

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ  
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE CONSTRUÇÃO CIVIL  
CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO CIVIL

ANA LUÍZA TERLIZZI DE ARAÚJO  
VERIDIANI GOMES MORAES

**SISTEMA DE GESTÃO DA QUALIDADE NA CONSTRUÇÃO CIVIL:  
ESTUDO DA INSPEÇÃO DA EXECUÇÃO DE PILARES, VIGAS E  
LAJES EM CONCRETO ARMADO**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

CURITIBA

2014

ANA LUÍZA TERLIZZI DE ARAÚJO  
VERIDIANI GOMES MORAES

**SISTEMA DE GESTÃO DA QUALIDADE NA CONSTRUÇÃO CIVIL: ESTUDO DA  
INSPEÇÃO DA EXECUÇÃO DE PILARES, VIGAS E LAJES EM CONCRETO  
ARMADO**

Trabalho de Conclusão de Curso de graduação, apresentado à disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso 2, do curso superior de Engenharia de Produção Civil do Departamento Acadêmico de Construção Civil (DACOC) da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), como requisito parcial para obtenção do título de Engenheiras.

Orientador: Prof. Cezar Augusto Romano, Dr.

CURITIBA  
2014



CAMPUS CURITIBA

Sede Ecoville

Ministério da Educação  
**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ**  
*Campus Curitiba – Sede Ecoville*  
**Departamento Acadêmico de Construção Civil**  
Curso de Engenharia de Produção Civil

---

## FOLHA DE APROVAÇÃO

### **SISTEMA DE GESTÃO DA QUALIDADE NA CONSTRUÇÃO CIVIL: ESTUDO DA INSPEÇÃO DA EXECUÇÃO DE PILARES, VIGAS E LAJES EM CONCRETO ARMADO**

Por

**ANA LUÍZA TERLIZZI DE ARAÚJO  
VERIDIANI GOMES MORAES**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia de Produção Civil, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, defendido e aprovado em 20 de março de 2014, pela seguinte banca de avaliação:

---

Prof. Orientador – Cezar Augusto Romano, Dr.  
UTFPR

---

Profa. Vanessa Nahhas Scandelari, Dra.  
UTFPR

---

Prof. Carlos Alberto da Costa, MSc.  
UTFPR

---

UTFPR - Deputado Heitor de Alencar Furtado, 4900 - Curitiba - PR Brasil  
[www.utfpr.edu.br](http://www.utfpr.edu.br) [dacoc-ct@utfpr.edu.br](mailto:dacoc-ct@utfpr.edu.br) telefone DACOC: (041) 3373-0623

OBS.: O documento assinado encontra-se em posse da coordenação do curso.

## **DEDICATÓRIA**

**Ana Luíza Terlizzi de Araújo**

Dedico meus esforços para minha formação ao meu avô Paulo Terlizzi. Engenheiro Civil do Estado de Minas Gerais que me inspirou, desde pequena, a chegar até aqui.

**Veridiani Gomes Moraes**

Dedico meus esforços a minha avó Dirce Moraes, que infelizmente não está mais entre nós, mas sempre me apoiou e me deu forças pra lutar pelos meus objetivos.

## **AGRADECIMENTOS**

Prof. Dr. Romano e Diretor Geral do Campus Curitiba, agradecemos pela paciência e apoio ao desenvolvimento do presente trabalho.

À banca examinadora, obrigada pela participação.

### **Ana Luíza Terlizzi de Araújo**

Mãe, Pedro e Jefferson, o carinho, apoio e dedicação de vocês são a minha base.

Obrigada por acreditarem sempre em mim! Família Terlizzi, mesmo a quilômetros de distância, sei que torcem muito por mim.

### **Veridiani Gomes Moraes**

Primeiramente a Deus, que me ajudou a conquistar tudo que tenho. Mãe, pai e Jéssica, por todo o apoio durante essa caminhada até aqui. Obrigada por sempre estarem ao meu lado.

## RESUMO

ARAÚJO, Ana Luíza; MORAES, Veridiani. Sistema de gestão da qualidade na construção civil: estudo da inspeção da execução de pilares, vigas e lajes em concreto armado. 2014. 73f. Trabalho de Conclusão de Curso Engenharia de Produção Civil – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2014.

Esta pesquisa apresenta uma abordagem teórico-conceitual sobre a influência do Sistema de Gestão Qualidade (SGQ) na execução de uma estrutura de concreto armado. As etapas de execução de pilares, vigas e lajes, são discutidas e detalhadas. Expõe os passos específicos do processo construtivo de uma estrutura de concreto armado, delimitando-os na execução de fôrmas e escoramento, armaduras e concretagem. Apresenta o modelo de qualidade da ISO 9001:2008 e a norma específica da construção civil PBQP-H. O estudo inclui uma pesquisa de campo com aplicação de questionários a construtoras de Curitiba, sobre a aplicação dos procedimentos preconizados por essas normas e também sobre a ocorrência de patologias. O presente trabalho recomenda alguns procedimentos de execução de serviços para a melhoria da qualidade da estrutura. Conclui que há relação direta entre a aderência ao SGQ e diminuição da incidência da patologia.

**Palavras-chave:** Sistema de Gestão Qualidade. Estrutura de concreto armado. Patologias. Procedimento de execução de serviço.

## ABSTRACT

ARAÚJO, Ana Luíza; MORAES, Veridiani. Quality management system in construction: a study of the inspection of the execution of columns, beams and slabs of reinforced concrete. 2014. 73f . Completion of course work - Civil Engineering - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba , 2014.

This research presents a theoretical-conceptual approach to the influence of the Quality Management System (QMS) in the execution of a reinforced concrete structure. The stages of construction, columns, beams and slabs, are discussed and detailed. Brings the specific steps of the construction process of a reinforced concrete structure, defining them in the execution of formwork and shoring, reinforcement and concreting. Presents the model of quality proposed by ISO 9001:2008 standard and PBQP-H standard, which is specific civil construction. This research includes a survey for construction companies from Curitiba, with questions about the application of the procedures advocated by these standards and also questions about the occurrence of defects. This work recommends some procedures to implement services to improve the quality of the structure. The study concludes that there is a direct relationship between adherence to the QMS and the incidence of defects.

**Keywords:** Quality Management System. Reinforced concrete structure. Defects on civil construction. Procedure for service execution.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Esquema simplificado das etapas construtivas de uma edificação. _____	18
Figura 2 – Fluxograma de produção de elementos de concreto armado. _____	19
Figura 3 – Esquema simplificado de uma estrutura de concreto armado. _____	20
Figura 4 – Carregamento das lajes. _____	21
Figura 5 – Vigas embutidas na parede. _____	22
Figura 6 – Distribuição do carregamento dos pilares de um edifício. _____	23
Figura 7 – Fluxograma do preparo das armaduras. _____	27
Figura 8 – Fluxograma esquemático das etapas de concretagem _____	29
Figura 9 – Folha de verificação do Índice de correção de fôrmas _____	35
Figura 10 – Transferência de eixos _____	57
Figura 11 – Prumo de centro no grampo de aço _____	57
Figura 12 – Triângulo Pitagórico _____	58
Figura 13 – Locação dos gualdrões _____	58
Figura 14 – Colarinho de madeira de pilar _____	59
Figura 15 – Fechamento dos painéis do pilar _____	60
Figura 16 – Fixação das formas do pilar _____	60
Figura 17 – Fundos de vigas fixados nos pilares _____	61
Figura 18 – Laterais de vigas _____	61
Figura 19 – Escoramento Lajes _____	62
Figura 20 – Laje pronta para concretagem _____	63
Figura 21 – Retirada do escoramento de lajes – Correto _____	64
Figura 22 – Retirada do escoramento de lajes – Errado _____	64
Figura 23 – Retirada do escoramento de lajes em balanço – Correto _____	65
Figura 24 – Retirada do escoramento de lajes em balanço - Errado _____	65
Figura 25 – Amarração de pilares e vigas _____	66

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Conferência Dos Serviços X Certificação De Qualidade _____	47
Gráfico 2 – Patologias X Certificação Da Qualidade _____	48
Gráfico 3 – Principais Causas Dos Problemas Patológicos. _____	50
Gráfico 4 – Conferências X Obras _____	51
Gráfico 5 – Patologias X Obras _____	53

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Relação Entre Itens De Inspeção E Patologias _____	23
Tabela 2 – Resultados Da Pesquisa De Campo - Conferências _____	45
Tabela 3 – Resultados Da Pesquisa De Campo - Patologias _____	46
Tabela 4 – Relação Entre Itens De Inspeção E Patologias _____	55

## LISTA DE SIGLAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

EN – Norma Européia

Fck – Fator de Resistência do Concreto à Compressão

ICOF – Índice de Correção de Fôrmas

INMETRO – Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia

ISO – *International Organization for Standardization* (Organização Internacional para Padronização)

ITQC – Instituto Brasileiro de Qualidade na Construção Civil

NBR – Norma Brasileira Regulamentadora

OCOs – Organismos de Certificação de Obras

PBQP-H – Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade de Habitat

SGQ – Sistema de Gestão da Qualidade

SiAC – Sistema de Avaliação da Conformidade de Empresas de Serviços e Obras

SiQ – Sistema de Qualificação de Empresas de Serviços e Obras

RAA – Reação Álcali-Agregado

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>13</b>
1.1	PROBLEMÁTICA	13
1.2	DELIMITAÇÃO DO PROBLEMA DE PESQUISA	14
1.3	OBJETIVOS	15
1.3.1	Objetivo geral	15
1.3.2	Objetivos específicos	15
1.4	JUSTIFICATIVA E CONTRIBUIÇÕES	15
<b>2</b>	<b>FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b>	<b>17</b>
2.1	ETAPAS CONSTRUTIVAS	17
2.2	ESTRUTURA DE CONCRETO ARMADO	18
2.2.1	Lajes	20
2.2.2	Vigas	21
2.2.3	Pilares	22
2.2.4	Fôrmas e escoramento	24
2.2.5	Armadura	27
2.2.6	Concretagem	28
2.3	QUALIDADE NA CONSTRUÇÃO CIVIL	31
2.3.1	Considerações iniciais	31
2.3.2	Norma NBR ISO 9001:2008	31
2.3.3	Programa PBQP-H	32
2.3.4	SiAC – PBQP-H	33
2.3.5	Indicadores de qualidade	34
2.4	PATOLOGIAS NAS ESTRUTURAS DE CONCRETO ARMADO	36
2.4.1	Fissuras causadas por deformações	37
2.4.2	Corrosão das armaduras	37
2.4.3	Movimentação de formas e escoras	38
2.4.4	Locação de pilares/Pilares fora do prumo	38
2.4.5	Deformidades na concretagem	39
<b>3</b>	<b>MÉTODOLOGIA DA PESQUISA</b>	<b>41</b>

3.1	PESQUISA DE CAMPO	41
3.2	APRESENTAÇÃO DAS EMPRESAS	42
3.2.1	Empresa “A”	42
3.2.2	Empresa “B”	42
3.2.3	Empresa “C”	43
3.2.4	Empresas “D”	43
<b>4</b>	<b>RESULTADOS OBTIDOS E ANÁLISE DOS DADOS</b>	<b>44</b>
4.1	APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS	44
4.2	ANÁLISE DOS DADOS	47
4.3	CONSIDERAÇÕES E PROPOSTAS DE MELHORIAS	56
4.3.1	Sistema de fôrma e escoramento do concreto armado	56
4.3.2	Sistema de armaduras do concreto armado	65
4.3.3	Lançamento do concreto	67
<b>5</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b>	<b>68</b>
5.1	TRABALHOS FUTUROS	68
	<b>REFERÊNCIAS</b>	<b>69</b>
	<b>APÊNDICE A</b>	<b>73</b>
	<b>ANEXO A</b>	<b>74</b>

# 1 INTRODUÇÃO

## 1.1 PROBLEMÁTICA

Dentre os diversos setores da indústria, a construção civil tem sido, historicamente, a área que mais resiste à adoção de programas de gestão da qualidade. Desta forma, protegida pela passividade dos clientes e pelo alto retorno do capital investido, a indústria muitas vezes entrega ao mercado produtos cuja qualidade deixa a desejar. (FIGUEIREDO, 2006)

Com o aumento do crescimento populacional e do poder aquisitivo da população brasileira, a construção civil obteve recordes de crescimento nos últimos anos. Aliado a isso, os consumidores estão cada vez mais criteriosos e exigentes. Assim, torna-se necessária a implantação de normas técnicas e regulamentadoras de padronização, além de ferramentas para o controle de qualidade, com o objetivo de assegurar a fabricação de produtos e/ou prestação de serviços livres de defeitos, garantindo a qualidade e segurança das edificações.

