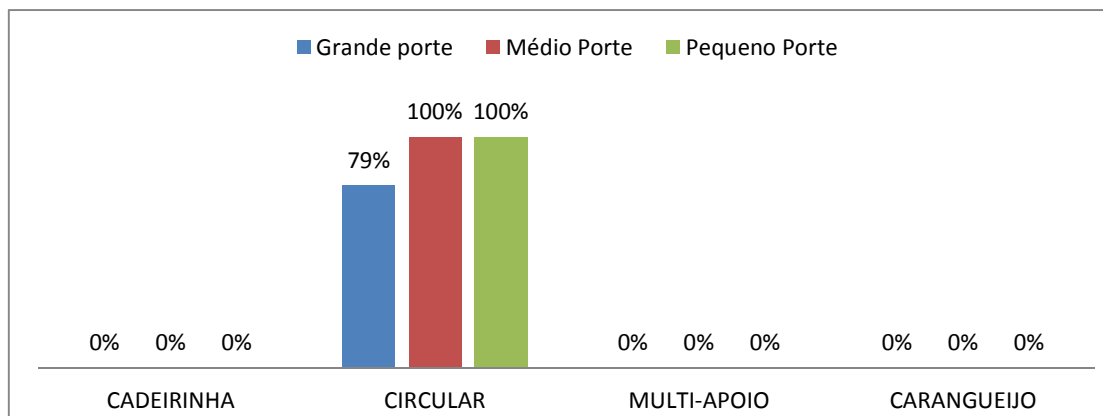
Posteriormente, foram distribuídas as respostas de acordo com o porte das empresas. Na análise com relação ao porte, se tornou perceptível que a aplicabilidade de espaçadores nos casos das empresas de médio e grande porte se assemelha bastante a da do plano geral. É encontrada uma pequena diferença quando se compara o panorama das três situações citadas com o de empresas de pequeno porte. Esta verificação é ilustrada nas figuras 23 a 25.

Figura 23 – Aplicabilidade de espaçadores em vigas nas obras por porte das empresas analisadas (questão 3.4)



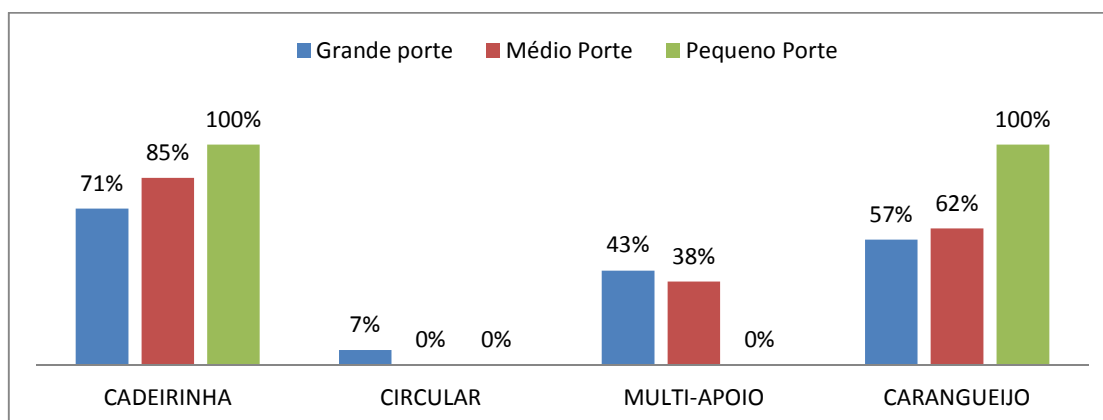
(fonte: elaborado pelo autor)

Figura 24 – Aplicabilidade de espaçadores em pilares nas obras por porte das empresas analisadas (questão 3.4)



(fonte: elaborado pelo autor)

Figura 25 – Aplicabilidade de espaçadores em lajes nas obras por porte das empresas analisadas (questão 3.4)



(fonte: elaborado pelo autor)

Após a verificação dos resultados obtidos, se tornou perceptível algumas tendências no que se refere à aplicação de espaçadores em elementos estruturais de concreto armado. Como tendências encontradas tem-se: a utilização de espaçadores dos tipos circular e multi-apoio nas vigas, do tipo circular em pilares e dos tipos cadeirinha, multi-apoio e carangueijo em lajes.

7.2.5 Fixação de espaçadores tipo cadeirinha e multi-apoio

Acreditando na importância do espaçador não se desprender ou sair da posição correta com relação a armaduras, foi adicionado este item. Neste, ocorre o questionamento a cerca da forma de fixação dos espaçadores dos tipos cadeirinha e multi-apoio com relação a armadura. Foi perguntado se utilizavam algum tipo de dispositivo em particular ou próprio para fixação dos espaçadores em questão a armadura. Na ocorrência de uma resposta negativa para esta questão, era perguntado se amarravam as peças de espaçadores a armadura por meio de arame recozido. Todas as respostas para a primeira questão foram negativas e na maioria dos casos era realizada a amarração com arame recozido.

Como já comentado no item 6.1.3.5, as respostas para ambas as questões são as opções “sim” e “não”.

No quadro 12, foi compilado os resultados obtidos quanto ao item que trata da fixação de espaçadores cadeirinha e multi-apoio nas obras.