Lantelme (1994) já afirmava que o mercado consumidor brasileiro está cada vez mais exigente quanto à qualidade dos produtos e serviços, levando as empresas a elevar os níveis de desempenho através da implantação de programas de melhoria da qualidade e produtividade. Assim é possível obter uma melhoria de desempenho frente a um mercado cada vez mais competitivo.

A necessidade de desenvolver métodos objetivos de avaliação da qualidade tem elevado o interesse das organizações em investir em mecanismos quantitativos, precisos, de fácil visibilidade e perfeitamente adequados a processos dinâmicos (PALADINI, 2002). Essa avaliação é realizada por meio de indicadores, que são análises de dados e registros coletados na obra.

Costa (2003) já explicava que a medição também tem o papel de orientar a melhoria, indicando sobre o que concentrar a atenção e onde os recursos devem ser disponibilizados para identificar as oportunidades de melhoria ou verificar o impacto das estratégias sobre o desempenho do processo ou da organização.

O projeto e a produção de uma edificação habitacional representa uma enorme tarefa de integração. Cada edificação é uma unidade estruturalmente complexa em que o processo global de trabalho para sua produção caracteriza-se

por uma série de etapas, que ocorrem de modo sequencial. Inicia-se pela instalação do canteiro de obras e pela execução das fundações. Segue-se a execução da estrutura, das vedações, da cobertura, das instalações elétricas e hidráulicas, da pintura, do revestimento e das montagens finais (FARAH, 1992). O presente trabalho tem como foco a etapa de estrutura de concreto armado.

A escolha da etapa de estrutura para aplicação das ferramentas e normas da qualidade deve-se a sua relevância dentro de uma construção habitacional. Sendo considerado o esqueleto da obra, é uma fase de suma importância na determinação do padrão da qualidade, custos e prazos da mesma. No que se refere à qualidade, especificamente, a má execução da estrutura de um edifício traz reflexos em praticamente todas as atividades e etapas que a sucedem, podendo surgir patologias e prejudicando, inclusive, o uso da edificação por seus moradores.

Esta etapa engloba muitos serviços que exigem uma rigorosa verificação. Por isso, o presente trabalho irá focar nos processos de execução de formas e escoramento, armaduras e concretagem, baseado nos programas de certificação de qualidade PBQP-H (Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade do *Habitat*) e ISO 9001:2008.

## 1.2 DELIMITAÇÃO DO PROBLEMA DE PESQUISA

Devido ao aumento da competitividade, a eficiência produtiva e a qualidade apresentam-se como fatores de sobrevivência no setor de construção civil. Atender às expectativas dos consumidores e manter sua confiança, são fatores motivadores da busca de melhorias e, com o atual direcionamento em relação à competição entre empresas, evidenciam-se como de fundamental importância (FARAH, 1992). É importante averiguar se os serviços estão sendo verificados conforme as normas de qualidade e corrigir possíveis falhas de execução. Como este trabalho irá tratar especificamente da etapa estrutural, qual, então, a importância do Sistema de Gestão de Qualidade para uma estrutura de concreto armado?

## 1.3 OBJETIVOS

### 1.3.1 Objetivo geral

O presente trabalho tem a finalidade de detectar se a verificação dos serviços contribui efetivamente para a melhoria da qualidade das etapas de execução de pilares, vigas e lajes de uma estrutura de concreto armado.

### 1.3.2 Objetivos específicos

- Detectar as principais não conformidades e patologias na execução de pilares, vigas e lajes;
- Analisar não conformidades, retrabalhos e patologias apontados na pesquisa;
- Detalhar procedimentos dos serviços e materiais envolvidos na execução;
- Dar soluções para os problemas de falta de conferência.

## 1.4 JUSTIFICATIVA E CONTRIBUIÇÕES

Estruturas prediais de concreto armado apresentam diversas patologias ao longo do tempo, devidas às falhas de projetos, execução inadequada (fora dos procedimentos), ausência de conferência dos serviços, mão de obra desqualificada e destreinada, entre outros.

Caso a estrutura não seja executada com qualidade, a mesma é impedida de atingir os requisitos necessários de durabilidade e segurança. Além de afetar aspectos estéticos da construção, essas patologias também podem comprometer sua resistência, levando ao colapso parcial ou total da edificação. Esse fato que demandará alto custo para reparar, restaurar e, possivelmente, reforçar a estrutura afetada.

Para evitar todos esses problemas entende-se necessário que sejam feitas as conferências conforme padrões de execução exigidos pela norma NBR 9001:2008,

assim é possível garantir os padrões mínimos de segurança e durabilidade das edificações.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 2.1 ETAPAS CONSTRUTIVAS

Esse capítulo aborda as principais referências que fundamentam a pesquisa abrangendo o tema de estrutura de concreto armado, tendo foco nas etapas de lajes, vigas e pilares e seus componentes.

A construção civil é um setor produtivo que se relaciona com a concepção, materialização e modificação dos ambientes físicos e estruturas fixas necessárias ao abrigo, proteção e suporte de atividades econômicas, sociais e político-administrativas (FARAH, 1992).

As etapas construtivas de uma obra são serviços interdependentes que se complementam até a finalização do projeto (QUEIROZ, 2001).

Cada edificação é uma unidade estruturalmente complexa em que o processo global de trabalho para sua produção caracteriza-se por uma série de etapas, que ocorrem de modo sequencial. Inicia-se pela instalação do canteiro de obras e pela execução das fundações. Segue-se a execução da estrutura, das vedações, da cobertura, das instalações elétricas e hidráulicas, da pintura, do revestimento e das montagens finais (FARAH, 1992).

Diversos processos de construção ocorrem ao longo da construção de uma edificação, dos quais participam trabalhadores com qualificações e atribuições distintas. Isso porque a execução das etapas construtivas demanda a realização de atividades consideravelmente diversificadas entre si e envolve, também, a utilização de diversos materiais e componentes (FARAH, 1992).

Falcão (2001), já dizia que as fases de execução seguem ilustrado na Figura 1:

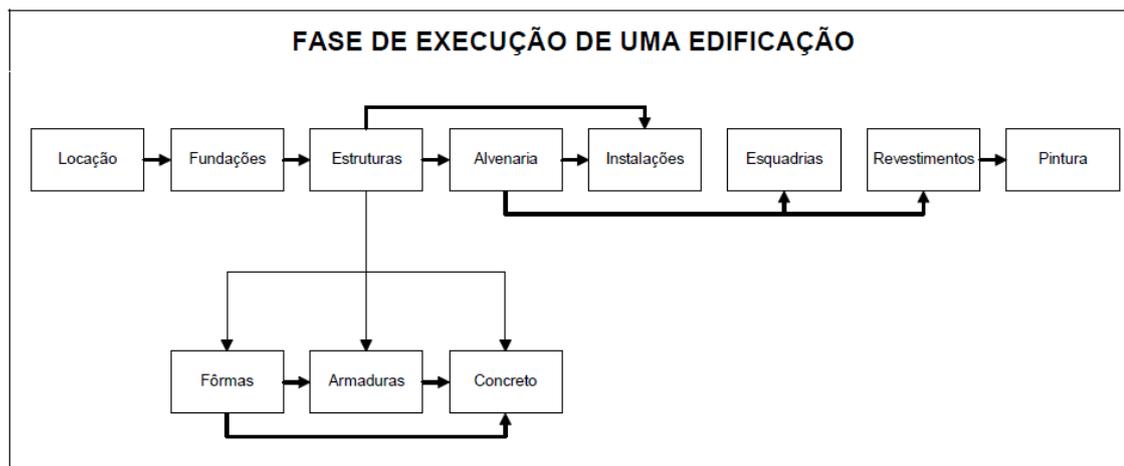


Figura 1 – Esquema simplificado das etapas construtivas de uma edificação.  
 FONTE: Falcão (2001)

Dentre as várias etapas construtivas de uma edificação, iremos abordar apenas a etapa de concreto armado, analisando lajes, vigas e pilares e seus contribuintes.

## 2.2 ESTRUTURA DE CONCRETO ARMADO

Desde o começo da civilização já havia uma preocupação com a construção de estruturas adaptadas às necessidades do homem, tanto habitacional quanto para outras funções. Assim foi possível acumular um grande acervo científico ao longo dos séculos, permitindo o desenvolvimento da tecnologia da construção, abrangendo a concepção, o cálculo, a análise e o detalhamento das estruturas, a tecnologia de materiais e as respectivas técnicas construtivas (SOUZA; RIPPER, 1998).

Chaves (1979) definiu a estrutura do prédio como um conjunto de peças destinadas a formar um quadro suficiente rígido e resistente, que possa suportar todos os esforços decorrentes do peso dos elementos constituintes e o das cargas acidentais.

Existem vários novos processos construtivos que podem ser utilizados para execução da estrutura de uma obra, mas, ainda assim, as obras de concreto armado têm sido amplamente adotadas. Isso se deve pela facilidade de execução e a utilização de mão de obra de baixa qualidade teórica e remuneração (ROCHA, 2007).

O grande uso da estrutura de concreto armado em nosso país, principalmente em centros urbanos, deve-se a sua facilidade de execução, flexibilidade quanto às formas que pode assumir e seu efeito monolítico, como ausência de uniões (AZEREDO 1988).

Segundo a ABNT NBR 6118 (2007) um elemento de concreto armado consiste aquele cujo comportamento estrutural depende da aderência entre concreto e armadura, e nos quais não se aplicam alongamentos iniciais das armaduras antes da materialização dessa aderência.

Os elementos estruturais que compõem o sistema global das estruturas de concreto armado são formados pelas lajes, vigas e pilares, ou pela união entre eles, como, por exemplo, as escadas compostas por lajes e vigas. Para que os limites de segurança sejam alcançados, esses esforços devem seguir os parâmetros dos Estados Limites Últimos e de Serviço (GIONGO, 2007).

Segundo Barros e Melhado (1998), a execução DE elementos de concreto armado é representado na Figura 2:

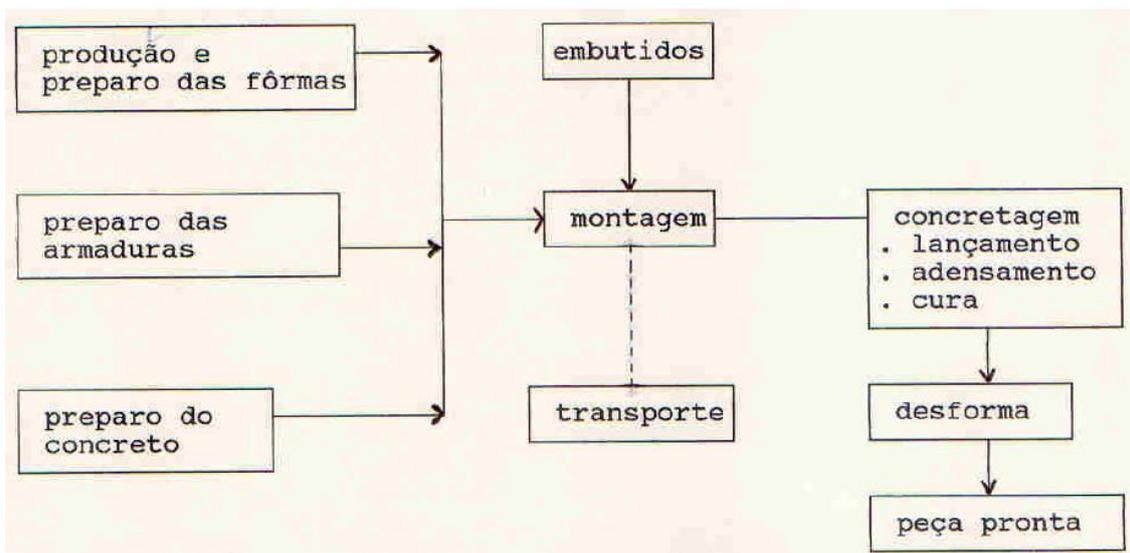


Figura 2 – Fluxograma de produção de elementos de concreto armado.