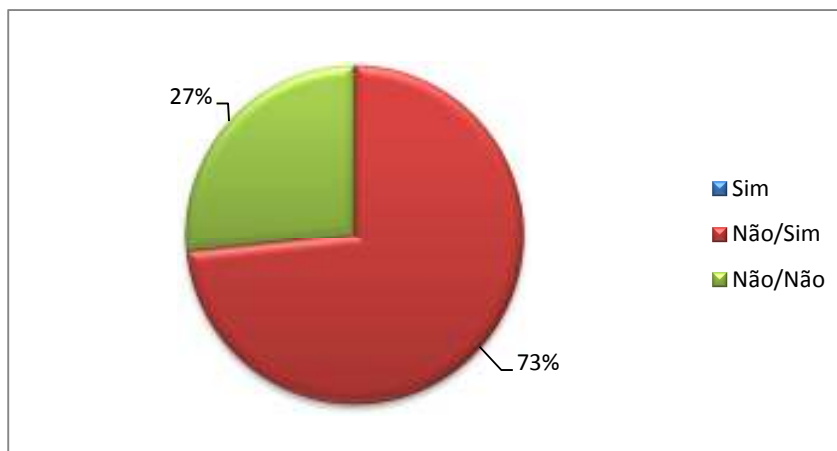
Quadro 12 – Resultados referentes à fixação de espaçadores tipo cadeirinha e multi-apoio nas obras

1 DADOS DA OBRA			3 USO DE ESPAÇADORES	
1.1	1.2	1.3	3.5	
Empresa	Porte	Empreendimento	Quanto a utilização de espaçadores tipo cadeirinha e multi-apoio, existe item de fixação?	Caso a resposta seja negativa, os mesmos são amarrados com arame?
A	Grande	A1	Não	Não
B	Grande	B1	Não	Sim
C	Médio	C1	Não	Sim
D	Médio	D1	Não	Não
E	Médio	E1	Não	Sim
F	Médio	F1	Não	Sim
G	Pequeno	G1	Não	Sim
H	Médio	H1	Não	Sim
H	Médio	H2	Não	Sim
H	Médio	H3	Não	Não
I	Médio	I1	Não	Sim
J	Pequeno	J1	Não	Sim
K	Médio	K1	Não	Sim
L	Grande	L1	Não	Não
L	Grande	L2	Não	Sim
L	Grande	L3	Não	Sim
M	Pequeno	M1	Não	Não
N	Grande	N1	Não	Sim
O	Médio	O1	Não	Sim
P	Grande	P1	Não	Não
P	Grande	P2	Não	Sim
P	Grande	P3	Não	Sim
Q	Grande	Q1	Não	Sim
Q	Grande	Q2	Não	Sim
R	Médio	R1	Não	Não
S	Médio	S1	Não	Sim
T	Grande	T1	Não	Sim
T	Grande	T2	Não	Sim
U	Grande	U1	Não	Não
V	Médio	V1	Não	Sim

(fonte: elaborado pelo autor)

Verificando o quadro 12, se constata a situação comentada anteriormente a respeito da fixação dos espaçadores em questão. Este cenário é mostrado na figura 26.

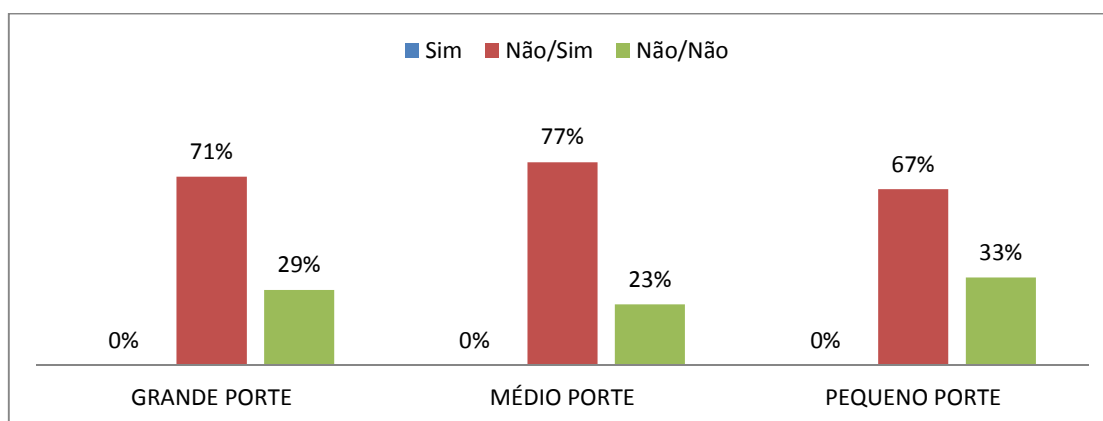
Figura 26 – Fixação de espaçadores tipo cadeirinha e multi-apoio nas obras no plano geral (questão 3.5)



(fonte: elaborado pelo autor)

Posteriormente, foi analisada a situação em questão neste item de acordo com o porte das empresas. Como resultado desta verificação se evidenciou a semelhança entre as respostas independentes do porte das empresas. Esta observação é identificada na figura 27.

Figura 27 – Fixação de espaçadores tipo cadeirinha e multi-apoio nas obras por porte das empresas analisadas (questão 3.5)



(fonte: elaborado pelo autor)

Baseado nas respostas adquiridas, se encontrou uma tendência, independente do porte das empresas, de que – aproximadamente – 70% empresas executam a fixação dos espaçadores cadeirinha e multi-apoio na armadura positiva por meio da amarração com arame recozido. A fixação dos espaçadores a armadura é considerada importante devido ao possível e provável trânsito de funcionários sobre as armaduras, o que poderia provocar o desprendimento ou

alteração da posição dos espaçadores. Esta ocorrência pode provocar a diminuição do cobrimento no local.

7.2.6 Disposição de espaçadores

Neste item, questionou-se o profissional a respeito do momento em que é realizada a disposição dos espaçadores dentro do processo de execução de elementos estruturais de concreto armado.