Fonte: Barros e Melhado (1998)

Segundo Falcão (2001), já explicava que os principais elementos de uma estrutura de concreto armado são: lajes, vigas e pilares (Figura 3). São esses os elementos que transmitem os esforços devido às cargas atuantes na estrutura às fundações e em seguida, ao solo. Sendo que, as lajes transmitem os esforços a que estão submetidas as vigas que, por sua vez, transmitem ao solo.

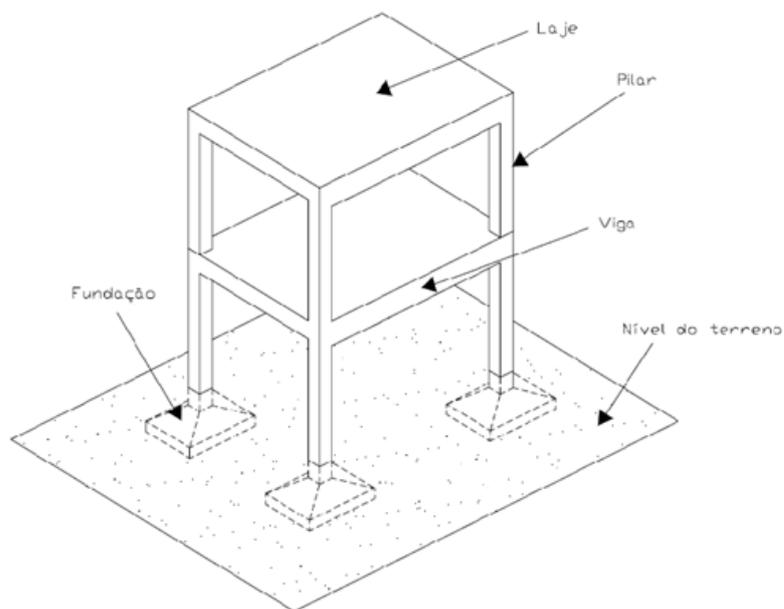


Figura 3 – Esquema simplificado de uma estrutura de concreto armado.  
Fonte: Adaptado Falcão (2001)

### 2.2.1 Lajes

As lajes são constituídas por placas de concreto que suportam as cargas permanentes da edificação, recebem as ações de uso e as transmitem para os apoios. Também tem a função de travar os pilares e distribuir as ações horizontais entre os elementos de contraventamento (PINHEIRO, 2007).

Segundo a NBR 6118 (2007), alguns parâmetros devem ser seguidos para os limites mínimos de espessura, são eles:

- 5 cm para lajes de cobertura não em balanço;
- 7 cm para lajes de piso ou de cobertura em balanço;
- 10 cm para lajes que suportem veículos de peso total menor ou igual a 30 kN;
- 12 cm para lajes que suportem veículos de peso total maior que 30 kN;

As lajes são elementos bidimensionais que tem como características possuir o valor da espessura ( $h$ ) muito inferior ao das outras duas dimensões ( $l_x$  e  $l_y$ ), e que são solicitadas, predominantemente, por cargas perpendiculares ao seu plano médio, conforme indicado na Figura 4 (ARAÚJO, 2010).

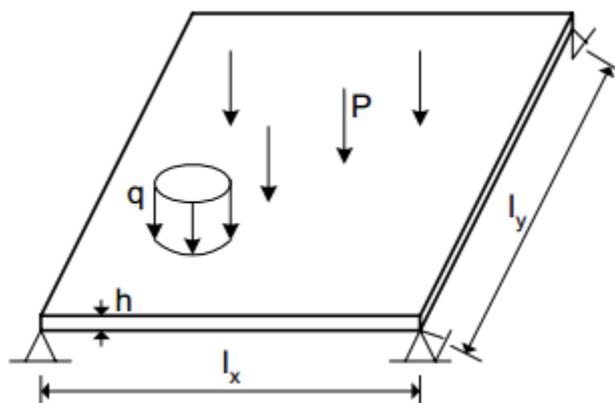


Figura 4 – Carregamento das lajes.  
Fonte: Araújo (2010)

Segundo Araújo (2010) as lajes podem ser classificadas como maciças, nervuradas e cogumelo. A principal diferença entre elas é o local de aplicação, sendo a primeira mais recomendável para edificações, onde os vãos são relativamente pequenos. A segunda para locais onde os vãos são grandes, geralmente superiores a 8 metros e a terceira para locais onde as lajes tem que ser apoiadas diretamente nos pilares, resultando em um piso sem vigas.

### 2.2.2 Vigas

As vigas são elementos estruturais, normalmente horizontais, que tem como função receber as reações das lajes, e, algumas vezes, de outras lajes, e as transmitirem para os pilares. Também estão sujeitos a cargas transversais ao seu eixo longitudinal, trabalhando essencialmente à flexão (REZENDE, 2012).

Segundo a NBR 6118 (2007), as vigas são elementos lineares em que a flexão é preponderante. Elementos lineares são aqueles em que o comprimento longitudinal supera em pelo menos três vezes a maior dimensão da seção transversal, sendo também denominadas barras.

De maneira geral, as vigas costumam ficar embutidas nas paredes de vedação, não sendo percebidas visualmente, conforme Figura 5. Para que isto ocorra, a largura da viga depende da espessura das paredes, seguindo os seguintes critérios: (REZENDE, 2012).

- Paredes externas com 25 cm  $\Rightarrow$  vigas com 20 cm
- Paredes externas com 15 cm  $\Rightarrow$  vigas com 12 cm

- Paredes internas com 15 cm  $\Rightarrow$  vigas com 10 a 12 cm

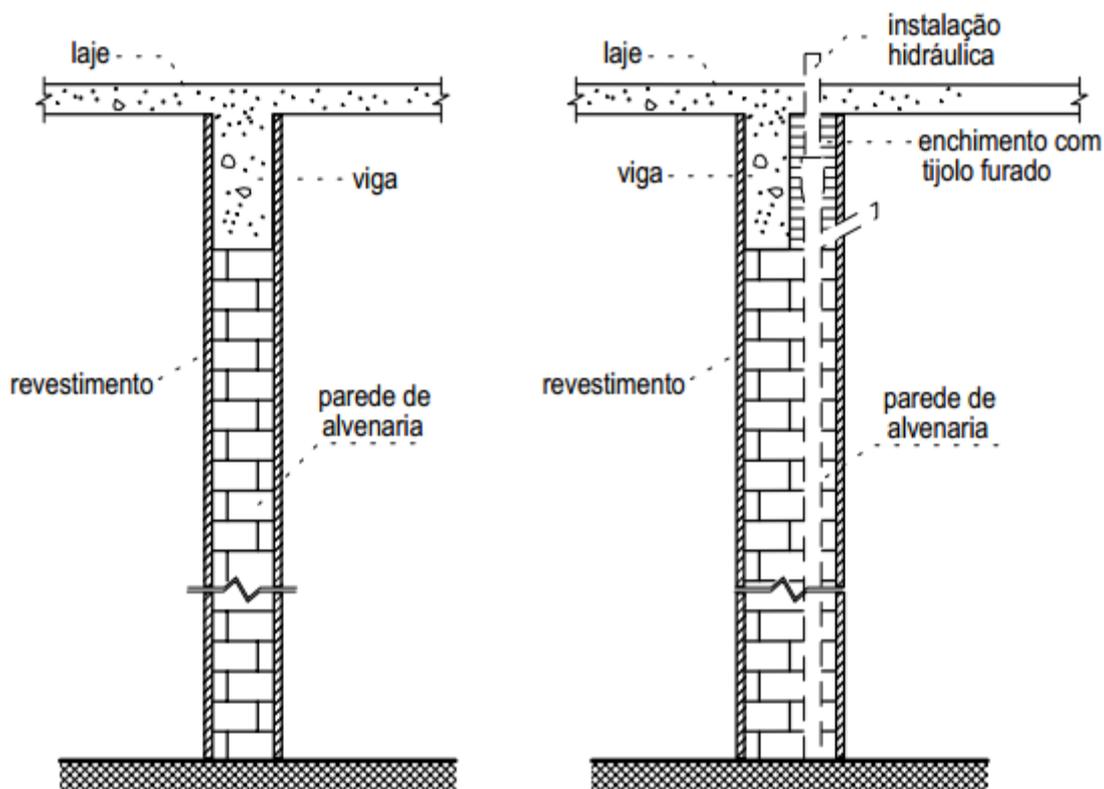


Figura 5 – Vigas embutidas na parede.  
Fonte: Rezende (2012)

A altura da viga é um fator importante para a determinação da resistência mecânica e baixa deformidade (flecha). Ela depende de diversos fatores, como o vão, carregamento e resistência do concreto. A altura mínima indicada é de 25 centímetros (BASTOS, 2005).

A limitação que a NBR 8118 (2007) impõe para as vigas é que espessura da alma seja de pelo menos 8 centímetros.

### 2.2.3 Pilares

Os pilares são barras verticais que recebem as ações das vigas ou das lajes e dos andares superiores e as transmitem para os elementos inferiores ou para a fundação (PINHEIRO, 2007).

Segundo Rezende (2012), os pilares são considerados as peças de maior responsabilidade da estrutura, pois qualquer ruptura pode ser de difícil recuperação, diferente das vigas e lajes.

Segundo a NBR 6118 (2007), os pilares não podem apresentar seção transversal menor que 19 centímetros. Existem casos particulares onde essa dimensão pode variar de 12 a 19 centímetros, desde que se multiplique as ações a serem consideradas no dimensionamento por um coeficiente adicional  $\gamma_n$ , de acordo com o indicado na Tabela 1.

Menor dimensão da seção do pilar (b)								
a	≥ 19	18	17	16	15	14	13	12
$\gamma_n$	1,00	1,05	1,10	1,15	1,20	1,25	1,30	1,35

O coeficiente  $\gamma_n$  deve majorar os esforços solicitantes finais de cálculo nos pilares, quando de seu dimensionamento.

Tabela 1 – Relação entre Itens de Inspeção e Patologias

Fonte: NBR 6118 (2007)

A distribuição dos carregamentos nos pilares em uma edificação segue a configuração conforme a Figura 6 (REZENDE, 2012).

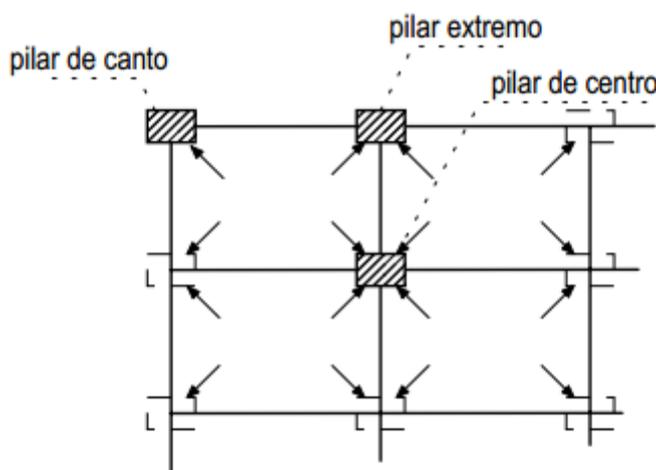


Figura 6 – Distribuição do carregamento dos pilares de um edifício.

Fonte: Rezende (2012)

Para uma melhor distribuição de cargas, seria interessante colocar pilares em todos os cruzamentos de vigas, porém eles devem ser projetados de uma forma

econômica e funcional, sem prejudicar o conjunto arquitetônico, circulação de halls, salas, pilotis, garagens, etc (REZENDE, 2012).

#### 2.2.4 Fôrmas e escoramento

“Os escoramentos, também denominados cimbramentos, são estruturas provisórias que tem por objetivo manter as fôrmas em sua posição e resistir às cargas durante a concretagem” (SEARBY, 1986).

As fôrmas são estruturas provisórias que tem como finalidade manter o concreto plástico na geometria desejada e sustenta-lo a resistência necessária para suportar os esforços que serão submetidos (FAJERSZTAJN, 1987).

Para Barros e Melhado (1998), a fôrma já podia pode ser analisada como o conjunto de componentes cujas funções principais são: dar forma ao concreto, conter o concreto fresco e sustentá-lo até que adquira a resistência suficiente para se auto sustentar e proporcionar à superfície do concreto a textura requerida.