Como citado no item 6.1.3.6, foi oferecida quatro opções de resposta. A resposta a ser assinalada deveria ser a que mais se enquadrasse aos processos realizados.

No quadro 13 foram reunidos os resultados obtidos quanto ao item referente ao momento da disposição dos espaçadores armaduras.

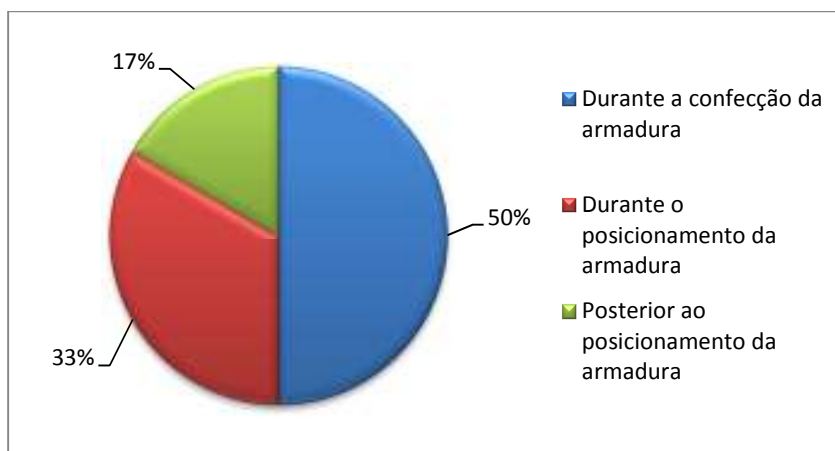
Quadro 13 – Resultados referentes à disposição de espaçadores nas obras

1 DADOS DA OBRA			3 USO DE ESPAÇADORES
1.1	1.2	1.3	3.6
Empresa	Porte	Empreendimento	Quando é executada a disposição de espaçadores nos elementos estruturais?
A	Grande	A1	Posterior ao posicionamento da armadura
B	Grande	B1	Posterior ao posicionamento da armadura
C	Médio	C1	Durante a confecção da armadura
D	Médio	D1	Durante o posicionamento da armadura
E	Médio	E1	Posterior ao posicionamento da armadura
F	Médio	F1	Durante a confecção da armadura
G	Pequeno	G1	Durante o posicionamento da armadura
H	Médio	H1	Durante a confecção da armadura
H	Médio	H2	Durante o posicionamento da armadura
H	Médio	H3	Durante o posicionamento da armadura
I	Médio	I1	Durante a confecção da armadura
J	Pequeno	J1	Durante o posicionamento da armadura
K	Médio	K1	Durante a confecção da armadura
L	Grande	L1	Durante o posicionamento da armadura
L	Grande	L2	Durante o posicionamento da armadura
L	Grande	L3	Durante a confecção da armadura
M	Pequeno	M1	Durante o posicionamento da armadura
N	Grande	N1	Durante a confecção da armadura
O	Médio	O1	Durante o posicionamento da armadura
P	Grande	P1	Durante a confecção da armadura
P	Grande	P2	Durante a confecção da armadura
P	Grande	P3	Durante a confecção da armadura
Q	Grande	Q1	Durante a confecção da armadura
Q	Grande	Q2	Durante a confecção da armadura
R	Médio	R1	Durante o posicionamento da armadura
S	Médio	S1	Durante a confecção da armadura
T	Grande	T1	Durante a confecção da armadura
T	Grande	T2	Durante a confecção da armadura
U	Grande	U1	Posterior ao posicionamento da armadura
V	Médio	V1	Posterior ao posicionamento da armadura

(fonte: elaborado pelo autor)

Analisando o quadro 13, foi constatada a predominância da opção “durante a confecção da armadura”. Esta situação é mais bem identificada na figura 38.

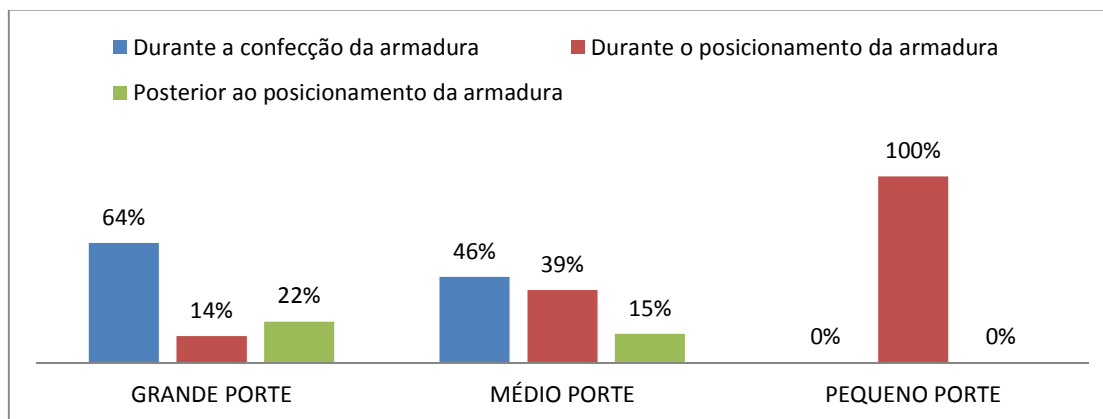
Figura 28 – Disposição de espaçadores nas obras no plano geral (questão 3.6)



(fonte: elaborado pelo autor)

No entanto, quando as respostas foram analisadas de acordo com o porte das empresas, é evidenciada uma disparidade significativa entre as empresas de médio e grande porte quando comparadas com as de pequeno porte. Este fato é ilustrado na figura 29.

Figura 29 – Disposição de espaçadores nas obras por porte das empresas analisadas (questão 3.6)



(fonte: elaborado pelo autor)

Verificando os dados coletados a respeito do momento ao qual acontece a disposição dos espaçadores nas armaduras, se caracterizou o panorama de disparidade entre as empresas de diferentes portes.

Tanto nas empresas de grande quanto nas de médio porte, o momento em que ocorre a atividade analisada neste item é durante a confecção da armadura. No entanto, há uma

significativa quantidade de empresas de médio porte que indicaram o momento da disposição como sendo durante o posicionamento da armadura no destino final.

No caso das empresas de pequeno porte, todas as respostas deram conta de que a disposição ocorre durante o posicionamento da armadura no destino final.

7.2.7 Responsabilidade pela distribuição de espaçadores

Ainda foi avaliada a questão que se refere a responsabilidade pela distribuição dos espaçadores no seu local de destino. Neste item, se questionou quem seria o profissional responsável por esta atividade.

Conforme salientado no item 6.1.3.7, foram dispostas algumas alternativas de resposta. Na grande maioria dos casos, o responsável por esta atividade citado foi a figura do ferreiro, ocorrendo em vinte e quatro das trinta obras analisadas. No entanto, ocorreu um significativo percentual de resposta quanto a figura do ferreiro como o responsável.

No quadro 14, se agrupou os resultados obtidos quanto ao item que trata da responsabilidade pela distribuição dos espaçadores nas obras.

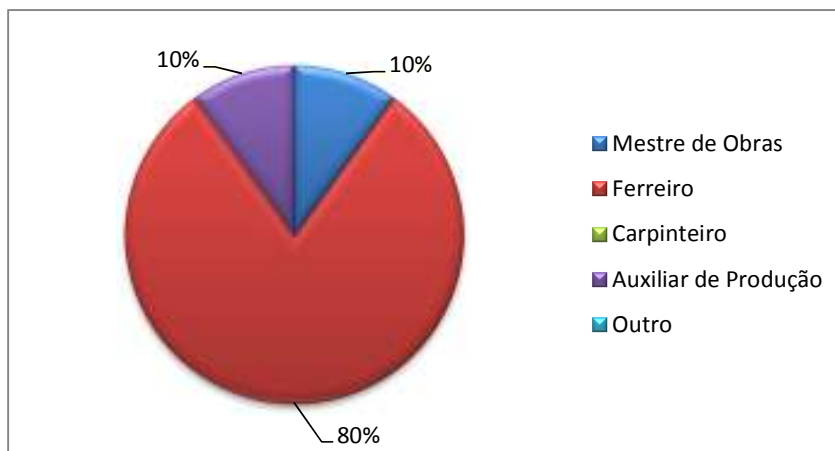
Quadro 14 – Resultados referentes à responsabilidade pela distribuição de espaçadores nas obras

1 DADOS DA OBRA			3 USO DE ESPAÇADORES
1.1	1.2	1.3	3.7
Empresa	Porte	Empreendimento	Qual profissional é responsável pela distribuição nos elementos estruturais?
A	Grande	A1	Auxiliar de Produção
B	Grande	B1	Ferreiro
C	Médio	C1	Ferreiro
D	Médio	D1	Ferreiro
E	Médio	E1	Ferreiro
F	Médio	F1	Ferreiro
G	Pequeno	G1	Ferreiro
H	Médio	H1	Ferreiro
H	Médio	H2	Auxiliar de Produção
H	Médio	H3	Ferreiro
I	Médio	I1	Ferreiro
J	Pequeno	J1	Ferreiro
K	Médio	K1	Ferreiro
L	Grande	L1	Ferreiro
L	Grande	L2	Ferreiro
L	Grande	L3	Ferreiro
M	Pequeno	M1	Mestre de Obras
N	Grande	N1	Ferreiro
O	Médio	O1	Mestre de Obras
P	Grande	P1	Ferreiro
P	Grande	P2	Ferreiro
P	Grande	P3	Ferreiro
Q	Grande	Q1	Mestre de Obras
Q	Grande	Q2	Ferreiro
R	Médio	R1	Ferreiro
S	Médio	S1	Ferreiro
T	Grande	T1	Ferreiro
T	Grande	T2	Ferreiro
U	Grande	U1	Auxiliar de Produção
V	Médio	V1	Ferreiro

(fonte: elaborado pelo autor)

Verificando os dados presentes no quadro 14, é confirmado o predomínio da figura do ferreiro como o responsável pela distribuição dos espaçadores. No entanto, o fato é mais bem evidenciado na figura 30.

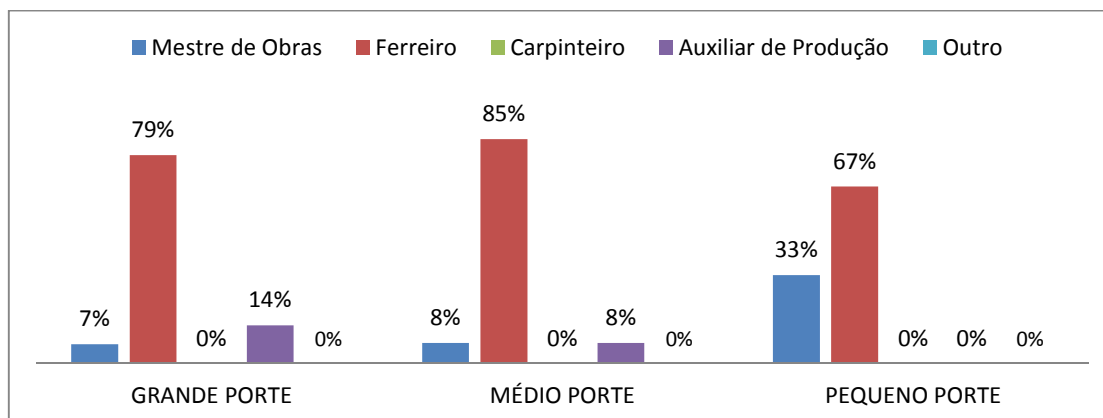
Figura 30 – Responsabilidade pela distribuição de espaçadores nas obras no plano geral (questão 3.7)



(fonte: elaborado pelo autor)

Quando comparadas as respostas levando em consideração o porte das empresas, se constatou que o panorama das empresas de médio e grande porte se assemelha bastante ao plano geral, diferentemente das empresas de pequeno porte. Esta situação é mostrada na figura 31.