Segundo Fajersztajn (1987) já existia uma classificação para o sistema de fôrmas que depende do material utilizado, são elas:

- O sistema de fôrmas em madeira pode ser subdividido em formas tradicionais e formas racionalizadas. Esses diferentes subsistemas são fabricados com moldes em tábuas ou chapas de madeiras compensada, estrutura do molde de escoramento em madeira serraca (FAJERSZTAJN, 1987).
- O sistema de fôrmas metálicas pode ser subdividido em formas de aço e formas de alumínio. São bastante utilizados em construções industrializadas e repetitivas (FAJERSZTAJN, 1987).
- O sistema de fôrmas mistas engloba elementos fabricados com materiais diferentes. Comumente são utilizados moldes em chapa de madeira compensada enquanto os outros elementos incorporam componentes metálicos (FAJERSZTAJN, 1987).
- O sistema de fôrmas híbrido é composto subsistemas de materiais diferentes. Além dos citados anteriormente (madeira e metálico) podem ser utilizados materiais como papelão, fibra de vidro, etc (FAJERSZTAJN, 1987).

Fajersztajn (1987), já afirmava que a escolha dos materiais é determinada em função dos seguintes fatores:

- Número de utilizações previsto;
- Textura requerida da superfície do concreto;
- Cargas atuantes;
- Tipo de estrutura a ser moldada;
- Custos dos componentes e da mão-de-obra;
- Equipamento para transporte adotado; e
- Cronograma de obras

Para se obter uma concretagem uniforme e que atenda aos requisitos de projeto, alguns cuidados devem ser observados, como relatam Assed e Assed, (1989):

- As fôrmas devem obedecer rigorosamente às seções projetadas;
- As peças acabadas devem resistir ao peso do concreto e das ferragens, assim como ao peso dos operários e às vibrações de adensamento do concreto, sem apresentar deformações. Quando necessário devem ser dadas às fôrmas a contra flecha necessária para compensar a deformação provocada pelo peso do material;
- Devem ser montadas de tal forma que as laterais possam ser removidas sem a remoção da parte inferior, sendo de fácil desforma, a fim de facilitar o trabalho dos operários;
- Devem estar limpas e ser estanques, para não ocorrer escorrimento da pasta de concreto;
- Devem ser molhadas, antes do lançamento do concreto, até o saturamento, de maneira que não absorvam a água de amassamento do concreto;
- Permitir a utilização das fôrmas tantas vezes quanto o planejado, utilizando desmoldante para aumentar a vida útil do material;

Para Barros e Melhado (1998), outros fatores também devem ser observados, são eles:

- Segurança: é necessário que o sistema de fôrmas seja rígida e estável para não sofra deformações excessivas sob a ação das cargas atuantes,

para que assegurar a segurança dos operários e da própria estrutura que está sendo construída.

- Possibilitar correto lançamento e adensamento do concreto: a fôrma não pode oferecer obstáculos no momento da concretagem, que impeçam a utilização do vibrador e a passagem do concreto.
- Possibilitar correto posicionamento da armadura: a fôrma deve estar na posição correta para não comprometer o correto posicionamento das armaduras. Uma má execução desse procedimento pode influenciar no comportamento dos elementos estruturais.
- Economia: esse item está diretamente relacionado com os estragos provocados durante a desforma, exigindo manutenção ou mesmo reposição de partes das formas.

É necessário um cuidado especial com o escoramento, que deverá ser projetado de modo a não sofrer, sob a ação de seu peso, do peso da estrutura e das cargas acidentais que possam atuar durante a execução da obra, deformações prejudiciais à forma da estrutura ou que possam causar esforços no concreto na fase do endurecimento (NBR 14931:2004).

A retirada das fôrmas e escoramentos deve seguir o plano de desforma previamente estabelecido de modo a não comprometer a segurança e o desempenho em serviço da estrutura (NBR 14931:2004).

Segundo Barros e Melhado (1998), o procedimento de desforma segue os seguintes parâmetros:

- Respeitar o tempo de cura, que segundo a norma de execução de estruturas de concreto armado, é de 3 dias para desforma de faces laterais, 7 dias para a retirada de fôrmas de fundo, deixando-se algumas escoras bem encunhadas, 21 dias para retirada total do escoramento;
- Execução do reescoramento (antes do início da desforma propriamente dita);
- Retirada dos painéis com cuidado, para não danificá-los, fazer a limpeza, efetuar reparos necessários e transportar os painéis para local de montagem.
- Verificar a estrutura após a desforma, analisando se houve ou não falhas de concretagem.

### 2.2.5 Armadura

A inclusão de aço no concreto tem a finalidade de melhorar a resistência do conjunto. Aquele é altamente resistente à tração e esse à compressão. Além das características mecânicas diferentes e complementares, a associação tornou-se possível devido à boa aderência entre ambos os materiais, a proteção que o concreto proporciona ao aço contra corrosão e a combinação de rigidez (concreto) e esbeltez (aço) (BARROS; MELHADO, 1998).

Segundo Barros e Melhado (1998), para não alterar as propriedades do material, é necessário que seja executado conforme cuidados e regras práticas que deverão ser cumpridas pelo funcionários. O processo segue o seguinte fluxograma, conforme Figura 7:

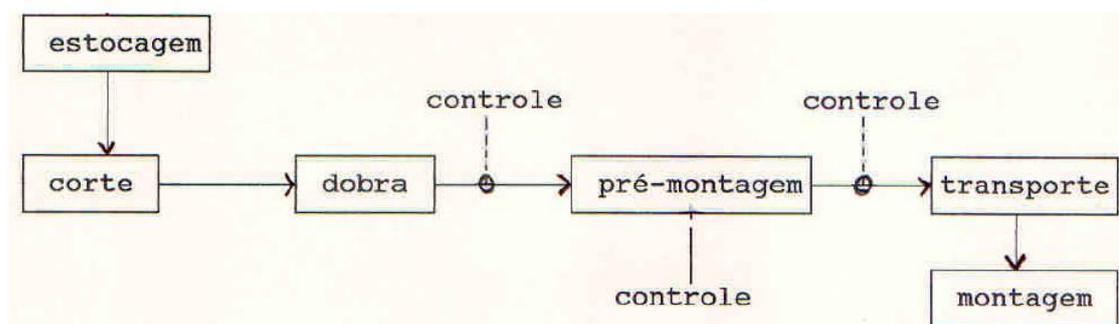


Figura 7 – Fluxograma do preparo das armaduras.  
Fonte: Adaptado Barros e Melhado (1998).

A adequada estocagem do aço é importante para evitar a corrosão (impedir contato com o solo) e possíveis enganos quanto ao diâmetro da barra, conseguir a racionalização do trabalho e boa fluidez da produção, através do planejamento da melhor localização para as barras (BARROS E MELHADO, 1998).

As barras de aço utilizadas na armação de peças de concreto armado deverão ser verificadas quanto à homogeneidade de suas características geométricas e mecânicas e não podem apresentar defeitos como bolhas, fissuras, corrosão, etc (ASSED E ASSED, 1989).

A limpeza da armadura deve ser conferida, pois a superfície deve estar isenta de substâncias dielétricas e ferrugem. Após limpeza, ainda é necessário uma avaliação das condições da armadura, para conferência de eventuais reduções de seção (NBR 14931:2004).

O corte da armadura deve seguir especificações de projeto, e atender aos requisitos de tolerância da norma NBR 6118 (NBR 14931:2004).

Segundo Rocha (2007) deve-se atentar de as barras estão sendo dobradas conforme o projeto, a fim de que caibam dentro das fôrmas de modo adequado e garantindo o perfeito recobrimento. É necessário conferir toda a armação, inclusive dos ferros de espera, emendas, ancoragem e recobrimento, e só começar a concretagem quando estiver tudo dentro dos conformes.

A montagem de armaduras em vigas e pilares deve seguir especificações de projeto. O posicionamento e cobrimento das armaduras precisam ser verificados, pois, caso contrário, a estrutura pode ter diminuição da sua resistência. O cobrimento é mantido através de espaçadores que distanciam a armadura da forma. Também se verifica se, antes ou durante a concretagem, a armadura não se deslocou. Quando montadas com antecipação, é preciso atentar se a armadura não sofreu deformação, devida a uma má armazenagem ou concretagem. Para fixar a armadura e o aço é feita uma amarração com arame de ferro cozido (YAZIGI, 1998).

A montagem de armaduras em lajes devem atender os requisitos já citados para vigas e pilares além de uma rígida conferência quanto o posicionamento dos gabaritos e os acabamentos de madeira para passagem de instalações elétricas e hidráulicas (YAZIGI, 1998).

#### 2.2.6 Concretagem

O concreto de cimento Portland é um material constituído por um aglomerante, pela mistura de um ou mais agregados e água. Deverá apresentar, quando recém-misturado, propriedades de plasticidade tais que facilitem seu transporte, lançamento e adensamento e, quando endurecido, propriedades que atendam ao especificado em projeto quanto a resistência à compressão e à tração, módulo de deformação e outras (YAZIGI, 1998).

O concreto pode ser fabricado na obra, quando em pequenas quantidades, manualmente ou com ajuda de betoneiras ou, quando em grande volume, é usual a contratação de uma concreteira para preparar o envio, com caminhão betoneira, do concreto pronto à obra (ROCHA, 2007).

O serviço de concretagem consiste em receber ou produzir o concreto, transportá-lo até o local de aplicação, lançá-lo nas fôrmas, espalhá-lo, adensá-lo, nivelá-lo, dar-lhe o acabamento necessário, para depois curá-lo, conforme Figura 8 (FREIRE, 2001).

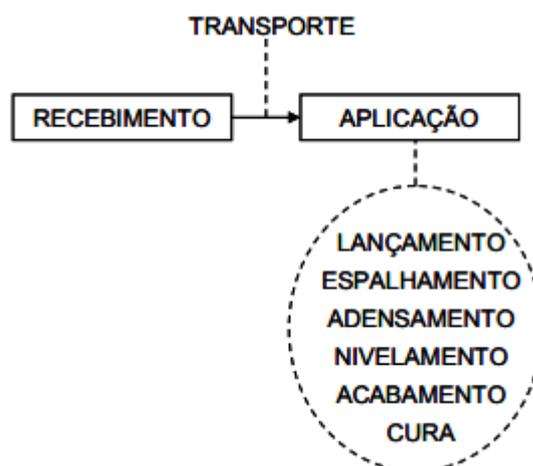


Figura 8 – Fluxograma esquemático das etapas de concretagem  
Fonte: Araújo (2004)

O principal cuidado com o tempo de transporte deve-se a não segregação do concreto, não permitindo a perda de argamassa ou pasta de cimento, nem promovendo a separação entre o agregado graúdo e a argamassa (VILASBOAS, 2004).

Quando chega à obra, o concreto deve ser recebido por um profissional qualificado, que confere se a nota fiscal está de acordo com as especificações solicitadas pela obra e se o lacre do caminhão não foi violado, garantindo que o concreto não foi descarregado desde a sua saída da usina. Os ensaios mais comuns para o controle de recebimento do concreto são o abatimento de troco de cone (slump-test) e o controle da resistência à compressão (fck) (REICHERT, 2008).

Na fase de lançamento é necessária uma rigorosa fiscalização, pois, quando não verificado, pode gerar um trabalho de má qualidade, prejudicando a estrutura. Esse procedimento consiste em três etapas principais: a preparação da superfície para recebê-lo, o lançamento propriamente dito e a maneira como deve ficar depositado, de modo a receber eficazmente o método de compactação (VILASBOAS, 2004).

O concreto deverá ser lançado pelo ponto mais afastado do local onde fica o caminhão betoneira, mas, antes do lançamento, é necessário verificar se as fôrmas foram umedecidas, sem excesso de água. O lançamento não poderá ser efetuado após o início do processo de pega e em alturas superiores a 2 metros, para evitar a segregação do material. Durante a concretagem é preciso ficar atento para que não ocorra deslocamento de elementos metálicos ou da armadura. Garantir que o tempo limite de concretagem não seja excedido (ROCHA, 2007).

O adensamento tem a função de retirar os vazios do concreto, diminuindo a sua porosidade e aumentando a resistência e a vida útil da estrutura (REICHERT, 2008)

O adensamento deve acontecer imediatamente ou logo após o lançamento. Pode ser feito manualmente, com o uso de vergalhão ou martelos, ou mecanicamente, como o uso de vibradores. É preciso conferir se todas as partes das formas estão concretadas. Deve-se tomar um cuidado especial com as armaduras, pois elas não podem alterar sua posição nem sofrer vibrações (ASSAD; ASSAD, 1989).