Figura 31 – Responsabilidade pela distribuição de espaçadores nas obras por porte das empresas analisadas (questão 3.7)



(fonte: elaborado pelo autor)

A partir da conferência dos dados coletados, se constatou uma semelhança muito grande entre os resultados atribuídos ao plano geral e as empresas de grande e médio porte, sinalizando com a figura do ferreiro como o responsável pela distribuição dos espaçadores na maioria dos casos. No entanto, nas empresas de pequeno porte, apesar de também possuírem a figura do

ferreiro como o principal responsável pela distribuição dos espaçadores, surge a figura do mestre de obras com um bom percentual.

Neste item, o fato que pode causar alguma preocupação é o percentual de casos em que o auxiliar de produção é quem distribui os espaçadores. A preocupação se deve ao fato deste ser um profissional de baixo grau de instrução, o que pode – teoricamente – aumentar a probabilidade da ocorrência de falhas.

7.2.8 Conferência da utilização dos espaçadores

Por último, questionou-se o engenheiro responsável a respeito da ocorrência de conferência quanto à utilização dos espaçadores. Nesta conferência é avaliada a questão da existência, da utilização do tipo correto de espaçador e da distribuição conforme idealizada pelo profissional responsável por esta. Como opções de resposta para esta questão, foram oferecidas as alternativas “sim” e “não”.

Caso a resposta fosse afirmativa, o Engenheiro Civil responsável era questionado a respeito do momento ao qual a mesma ocorria. Conforme já visto no item 6.1.3.8, foram sugeridas 4 opções de resposta.

No quadro 15, foram reunidos os resultados obtidos quanto ao item referente a conferência da utilização de espaçadores.

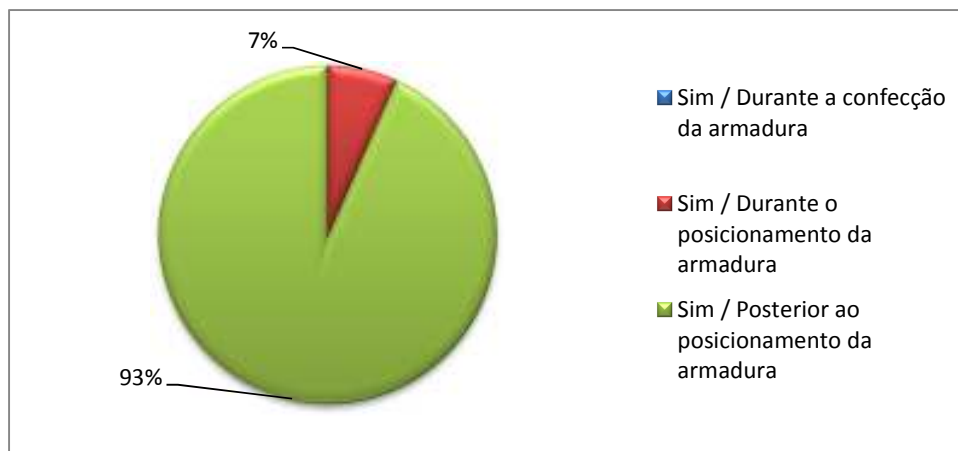
Quadro 15 – Resultados referentes à conferência da utilização dos espaçadores nas obras

1 DADOS DA OBRA			3 USO DE ESPAÇADORES	
1.1	1.2	1.3	3.8	
Empresa	Porte	Empreendimento	É realizada conferência quanto a existência e distribuição de espaçadores nos elementos estruturais?	Caso a resposta seja afirmativa, quando a mesma ocorre?
A	Grande	A1	Sim	Posterior ao posicionamento da armadura
B	Grande	B1	Sim	Posterior ao posicionamento da armadura
C	Médio	C1	Sim	Posterior ao posicionamento da armadura
D	Médio	D1	Sim	Posterior ao posicionamento da armadura
E	Médio	E1	Sim	Posterior ao posicionamento da armadura
F	Médio	F1	Sim	Posterior ao posicionamento da armadura
G	Pequeno	G1	Sim	Posterior ao posicionamento da armadura
H	Médio	H1	Sim	Posterior ao posicionamento da armadura
H	Médio	H2	Sim	Posterior ao posicionamento da armadura
H	Médio	H3	Sim	Posterior ao posicionamento da armadura
I	Médio	I1	Sim	Posterior ao posicionamento da armadura
J	Pequeno	J1	Sim	Posterior ao posicionamento da armadura
K	Médio	K1	Sim	Posterior ao posicionamento da armadura
L	Grande	L1	Sim	Posterior ao posicionamento da armadura
L	Grande	L2	Sim	Posterior ao posicionamento da armadura
L	Grande	L3	Sim	Posterior ao posicionamento da armadura
M	Pequeno	M1	Sim	Posterior ao posicionamento da armadura
N	Grande	N1	Sim	Posterior ao posicionamento da armadura
O	Médio	O1	Sim	Durante o posicionamento da armadura
P	Grande	P1	Sim	Posterior ao posicionamento da armadura
P	Grande	P2	Sim	Posterior ao posicionamento da armadura
P	Grande	P3	Sim	Posterior ao posicionamento da armadura
Q	Grande	Q1	Sim	Posterior ao posicionamento da armadura
Q	Grande	Q2	Sim	Durante o posicionamento da armadura
R	Médio	R1	Sim	Posterior ao posicionamento da armadura
S	Médio	S1	Sim	Posterior ao posicionamento da armadura
T	Grande	T1	Sim	Posterior ao posicionamento da armadura
T	Grande	T2	Sim	Posterior ao posicionamento da armadura
U	Grande	U1	Sim	Posterior ao posicionamento da armadura
V	Médio	V1	Sim	Posterior ao posicionamento da armadura

(fonte: elaborado pelo autor)

Quando verificado o quadro 15, se analisa que todas as obras afirmam realizar a conferência e as mesmas ocorrerem, quase sempre, posterior ao posicionamento da armadura no seu destino final. Este fato é ilustrado na figura 32.

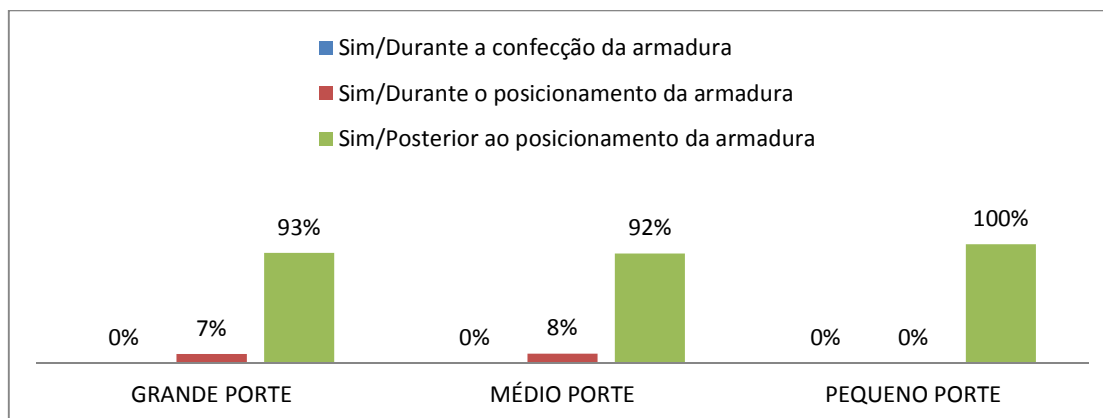
Figura 32 – Conferência da utilização de espaçadores nas obras no plano geral (questão 3.8)



(fonte: elaborado pelo autor)

Quando os dados coletados foram verificados com relação ao porte da empresa, se deparou com uma grande semelhança das empresas de médio e grande porte para com o plano geral. Também é salientado uma pequena disparidade destas com relação as empresas de pequeno porte. Esta situação é constatada na figura 33.

Figura 33 – Conferência da utilização de espaçadores nas obras por porte das empresas analisadas (questão 3.8)



(fonte: elaborado pelo autor)

Por meio da análise dos dados, encontrou-se um cenário muito semelhante entre as obras estudadas. As exceções encontradas foram duas obras (uma obra de uma empresa de grande e outra de médio porte) que afirmaram executar a conferência durante o posicionamento da

armadura. Foi muito satisfatória saber que todas as possuíam um conferente no se refere aos espaçadores.

8 CONCLUSÕES

Os resultados obtidos e as análises realizadas neste trabalho dizem respeito única e exclusivamente ao levantamento em questão, portanto, não devem ser considerados como representativas de todas as obras executadas em estrutura de concreto armado em Porto Alegre/RS. Para isso, são necessários mais estudos comparativos neste âmbito.

O objeto em estudo neste trabalho foi a definição do cenário encontrado na região analisada no que se refere às práticas e critérios adotados – por parte das construtoras de diferentes portes no mercado – quanto à utilização de espaçadores a fim de garantir a camada de cobertura de concreto das armaduras exigida em projeto. Com este intuito, diversas questões foram salientadas e seus resultados divulgados ao longo deste trabalho.

Primeiramente, as empresas foram analisadas quanto ao nível de controle, obtendo-se uma tendência clara quando relacionado o porte da empresa com o nível de controle praticado. Posteriormente, ocorreu a aplicação das questões envolvendo especificamente o uso dos espaçadores. Como questões que merecem maior destaque, devido aos resultados obtidos, pode-se citar a questão de quem define o modelo de espaçador a ser utilizado, de quem define o modelo da distribuição dos espaçadores, da aplicabilidade destes elementos e da fixação dos espaçadores tipo cadeirinha e multi-apoio que objetivam garantir a espessura de cobertura de concreto.

Quanto ao nível de controle encontrado, evidenciou-se a tendência de que as empresas de grande porte aproximem-se da classificação de “excelente”, as de médio porte da classificação de “bom”, enquanto todas as empresas de pequeno porte registraram a classificação de “ruim”. Este panorama encontrado remete a uma grande preocupação com as empresas de pequeno porte, pois em todos os casos não existia a presença permanente do engenheiro responsável na obra, além do fato de não possuírem quaisquer certificados de qualidade, promovendo uma maior probabilidade de má execução das atividades relacionadas ao canteiro de obras, inclusive a realização de elementos em concreto armado. Tanto nas empresas de grande quanto nas de médio porte, registrou-se ao menos a presença permanente do engenheiro responsável.