Dá-se o nome de cura ao conjunto de medidas com a finalidade de evitar a evaporação prematura da água necessária à hidratação do cimento. Sabe-se que a resistência do concreto é afetada pelas condições do ambiente, caso o concreto não esteja protegido da ação do sol e do vento e das baixas umidades do ar, a água evapora-se tanto mais facilmente quanto mais jovem for o concreto. Para impedir a evaporação da água de amassamento, é prudente empregar o método mais adequado e compatível com as características e funcionalidade das peças. Quanto maior o período de cura do concreto tanto maior será a sua resistência mecânica, a impermeabilidade, a resistência o desgaste e aos ataques químicos. O tempo de cura varia de acordo com o tipo de cimento empregado e as condições ambientais em que se encontra (CÁNOVAS, 1988).

Os processos mais comuns são: molhar abundantemente o concreto, pelo menos duas vezes ao dia ou utilizar a chamada 'cura a vapor' que não passa de uma proteção plástica no concreto. Essa é bastante eficaz, pois além da cura, proporciona proteção contra intempéries (ASSAD; ASSAD, 1989).

## 2.3 QUALIDADE NA CONSTRUÇÃO CIVIL

### 2.3.1 Considerações iniciais

Apresentado por Januzzi (2010), uma pesquisa realizada em 1998 pela McKinsey, apontou que a construção civil não havia conseguido ainda se igualar a outros setores da economia brasileira ao nível da qualidade, produtividade e competitividade.

Segundo Perdigão e Perdigão (2012), atualmente as construtoras se preocupam cada vez mais com temas relativos à qualidade, constatado em um estudo realizado por pesquisadores de 16 universidades juntamente com o Instituto Brasileiro de Qualidade na Construção Civil (ITQC). Dentre as avaliadas, 69% têm programas institucionais de qualidade ou já participaram de algum incluindo os de segurança no trabalho, padronização dos processos, alfabetização, implantação das normas ISO 9000 e sistemas de gestão de qualidade.

O setor mais interessado e maior beneficiado pelo PBQPH (Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade de Habitat) é o da construção civil, pelo fato de ter um mercado cada vez mais competitivo, com maior participação em processos de licitação, maiores probabilidades de financiamento, manter procedimentos organizados, com processos voltados à melhoria contínua, e sem dúvida uma maior possibilidade de comprovar a qualidade organizacional e do produto (PERDIGÃO; PERDIGÃO, 2012).

### 2.3.2 Norma NBR ISO 9001:2008

Estrutura organizacional, processos e controle de sistemas são necessários para prover confiança ao cliente. A ISO 9000 consiste em uma família de normas que gera um modelo de gestão de qualidade para empresas que queiram certificar os seus sistemas e processos com foco direto ao cliente. Foi criada por um conselho internacional com intuito de adquirir os requisitos de qualidade do cliente. Segundo Andrade (2011), a ISO 9000 não fixa metas a serem atingidas pelas empresas a serem certificadas, mas sim a própria empresa quem estabelece as metas a serem atingidas (ANDRADE, 2011).

Em 2000, foi elaborada a ISO 9001-2000, que prioriza os requisitos do sistema de gestão a qual combina as três normas 9001, 9002 e 9003, sendo que as duas últimas deixaram de existir, em uma, agora chamada 9001 (ANDRADE, 2011).

A versão 2000 da norma fez uma mudança radical na forma de pensar, estabelecendo o conceito de controle antes e durante o processo exigindo também o envolvimento da direção da empresa, para fazer a integração da qualidade dentro da empresa definindo um responsável pelas ações da qualidade. As principais seções consideradas na ISO 9001-2000 são basicamente o sistema de gestão da qualidade, responsabilidades da direção, gestão de recursos, realização de produto, medição, análise e melhorias. Contudo a principal mudança na norma foi a introdução da visão de foco no cliente, pois antes o cliente era visto como externo à organização, agora o Sistema de Gestão da Qualidade (SGQ) inclui o cliente dentro do sistema da Organização. Além disso, não eram considerados como clientes apenas os consumidores finais do produto, mas todos os envolvidos na cadeia de produção (ANDRADE, 2011).

Atualmente a norma ABNT ISO 9001 encontra-se em sua versão 2008, cujos requisitos devem ser atendidos para fins de certificação.

### 2.3.3 Programa PBQP-H

De acordo com a ABNT (2009), o PBQP-H é um programa desenvolvido com foco na Construção Civil, cujo texto possui todos os requisitos da norma ISO 9001:2008, porém com foco específico nas atividades que ocorrem em um canteiro de obras.

“A sua meta é organizar o setor da construção civil em torno de duas questões principais: a melhoria da qualidade do habitat e a modernização produtiva.” (PBQP-H, 2009).

As ações que o PBQP-H busca para organizar o setor da construção civil são:

- Avaliação da conformidade de empresas de serviços e obras;
- Melhoria da qualidade de materiais;
- Formação e requalificação de mão-de-obra;
- Normalização técnica;

- Capacitação de laboratórios;
- Avaliação de tecnologias inovadoras;
- Informação ao consumidor;
- Promoção da comunicação entre os setores envolvidos. (PBQP'H, 2009).

Conforme o site do PBQP-H (2009), com o programa, espera-se a melhoria da qualidade de produtos e serviços, o acréscimo da competitividade no setor, redução de custos e a otimização do uso dos recursos públicos.

#### 2.3.4 SiAC – PBQP-H

O SiAC (Sistema de Avaliação da Conformidade de Empresas de Serviços e Obras), é uma nova versão do SiQ (Sistema de Qualificação de Empresas de Serviços e Obras), baseado nas normas ISO 9001. Tem como principal objetivo avaliar a conformidade do sistema de gestão da qualidade das empresas de serviços e obras, considerando as características específicas da atuação dessas empresas no setor da construção civil (PBQP-H, 2012).

Esse sistema visa contribuir para a evolução dos patamares de qualidade do setor, envolvendo especialidades técnicas de execução e serviços especializados de execução de obras, gerenciamento de obras e de empreendimentos e elaboração de projetos (PBQP-H, 2012).

O SiAC se baseia em princípios que envolvem a abrangência nacional, isto é, é um sistema único definido por um Regimento Geral, Regimentos Específicos e Referenciais Normativos, adaptados as necessidades específicas e técnicas de cada setor da construção civil do habitat; caráter evolutivo: implantação do Sistema de Qualidade gradualmente, com níveis mínimos de avaliação da conformidade, e pelo qual a empresa será classificada e avaliada; caráter pró-ativo: suporte para empresas alcançarem os níveis de conformidade almejados; flexibilidade: adequação a cada setor e sub-setor, conforme necessidades; Sigilo: as informações obtidas na implantação do SiAC, referentes a cada empresa, são de caráter confidencial; transparência: todas as decisões e critérios são pautadas pela clareza e impessoalidade; independência: os agentes envolvidos nas decisões durante a implantação do SiAC têm autonomia e independência; Publicidade: sem fins lucrativos e relação de empresas avaliadas em conformidade é pública e divulgada a

todos os interessados; harmonia com o INMETRO: o INMETRO disponibiliza um Programa de Credenciamento específico, de forma que os Certificados de Conformidade para diversos níveis só terão validade se emitidos por Organismos de Avaliação de Conformidade (OAC), credenciados pelo INMETRO e autorizados pela Comissão Nacional do SiAC (PBQPH, 2012).

O SiAC teve alterações no ano de 2012, as principais delas foram (PBQP-H; SiAC, 2012):

- Inclusão do comitê de imparcialidade;
- Alteração de O.C.C “Organismo de Conformidade de Obras” (ou O.C.O) para O.A.C –“Organismo de Avaliação de Conformidades”;
- Serviço de arquitetura e engenharia consultiva: evidencia a importância desses serviços no escopo de “execução de obras”;
- Alteração dos níveis de certificação: Houve alteração quanto aos níveis do programa. Os antigos níveis D, C, B e A foram substituídos por Nível de Adesão (antigo nível D), nível B e A. O procedimento para adesão ao programa também sofreu alterações.
- Novos indicadores relacionados a sustentabilidade: indicadores de resíduos, consumo de água e energia, ao longo e ao final da obra.

### 2.3.5 Indicadores de qualidade

Segundo Mafra (2013), os indicadores de qualidade são instrumentos de medição e acompanhamento utilizados em empresas de construção civil com o intuito de avaliar a execução de seus empreendimentos.

Os indicadores são desenvolvidos para toda etapa de prestação de serviço, que demonstram de forma concreta o desempenho do procedimento de execução da obra e orienta a tomada de ações preventivas para a garantia da qualidade do serviço prestado (MAFRA, 2013)

Por se tratar de uma norma utilizada por segmentos variados, a ISO 9001:2008 permite que a empresa crie seus próprios indicadores. Já o PBQP-H, é referencial para apenas um mercado específico: construção civil, o que possibilita restrição nos indicadores, sendo alguns obrigatórios (MAFRA, 2013)

Ainda conforme Mafra (2013), os indicadores que o PBQP-H considera obrigatórios, “são aqueles voltados à sustentabilidade nos canteiros de obras cujo objetivo é a redução de geração de resíduos, consumo de água e consumo de energia, podendo a empresa acrescentar mais indicadores nesses temas.”.

Segundo ROCHA, (2007), cada um dos indicadores possui uma folha de verificação elaborada para facilitar a obtenção e registro dos dados. Na Figura 9 é mostrado um exemplo de ficha de verificação utilizada para o indicador ICOF (Índice de correção de fôrmas):

Folha de verificação de correção de fôrmas				
Obra::				
Peça:				
Pavimento:				
Tipo de Peças→	Vigas	Pilares	Lajes	Total
Quantidade de fôrmas verificadas→				48
Tipo de não-conformidade encontrada por classe de peça↓				
Dimensões				1
Desmoldante				3
Prumo				1
Nível				
Fixação e travamento				1
Locação dos pontos e eixos				1
Outros				
Total	5	2		7

Figura 9 – Folha de verificação do Índice de correção de fôrmas  
Fonte: Adaptado de Rocha (2007)

Assim, é determinado um grupo de indicadores que registra as informações de não conformidades nas fases de um processo construtivo, elevando assim sua produtividade e qualidade (ROCHA, 2007)

## 2.4 PATOLOGIAS NAS ESTRUTURAS DE CONCRETO ARMADO

Tendo em vista que o concreto é um dos materiais mais utilizados na construção civil, seja em elementos estruturais ou apenas em elementos de revestimento, é cada vez mais comum o estudo das patologias envolvendo esse material. A identificação das causas e maneiras de recuperação visa a segurança e durabilidade da edificação. Além disso, esses estudos possibilitam a redução de custos e recursos da obra, pois a prevenção é a melhor maneira de se evitar as patologias (BRIK, 2013).

Por mais modernas que sejam os materiais e técnicas construtivas, ainda ocorrem várias anomalias que comprometem a estrutura e originam defeitos estéticos indesejáveis nas edificações. Ao longo do tempo isto causa deterioração dos materiais e, algumas vezes, impossibilidade de utilização da construção (BRIK, 2013).

Os problemas patológicos, na maioria das vezes, ocorrem por falha humana, pois os responsáveis não seguem os procedimentos ou normas de construção, má elaboração de projetos, envelhecimento natural das estruturas ou má qualidade dos materiais, pois com foco no lucro final, a qualidade fica em segundo plano (BRIK, 2013).

Os problemas patológicos ocorrem normalmente em uma dessas das três fases: concepção (planejamento / projeto / materiais), execução e utilização. Não podemos descartar a ocorrência de catástrofes naturais, porém são fatos isolados e imprevisíveis (OLIVEIRA, 2013).

Souza e Ripper (1998) já afirmavam que o Brasil é um dos únicos em que as patologias nas estruturas de concreto armado ocorrem na fase de execução das obras. Isso se deve, provavelmente, pela falta de mão de obra qualificada e pelas técnicas de construção arcaicas ainda utilizadas. Outro fator relevante é a preocupação imediata com o término de construção e o menor custo possível, esquecendo-se da qualidade da edificação.

Dentre todas as patologias existentes falaremos das mais relevantes nas edificações.

#### 2.4.1 Fissuras causadas por deformações

A existência de fissuras nas estruturas de concreto armado é um problema que afeta a estética da edificação e, do ponto de vista econômico, origina gastos de recuperação e diminui a vida útil da mesma (Molin, 1988).

As fissuras podem ter diversas causas, dentre elas, as movimentações provocadas por variações térmicas e de umidade, sobrecarga ou concentração de tensões, deformabilidade excessiva, recalque das fundações, retração e alterações químicas de materiais de construção (THOMAZ, 1989).

O grande problema das fissuras é que elas facilitam a entrada de agentes agressivos, atingindo as armaduras. Além disso, a carbonatação ocorre ao longo das paredes das fissuras, contribuindo para acelerar o surgimento da corrosão das armaduras (THOMAZ, 1989).

Dal Molin (1988) já afirmava que logo após o lançamento do concreto ocorre a sedimentação de partículas sólidas que movimentam bolhas de ar e água aprisionadas na pasta, causando fissuras decorrentes do encontro com obstáculos como agregados, armaduras ou moldes.

Outras formas de fissuração são ocasionadas pela corrosão de armaduras, reações expansivas com sulfatos e reações expansivas como a reação álcali-agregado (RAA).

A NBR 6118 (2007) limita a abertura de fissuras na superfície do concreto, visando garantir a proteção adequada das armaduras quanto à corrosão. Esta limitação de abertura está relacionada, dentre outros fatores, com a agressividade ambiental variando de 0,2 a 0,4 mm.

Já dizia Helene (1986), o problema dessas medidas é que a vista humana praticamente não distingue uma fissura  $< 0,1\text{mm}$ , além das fissuras serem irregulares e de abertura variável.

#### 2.4.2 Corrosão das armaduras

De acordo com Polito (2006), a corrosão é uma reação eletroquímica em meio aquoso, resultando da formação de uma célula de corrosão com eletrólito e diferença de potencial entre pontos da superfície. Se qualquer um destes elementos

for retirado, ou se impedirmos a entrada de oxigênio o processo é paralisado. O eletrólito é representado pela umidade presente no interior do concreto. É uma solução carregada ionicamente que permite ocorrerem às reações e possibilita o fluxo iônico. A diferença de potencial entre dois pontos da superfície pode ocorrer por diversos fatores: diferença de umidade, aeração, concentração salina, tensão no concreto e no aço e falta de uniformidade na composição do aço.

Segundo Ripper e Souza (1998), o fenômeno resulta no excesso da água de amassamento do concreto, que não é absorvida pelo agregado e normalmente vai preencher os veios capilares do concreto.

O processo de corrosão do aço é eletroquímico, na presença de um eletrólito; no caso, a solução aquosa presente no concreto, e uma diferença de potencial. Dessa forma cria-se o efeito pilha, com corrente elétrica formada pelo cátodo (positivo) e ânodo (negativo). O ânodo doa átomos de ferro que “abandonam” a barra, forma-se, assim, a ferrugem e conseqüentemente a perda de seção (RIPPER E SOUZA, 1998).

Segundo Medeiros (2005), a correta camada de cobertura proporciona uma maior proteção para o aço. Esta barreira, formada por película de caráter passivo, denominada proteção química, e em virtude do pH do concreto se situar por volta de 13,5 (meio alcalino), faz com que o aço mantenha-se passivo e, portanto, a estrutura apresenta durabilidade e desempenho adequados.

#### 2.4.3 Movimentação de formas e escoras

As deformações de peças de concreto armado ocorrem devido ao mal posicionamento das formas, fixação inadequada do escoramento ou juntas e fendas mal vedadas. O resultado disto são as deformações da peça, ocasionando alteração de sua geometria e conseqüentemente deficiência da capacidade de resistência (COSTA, 2009).

#### 2.4.4 Locação de pilares/Pilares fora do prumo

Para o ideal funcionamento da estrutura em efeito de cálculos, ela deve ser executada com o correto prumo, esquadro, nível, com dimensões e comprimentos

exatos aos projetados. Existem fatores de segurança de majoração para que haja uma tolerância nas excentricidades de 1ª e 2ª ordem, que já prevêm e absorvem eventuais falhas neste sentido (HACKBARTH, 2006).

Quando os limites de tolerância ficam muito fora dos estabelecidos pelos calculistas é necessário consultar o responsável técnico para que sejam analisadas as consequências que a falha pode causar para edificação. Quando o coeficiente de segurança não consegue absorver a nova configuração são necessários reforços das peças (HACKBARTH, 2006).

#### 2.4.5 Deformidades na concretagem

Mais do que um problema estético, os vazios ou nichos de concretagem, popularmente conhecidos como bicheiras, podem afetar a durabilidade e resistência das estruturas de concreto, que poderão sofrer deformações ou até mesmo entrar em colapso. As principais causas do problema são as falhas no processo de concretagem da estrutura, por exemplo, no lançamento ou adensamento do concreto. Algumas vezes, no entanto, a patologia pode ser causada por erro no detalhamento da armadura (TECHNE 109, 2006).

Araújo, explica que fôrmas estanques, bem executadas, evitam a formação de bicheiras ao impedir que a nata de cimento escorra por aberturas ou frestas, ocasionando falhas no concreto. "Outra recomendação para evitar essa patologia seria o lançamento adequado do concreto, que nunca deve exceder uma altura de 3 m", afirma. "Caso contrário, a brita tende a chegar na base do elemento estrutural antes da argamassa, causando bicheira na parte inferior da peça", complementa Araújo.

Uma maneira de minimizar ou eliminar as patologias é o maior controle da qualidade nas etapas do processo construtivo. Outro fator relevante é a tratar manutenção da edificação como um fator relevante para conservação da obra (OLIVEIRA, 2013).

Quando é necessário fazer recuperações das peças o gasto é muito maior se comparado com os gastos de manutenção e com os gastos na execução correta das estruturas. Por isso este conhecimento permite identificar adequadamente as patologias, além das suas causas, e a melhor maneira de correção, pois a

identificação incorreta também traz consigo perdas de tempo e de recursos (BRIK, 2013).

### 3 MÉTODOLOGIA DA PESQUISA

A certificação de uma norma de qualidade acarreta grandes modificações na política das organizações. Qualquer empreendimento que envolva mudanças significativas na forma como uma organização conduz as suas operações de rotina, demora tempo e necessita de esforços adicionais.

Porém, a certificação dá confiança ao cliente, pois o fornecedor já demonstrou a uma terceira entidade independente que o seu sistema de qualidade está em conformidade com os requisitos de uma norma internacionalmente reconhecida.

Para a obra, a certificação de uma norma de qualidade traz a redução de custos adicionais e atrasos, devido, principalmente, às patologias encontradas após a execução de alguns serviços. O presente trabalho relata a incidência e motivos dessas patologias encontradas em uma estrutura de concreto armado através de pesquisa de campo.

#### 3.1 PESQUISA DE CAMPO

Uma das maneiras de contribuir com o desenvolvimento de um trabalho acadêmico é através da pesquisa de campo. Ela tem como objetivo obter informações a um problema que necessita de soluções ou uma hipótese à ser comprovada.

A fim de analisar estatisticamente a influência da certificação de qualidade nas obras prediais de estruturas de concreto armado, a pesquisa de campo executada foi de abordagem quantitativa, isto é, uma pesquisa que usa técnicas de coleta de dados através de um questionário.

A metodologia seguida para o desenvolvimento dessa pesquisa foi baseada em um estudo teórico consistente dos principais conceitos do tema escolhido. Em seguida, estudantes do curso de Engenharia de Produção Civil da UTFPR (Universidade Tecnológica Federal do Paraná), que estagiam em diferentes construtoras de Curitiba, responderam a um questionário desenvolvido a partir de informações obtidas no referencial teórico do presente trabalho. (Apêndice A)

As informações foram obtidas através de algumas perguntas abertas sobre o setor de qualidade das empresas, como por exemplo, quanto à sua certificação. Foram obtidas informações também, através de diversos itens assinalados pelos entrevistados referente à conferência de serviços e às patologias (ambos, descritos e retirados do referencial teórico do presente trabalho). Cada item é uma inspeção ou um tipo de patologia. Assim, quanto mais itens assinalados, mais itens conferidos ou mais tipos de patologia existentes.

Comparando o índice de serviços conferidos conforme regência da certificação com o índice de ocorrência de patologias numa estrutura de concreto armado, é possível analisar se o certificado de qualidade tem influencia na execução na estrutura.

Para a escolha das empresas avaliadas, foi utilizado o ranking do ITC (Inteligência Empresarial da Construção). Dentre elas, três de grande porte e certificadas pela ISO 9001:2008 e/ou PBQP-H.

## 3.2 APRESENTAÇÃO DAS EMPRESAS

### 3.2.1 Empresa “A”

Incorporadora e construtora, a empresa “A” atua no mercado a mais de 50 anos com obras residenciais e comerciais. Fundada em São Paulo, atualmente opera em 66 cidades de 16 estados do Brasil, além de Argentina e Uruguai, contando com mais de 12.000 colaboradores.

Além das suas atribuições como empreendedora imobiliária, faz questão de valorizar os bairros onde atua, promove melhorias urbanas, cuida do meio-ambiente, faz economia de materiais, pratica a gestão de resíduos e ajuda a comunidade através de diversos projetos sociais.

- Tempo de certificação = 12 anos.

### 3.2.2 Empresa “B”

A empresa “B” é uma incorporadora e construtora atuante em mais de 70 cidades em 14 estados brasileiros e com obras residenciais e comerciais. Surgida

como um braço de investimentos do banco em 2003, a companhia incorporou seis empresas, somando 9.000 colaboradores.

A empresa acredita em agir com simplicidade para atingir a rentabilidade e a sustentabilidade dos negócios. Os empreendimentos valorizam as regiões onde são construídos, pois geram melhorias urbanas e produzem ações responsáveis no meio ambiente.

- Tempo de certificação = 9 anos.

### 3.2.3 Empresa “C”

Fundada em 1954 no Rio de Janeiro, a incorporadora e construtora “C”, atualmente, está presente em mais de 40 cidades em 18 estados com obras comerciais e residenciais.

Com mais de 4.500 colaboradores, a empresa atua com solidez e compromisso com qualidade e inovação. Pioneira em ideias como os bairros planejados e os condomínios-clubes. Investe em pesquisa para levar as melhores soluções em moradia a cada vez mais pessoas.

- Tempo de certificação = 15 anos.

### 3.2.4 Empresas “D”

Classifica-se no grupo das empresas “D”, 8 (quatro) construtoras de grande e pequeno porte que estão no mercado em média de 30 anos com obras residenciais e comerciais.

As mesmas, não possuem procedimento padrão para execução de serviços, nem certificado de qualidade.

## 4 RESULTADOS OBTIDOS E ANÁLISE DOS DADOS

A presente pesquisa de campo foi realizada junto a estagiários de Engenharia de Produção Civil que atuam em diferentes construtoras de Curitiba e auxiliam na conferência da execução de uma estrutura de concreto armado. Essa conferência é desempenhada através de uma ficha de verificação de serviços (Anexo A) elaborada para facilitar o registro e a obtenção dos dados.

As obras certificadas pela norma de qualidade executam seus serviços com a orientação do Procedimento de Execução de Serviço (PES), procedimento em conformidade com as especificações das normas técnicas brasileiras e padronizado pela empresa. O mesmo deve ser disponibilizado à todos envolvidos na produção: engenheiros, estagiários, mestres de obras, encarregados e os auxiliares de serviços. Além disso, todos devem receber um treinamento específico da PES sobre os processos que o colaborador irá gerenciar ou executar.

### 4.1 APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

As Tabela 2 e 3 relatam a porcentagem de entrevistados que conferem os itens de inspeção e as patologias existentes em suas respectivas obras. Os resultados da pesquisa foram divididos entre o tipo de sistema de gestão normativo.

Os aspectos escolhidos para serem analisados pela pesquisa foram, conforme a certificação, a taxa de serviços conferidos pelos estagiários na execução de uma estrutura de concreto armado (Tabela 2) e a taxa de ocorrência de certas patologias (Tabela 3). Com base nesses resultados, é possível observar algumas evidências.

A Tabela 2 apresenta os dados da pesquisa relacionados à conferência dos serviços para a execução de uma estrutura de concreto armado. Observa-se que as empresas certificadas pelas normas de qualidade, seja ISO-9001:2008, PBQP-H ou ambas, possui uma porcentagem maior de itens conferidos pelos estagiários que as empresas não certificadas.