Quando a questão se remete a quem define o modelo de espaçador a ser utilizado, registrou-se a figura marcante do engenheiro responsável pela obra analisada como encarregado por esta definição. A objeção a esta tendência ocorre nas empresas de pequeno porte, onde – como a presença do engenheiro responsável não é frequente – destaca-se o fato de em 67% das obras o mestre de obras possuir esta incumbência.

Um cenário semelhante ao citado no parágrafo anterior é encontrado no momento em que é analisado quem define o modelo de distribuição dos espaçadores ao longo dos elementos de concreto armado a serem executados. Neste item tanto foi registrada a tendência desta responsabilidade ao engenheiro responsável pela obra quando se analisou as obras num plano geral. No entanto, ao analisar-se por porte da empresa no mercado, evidenciou-se a representatividade do mestre de obras como também responsável por esta atividade na maior parte das empresas de pequeno porte e da opção “outro”, com 36% das respostas, nas empresas de grande porte e 50% destas citaram o engenheiro civil responsável como quem executa esta definição. A definição “outro” que obteve destaque neste item, dentro das empresas de grande porte, caracteriza pela figura do projetista estrutural como o responsável ou a execução de um protótipo de elemento estrutural no início da obra que ditará a quantidade e espaçamento em que os espaçadores serão dispostos.

Outro item analisado que forneceu resultados relevantes foi a indagação a respeito da aplicabilidade dos espaçadores do tipo cadeirinha, circular, multi-apoio e caranguejo nos elementos estruturais viga, pilar e laje em concreto armado. No plano geral, registrou-se uma tendência quanto esta utilização dos espaçadores circular (nas faces laterais) e do multi-apoio na face inferior das vigas; do circular (em todas as faces laterais) nos pilares; e do cadeirinha (garantindo o nível da armadura positiva) e do caranguejo (garantindo o nível da armadura negativa) nas lajes.

Ainda ocorreu a avaliação a respeito da fixação dos espaçadores do tipo cadeirinha e multi-apoio, que também proporcionou resultados significativos. Neste verificou-se que nenhuma das empresas analisadas possuía um dispositivo produzido e destinado especificadamente a fixação destas peças a armadura. Portanto, as mesmas foram indagadas sobre se utilizavam arame recosido para esta finalidade ou então as peças ficariam sem nenhuma fixação. Surpreendentemente, tanto no plano geral quanto quando analisado por porte das empresas em questão, evidenciou-se que cerca de três a cada dez obras analisadas não possuíam qualquer

fixação destes elementos a armadura. Proporcionando, conseqüentemente, a possibilidade dos espaçadores em questão saírem da posição idealizada pelo simples tráfego dos funcionários sobre as armaduras (quando analisada a situação de vigas e lajes), perdendo a garantia no que se refere a espessura de cobrimento de concreto exigida em projeto.

Por fim, conclui-se que o cenário encontrado quanto à utilização de espaçadores por parte das construtoras de Porto Alegre/RS possui uma alta variabilidade. Esta ocorrência, possivelmente, deve-se ao fato da não existência de uma normatização no que se refere a todas às praticas e processos que circundam a utilização de espaçadores em elementos estruturais de concreto armado a fim de garantir o valor de cobrimento idealizado em projeto. Exigindo, assim, a elaboração de critérios próprios – na maioria dos casos por meio de conhecimento empíricos, ou seja, uma escolha subjetiva – por parte das construtoras.

REFERÊNCIAS

- ANDRADE, J. J. de O. **Contribuição à previsão de vida útil de estruturas de concreto armado atacadas pela corrosão da armadura**: iniciação de cloretos. 2001. 256 f. Tese (Doutorado em Engenharia) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2001.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14931**: execução de estruturas de concreto – procedimento. Rio de Janeiro, 2004.
- _____. **NBR 6118**: projeto de estruturas de concreto – procedimento. Rio de Janeiro, 2010.
- CAMPOS, D. de **Cobrimento de armadura em estruturas de concreto armado**: análise comparativa entre valores antes, durante e depois da concretagem. 2013. 74 f. Trabalho de Diplomação (Graduação em Engenharia Civil) – Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2013.
- CONEKPLAS. Espaçadores para construção civil. [s. l.], 2014. Não paginado. Disponível em: <<http://www.conekplas.com.br/espacadores.php>>. Acesso em: 16 jun. 2014.
- CUNHA, A. C. Q. da; HELENE, P. R. L. **Despassivação das armaduras de concreto por ação da carbonatação**. São Paulo: EPUSP, 2001. Boletim Técnico PCC n. 283.
- 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. 1988. 220 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1988.
- HELENE, P.; TERZIAN P. Manual de dosagem e controle do concreto. 1. ed. São Paulo: Pini, 1993.
- HOFFMANN, A. T. **Influência da adição de sílica ativa, relação água/aglomerante, temperatura e tempo de cura no coeficiente de difusão de cloretos em concretos**. 2001. 132 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2001.
- MEDEIROS, M. H. F. de; ANDRADE, J. J. de O.; HELENE, P. Durabilidade e vida útil das estruturas de concreto. In: ISAIA, G. C. (Ed.). **Concreto**: ciência e tecnologia. São Paulo, 2011. p. 773-808.
- MENEZES, L. F.; AZEVEDO, M. T. de **Análise da influência do cobrimento das armaduras na durabilidade das estruturas de concreto armado**. Salvador: Universidade Católica de Salvador, 2009. Disponível em: <<http://info.ucsal.br/banmon/index.html>>. Acesso em: 25 nov. 2013.
- MEHTA, P. K.; MONTEIRO, J. M. **Concreto**: estrutura, propriedades e materiais. São Paulo: Pini, 1994.

POSSAN, E. **Contribuição ao estudo da carbonatação do concreto com adição de sílica ativa em ambiente natural e acelerado**. 2004. 153 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2004.

_____. **Modelagem da carbonatação e previsão de vida útil em estruturas de concreto em ambiente urbano**. 2010. 263 f. Tese (Doutorado em Engenharia) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2010.

SILVA, V. M. **Ação da carbonatação em vigas de concreto armado em serviço, construídas em escala natural e reduzida**. 2007. 281 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Estruturas) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2007.

SILVA, O. S. P. da **Cobrimento de armaduras em estruturas de concreto armado**: análise comparativa entre o valor especificado em projeto e o em execução em obras na cidade de Porto Alegre. 2012. 85 f. Trabalho de Diplomação (Graduação em Engenharia Civil) – Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2012.

SILVEIRA, R. G. **Estudo da microestrutura da camada de cobrimento de concreto com altos teores de cinza volante**. 2004. 146 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2004.

TAKATA, L. T. **Aspectos executivos e a qualidade de estruturas de concreto armado**: estudo de caso. 2009. 149 f. Dissertação (Mestrado em Construção Civil) – Programa de Pós-Graduação em Construção Civil, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2009.

APÊNDICE A – Questionário para coleta de dados



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
ESCOLA DE ENGENHARIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL



Caro entrevistado,

Esse questionário é parte de uma pesquisa de cunho científico de graduação em engenharia civil da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, que tem como objetivo identificar o panorama porto alegreense no que se refere à utilização de espaçadores em estruturas de concreto armado. O entrevistador e a universidade garantem que as informações fornecidas são confidenciais, anônimas e respeitam as éticas de pesquisa, sendo utilizadas somente para fins acadêmicos. Para o adequado preenchimento do questionário, assinale com um "X" a opção que mais se enquadra à conduta adotada pela construtora na obra em questão. Sua resposta será analisada em conjunto com os outros respondentes, mantendo o sigilo, e não será utilizada para outros fins.



Cadeirinha



Circular



Multi-apoio

1 DADOS DA OBRA

- | | |
|-----------------------------|-------------------------------|
| 1.1 Empresa: | 1.5 Área Construída: |
| 1.2 Porte: | 1.6 Quantidade de Pavimentos: |
| 1.3 Empreendimento: Síngolo | 1.7 Data: |
| 1.4 Endereço: | |

2 NÍVEL DE CONTROLE

- 2.1 Presença de Engenheiro Civil responsável: Sim Não
- 2.2 Certificação de qualidade: Sim Não

3 USO DE ESPAÇADORES

- 3.1 Qual profissional decide o modelo de espaçador a ser utilizado?
- | | |
|---|---------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Engenheiro | <input type="checkbox"/> Ferreiro |
| <input type="checkbox"/> Técnico de Edificações | <input type="checkbox"/> Comprador |
| <input type="checkbox"/> Estagiário | <input type="checkbox"/> Vendedor |
| <input type="checkbox"/> Mestre de Obras | <input type="checkbox"/> Outro: _____ |
- 3.2 Quanto ao armazenamento dos espaçadores, os mesmos são estocados ensacados e empilhados?
- Sim Não
- Caso a resposta seja afirmativa, são dispostos quantos sacos por pilha?
- _____



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
ESCOLA DE ENGENHARIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL



3 USO DE ESPAÇADORES																					
3.3 Quem define como será executada a disposição de espaçadores em elementos estruturais a serem concretados?																					
<input type="checkbox"/> Engenheiro	<input type="checkbox"/> Mestre de Obras																				
<input type="checkbox"/> Técnico em Edificações	<input type="checkbox"/> Outro: _____																				
<input type="checkbox"/> Estagiário																					
3.4 Qual espaçador é utilizado em cada peça estrutural:																					
<input type="checkbox"/> A Cadelrinha	<table border="1"> <tr><td>A</td><td>B</td><td>C</td><td>D</td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td>Viga</td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td>Pilar</td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td>Laje</td></tr> </table>	A	B	C	D						Viga					Pilar					Laje
A	B	C	D																		
				Viga																	
				Pilar																	
				Laje																	
<input type="checkbox"/> B Circular																					
<input type="checkbox"/> C Multi-apoio																					
<input type="checkbox"/> D Caranguejo																					
3.5 Quanto a utilização de espaçadores tipo cadeirinha e multi-apoio, existe item de fixação?																					
<input type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não																				
Caso a resposta seja negativa, os mesmos são amarrados com arame?																					
<input type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não																				
3.6 Quando é executada a disposição de espaçadores nos elementos estruturais?																					
<input type="checkbox"/> Durante a confecção da armadura	<input type="checkbox"/> Posterior ao posicionamento da armadura																				
<input type="checkbox"/> Durante o posicionamento da armadura	<input type="checkbox"/> Outro: _____																				
3.7 Qual profissional é responsável pela distribuição nos elementos estruturais?																					
<input type="checkbox"/> Mestre de Obras	<input type="checkbox"/> Auxiliar de Produção																				
<input type="checkbox"/> Ferreiro	<input type="checkbox"/> Outro: _____																				
<input type="checkbox"/> Carpinteiro																					
3.8 É realizada conferência quanto a existência e distribuição de espaçadores nos elementos estruturais?																					
<input type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não																				
Caso a resposta seja afirmativa, quando a mesma ocorre?																					
<input type="checkbox"/> Durante a confecção da armadura	<input type="checkbox"/> Posterior ao posicionamento da armadura																				
<input type="checkbox"/> Durante o posicionamento da armadura	<input type="checkbox"/> Outro: _____																				

Desde já, agradeço pela contribuição dada nesta pesquisa. Os dados fornecidos, com certeza, serão de grande valia.

Cordialmente,
André Batista Oliveira.