É possível observar que as empresas certificadas pelo PBQP-H possuem obras mais rigorosas ao procedimento de qualidade do que as empresas certificadas apenas pela ISO-9001:2008. Observa-se também que, além de todos os

colaboradores receberem treinamentos específicos para a aplicação de procedimentos (apontado na Tabela 2), os serviços são mais controlados através da inspeção e apresentaram 83% de seus itens conferidos.

Tabela 2 – Resultados da pesquisa de campo - Conferências

<b>CERTIFICADO DE NORMA DE QUALIDADE</b>		<b>ISO 9001</b>	<b>PBQP-H</b>	<b>AMBAS</b>	<b>NENHUM</b>
COMO É O ACESSO AOS PROCEDIMENTOS OPERACIONAIS?	DIGITAL (INTERNET/ SIST. INTERNO) IMPRESSO NÃO TEM ACESSO	100% 67% 0%	100% 100% 0%	100% 100% 0%	0% 25% 75%
QUEM RECEBE TREINAMENTO DOS PROCEDIMENTOS?	ESTAGIÁRIO MESTRE DE OBRAS / ENCARREGADO FUNCIONÁRIO DA OBRA	100% 67% 67%	100% 100% 100%	100% 50% 50%	0% 0% 0%
<b>CONFERÊNCIA</b>		<b>ISO 9001</b>	<b>PBQP-H</b>	<b>AMBAS</b>	<b>NENHUM</b>
UTILIZAÇÃO DE PROJETO ESTRUTURAL NA CONFERÊNCIA		100%	100%	100%	100%
CONTROLE TECNOLÓGICO DO CONCRETO		100%	100%	100%	75%
<b>ITENS DE INSPEÇÃO - PILARES</b>					
TRANSFERÊNCIA E MARCAÇÃO DOS EIXOS NAS LAJES		100%	100%	100%	100%
QUANTIDADE E BITOLA DA ARMAÇÃO (BARRAS E ESTRIBOS)		100%	100%	100%	75%
POSICIONAMENTO DOS ESPAÇADORES DE COBRIMENTO		100%	100%	100%	75%
EXISTÊNCIA DA BARRA DE PARA-RAIO		67%	67%	100%	75%
PRUMO DAS FORMAS		67%	83%	100%	50%
VIBRAÇÃO DO CONCRETO		67%	67%	100%	25%
FIXAÇÃO DOS SANDUICHES E BARRA DE ANCORAGEM		67%	67%	50%	50%
LOCAÇÃO DO COLARINHO DOS PILARES		67%	67%	50%	0%
PRUMO LOGO APÓS A CONCRETAGEM		33%	33%	100%	0%
<b>ITENS DE INSPEÇÃO - LAJES E VIGAS</b>					
DISTÂNCIA ENTRE AS ESCORAS		67%	83%	100%	50%
QUANTIDADE E BITOLA DA ARMAÇÃO (BARRAS E ESTRIBOS)		100%	100%	50%	50%
POSICIONAMENTO DOS ESPAÇADORES DE COBRIMENTO		100%	100%	50%	50%
QUANTIDADE, PRUMO E ALINHAMENTO DAS ESCORAS		67%	67%	100%	50%
NIVELAMENTO DAS FORMAS DAS LAJES		67%	67%	100%	25%
TRAVAMENTO DAS FORMAS DAS LAJES		67%	67%	100%	25%
POSICIONAMENTO FAIXAS ESCORAMENTO REMANESCENTE		0%	17%	150%	25%
VIBRAÇÃO DO CONCRETO		33%	67%	50%	0%
CURA ÚMIDA OU QUÍMICA APÓS A CONCRETAGEM		33%	0%	50%	0%
PRUMO DAS LATERAIS DAS VIGAS		0%	17%	50%	0%
<b>TAXA DE SERVIÇOS CONFERIDOS</b>		<b>67%</b>	<b>69%</b>	<b>83%</b>	<b>43%</b>

Fonte: Autoria própria

Já a Tabela 3 apresenta os dados da pesquisa relacionados às patologias ocorridas numa estrutura de concreto armado. É possível observar que as empresas certificadas pelas normas de qualidade, seja ISO-9001:2008, PBQP-H ou ambas,

apresentam uma porcentagem menor de ocorrência de patologias em estruturas de concreto armado do que as empresas não certificadas.

Essa etapa também apresenta que as empresas certificadas tanto pela ISO-9001:2008, quanto pela PBQP-H, possuem menor índice de patologias nas estruturas de concreto armado e apresentam 35% delas nas obras atuadas pelos estagiários entrevistados.

Tabela 3 – Resultados da pesquisa de campo - Patologias

<b>PATOLOGIAS</b>	<b>ISO 9001</b>	<b>PBQP-H</b>	<b>AMBAS</b>	<b>NENHUM</b>
PILARES FORA DE PRUMO	100%	100%	100%	100%
PILARES TORCIDOS	100%	83%	50%	100%
FISSURAS EM PILARES / VIGAS / LAJES	67%	100%	50%	100%
ABERTURA DE FORMA EM PILARES / VIGAS / LAJES	67%	50%	100%	100%
PILARES ENGARRAFADOS	100%	83%	0%	75%
BICHEIRAS EM PILARES / VIGAS / LAJES	100%	83%	0%	75%
PILARES FORA DE LOCAÇÃO	33%	67%	50%	75%
ARMAÇÃO APARENTE	33%	67%	0%	75%
LAJES DESNIVELADAS	33%	17%	0%	75%
DESMORONAMENTO DE LAJES / ESCADAS	33%	0%	0%	25%
<b>TAXA DE OCORRÊNCIA DE PATOLOGIAS</b>	<b>67%</b>	<b>65%</b>	<b>35%</b>	<b>80%</b>

Fonte: Autoria própria

## 4.2 ANÁLISE DOS DADOS

Os resultados da pesquisa de campo, executada com estagiários de Engenharia de Produção Civil da UTFPR, foram analisados a partir dos dados da Tabela 1, os quais serão discutidos neste capítulo do presente trabalho acadêmico.

Através da obtenção da taxa de serviços conferidos pelos estagiários, foi possível gerar um Gráfico relacionando as mesmas com as devidas certificações de cada obra, conforme Gráfico 1.

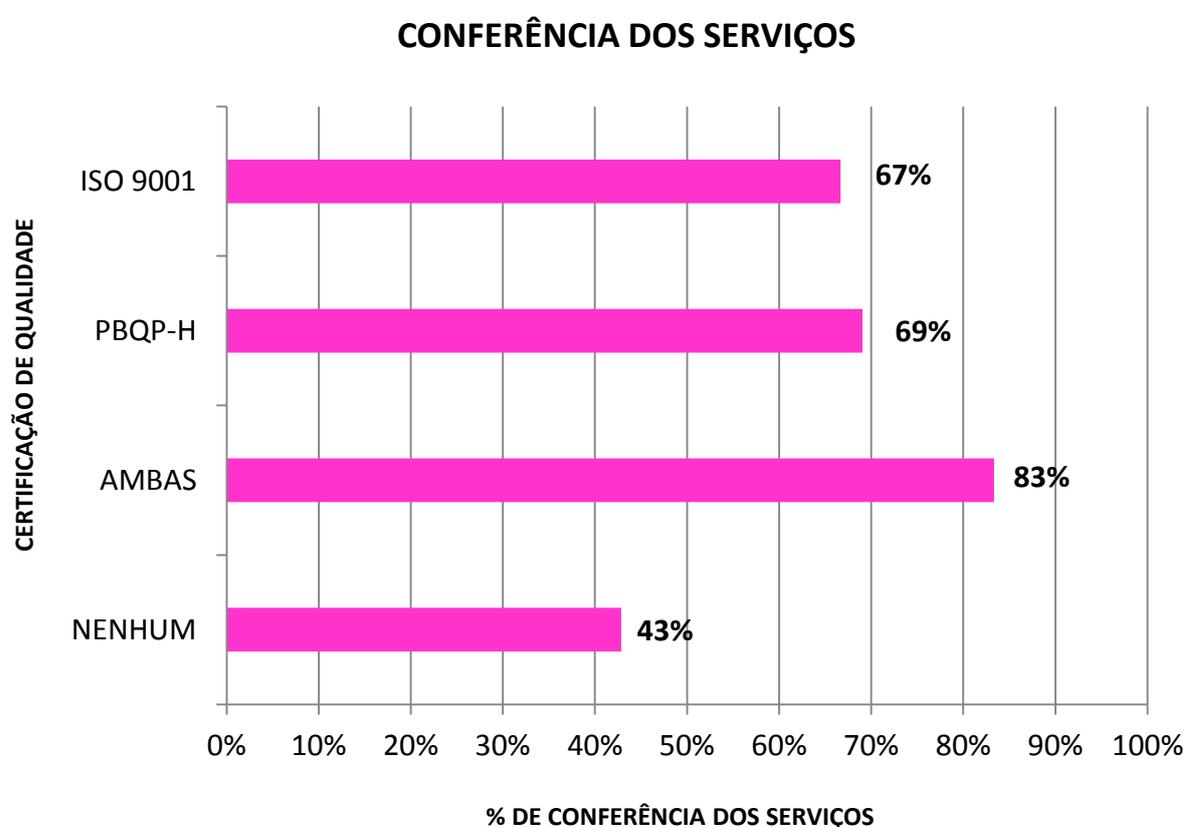


Gráfico 1 – Conferência dos serviços x Certificação de Qualidade  
Fonte: Autoria própria

Analisando o Gráfico apresentado, é evidenciada a diferença dos índices de itens inspecionados por cada estagiário entre as obras de estrutura de concreto armado que possuem certificação de qualidade e as obras não certificadas. Relatando em números, 83% dos itens de inspeção avaliados são conferidos quando se têm ambas as certificações. Já as empresas não certificadas, conferem 43% dos serviços de execução de uma estrutura de concreto armado.

É apontada no Gráfico também, uma diferença 2% entre a porcentagem de itens conferidos pelas obras adotadas pelo sistema da ISO-9001:2008, 67%, e do PBQP-H, 69%. Isso pode ser explicado pelo fato do último ser específico à construção civil.

Na 2ª Etapa dos resultados obtidos na Tabela 1, taxa de ocorrência de patologias, foi possível gerar o Gráfico, o qual relata a porcentagem de patologias ocorridas nas obras atuadas pelos estagiários com as devidas certificações de cada uma, conforme Gráfico 2.

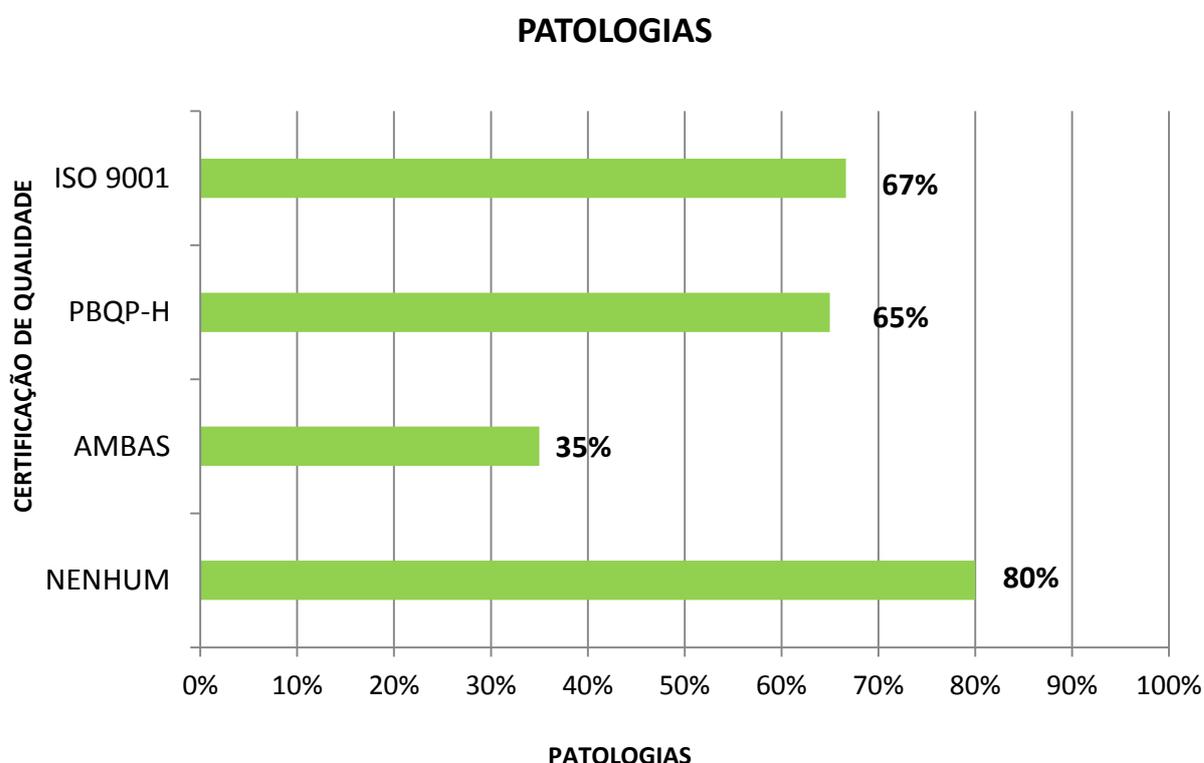


Gráfico 2 – Patologias x Certificação da Qualidade  
Fonte: Autoria própria

Tal como no Gráfico 1, no Gráfico 2 também é demonstrada a grande diferença entre as obras analisadas. Com 45% de diferença, as estruturas de concreto armado possuem menos patologia durante sua execução quando se tem maior controle devido à regência das normas.

Considerando os itens questionados através da pesquisa de campo no presente trabalho acadêmico, 80% das patologias ocorrem nas obras não certificadas. Índice alto comparado às demais obras.

Segundo Azeredo (1997), patologia é a parte da engenharia que estuda as causas, origens e natureza dos problemas que surgem em um edifício. Após sua manifestação, dependendo da gravidade do caso, a patologia pode migrar para lesão, sendo a consequência final.

Através dos dois Gráficos citados anteriormente, gerados a partir dos resultados da pesquisa de campo, é possível comparar seus dados e constatar a influência do certificado de qualidade em uma estrutura de concreto armado.

As obras das empresas analisadas que não possuem certificado de norma de qualidade apresentam menor quantidade de itens conferidos, conseqüentemente, maior frequência de patologias. Já as empresas certificadas, contam com estagiários que conferem mais itens na estrutura, o que gera menor ocorrência de não conformidades. Portanto, a conferência dos serviços em execução se torna estatisticamente eficaz, tendo em vista seu objetivo alcançado.

Porém, por que os estagiários atuantes nas obras não certificadas inspecionam menos itens de serviço que os demais? Todo colaborador, segundo NBR ISO-9001:2008, contratado pela empresa para trabalhar na área administrativa, além de passar por um processo de integração, recebe um treinamento sobre o específico da PES (Procedimento de execução do Serviço).

Segundo resultado da pesquisa de campo realizada no presente trabalho, 0% dos estagiários das empresas não certificadas recebe treinamento específico da PES. Ainda assim, é necessário ter acesso às PES, para sanar qualquer tipo de dúvida durante a execução dos serviços, enquanto 75% dos estagiários não possuem tal acesso, conforme aponta na Tabela 2.

Portanto, além de comprovar estatisticamente o quanto a conferência dos serviços em execução é eficaz, a obtenção de treinamento para os envolvidos na produção também se torna efetiva.

Ainda nos Gráficos 1 e 2, existe a diferença entre os resultados da ISO-9001:2008 e PBQP-H, tanto na análise da conferência de serviços quanto na ocorrência de patologias. Tal diferença é aparentada devido ao maior foco do Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade do Habitat à construção civil.

No geral, as patologias na construção civil podem surgir de pelo menos quatro etapas, são elas: projeto, execução, emprego de materiais e uso da edificação. Para CARMONA e MAREGA (1988) apud VERÇOZA (1991), no Brasil, as origens das manifestações patológicas são atribuídas da seguinte maneira: provenientes de execução em 52% dos casos, seguido por deficiência de projeto com 18%, utilização com 14%, materiais com 6% e outros fatores com 10% dos casos, conforme demonstrado no Gráfico 3.

### PRINCIPAIS CAUSAS DOS PROBLEMAS PATOLÓGICOS

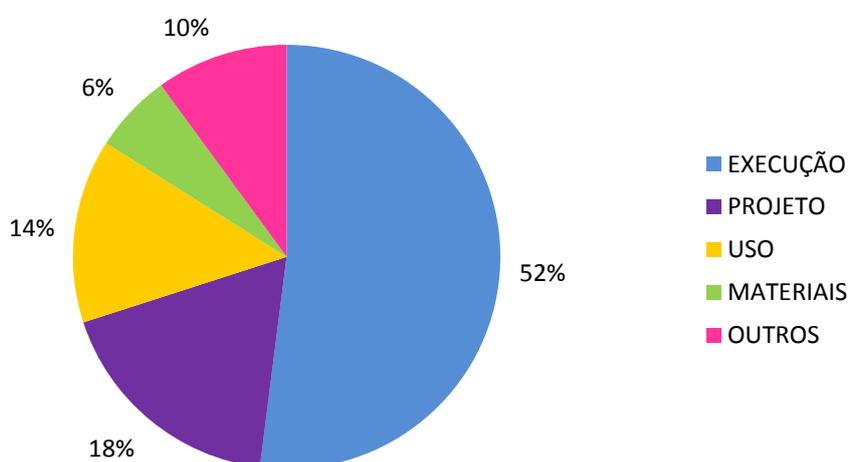


Gráfico 3 – Principais causas dos problemas patológicos.  
FONTE: Carmona & Marega, 1988 apud Verçoza, (1991) - ADAPTADO.

A 1ª Etapa da Tabela 2 foi subdividida conforme o questionário (Anexo 1): Itens de inspeção de pilares e itens de inspeção de vigas e lajes. Com o objetivo de comparar estatisticamente os itens mais conferidos pelos estagiários entrevistados, independente da empresa e de sua certificação, foi gerado o Gráfico 4. No mesmo, a subdivisão não foi considerada, facilitando a visualização para a análise.

## CONFERÊNCIA DE SERVIÇOS

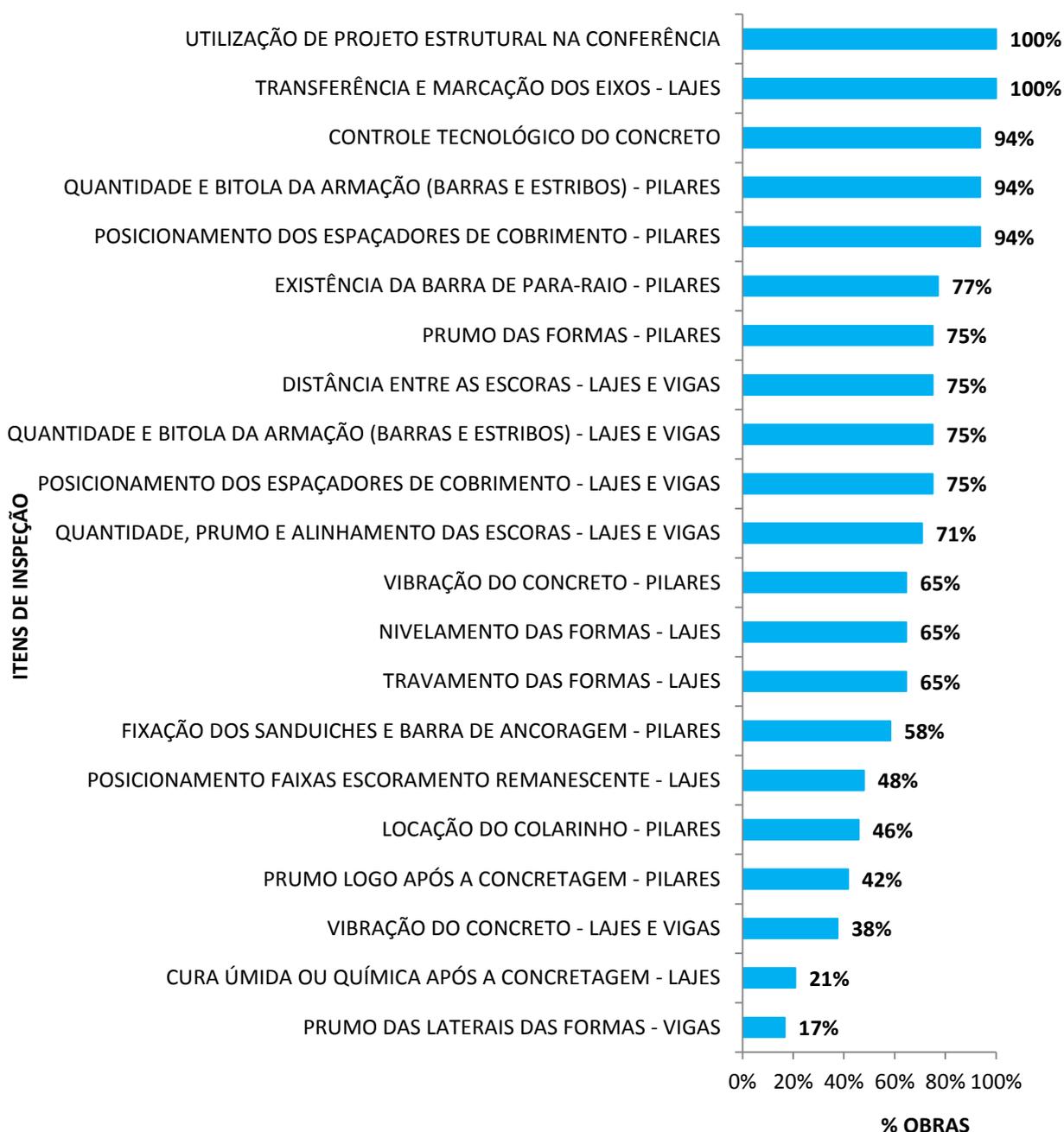


Gráfico 4 – Conferências x Obras  
Fonte: Autoria própria

Para a execução de qualquer empreendimento, sejam estruturas prediais residenciais ou comerciais, é necessária a aprovação da prefeitura local do projeto arquitetônico, o chamado Projeto Legal Arquitetônico (PL). A partir dele, todos os

outros projetos são gerados (estrutural, hidráulico, elétrico, incêndio, gás, etc.) e, caso aprovados, liberados para a obra executar.

A primeira análise feita do Gráfico 4 é relacionada à utilização do projeto estrutural. É possível perceber que 100% as obras atuadas pelos estagiários entrevistados executam a estrutura de concreto armado conforme o projeto e utilizam o mesmo para a conferência.

Outra inspeção realizada 100% pelos entrevistados, é a transferência e marcação dos eixos das lajes, o que diminui a chance de ocorrer patologias devido à essa conferência, como, por exemplo, a locação dos pilares. Os eixos das lajes são os referenciais para a execução de qualquer peça estrutural, tendo em vista que os projetos apresentam cotas a partir desses eixos. O procedimento desse serviço é apresentado no item 6.1.1.1 do presente trabalho acadêmico.

A taxa de conferência foi reduzida para 94% quando questionado sobre a inspeção da quantidade e bitola das barras e estribos de aço, posicionamento dos espaçadores de cobertura das armações e controle tecnológico do concreto, sendo o último de extrema exigência das normas técnicas brasileiras.

O controle tecnológico do concreto é realizado a partir de uma empresa especializada contratada pela construtora. No dia da concretagem de uma estrutura, essa empresa se desloca à obra e, no momento da descarga de cada caminhão betoneira, retira 4 (quatro) corpos de prova de cada e os leva ao laboratório onde permanecerão em cura úmida. Os corpos de prova são submetidos ao ensaio de compressão, 2 (duas) amostras após 7 (sete) dias da concretagem e as outras 2 (duas) após 28 (vinte e oito). Nesse ensaio é medida a resistência característica do concreto à compressão e confirmado se o concreto apresenta ou não as especificações do projeto.

O mesmo Gráfico 4 aponta que menos da metade dos entrevistados, independente da empresa e sua certificação, inspeciona a locação dos pilares, alcançando a taxa de 46%. Quantidade pequena comparado com a importância desse serviço. No cálculo para o projeto estrutural é dimensionado a posição e carga recebida por cada peça. Caso não seja atendida qualquer especificação contida no projeto durante a execução, corre risco do colapso parcial ou total da estrutura.

Tendo em vista a relação da conferência de itens de inspeção conforme cada obra atuada pelo estagiário entrevistado, foi gerado o Gráfico a seguir (Gráfico 5) para a análise das patologias, independente da empresa e de sua certificação:

## OBRAS COM PATOLOGIA

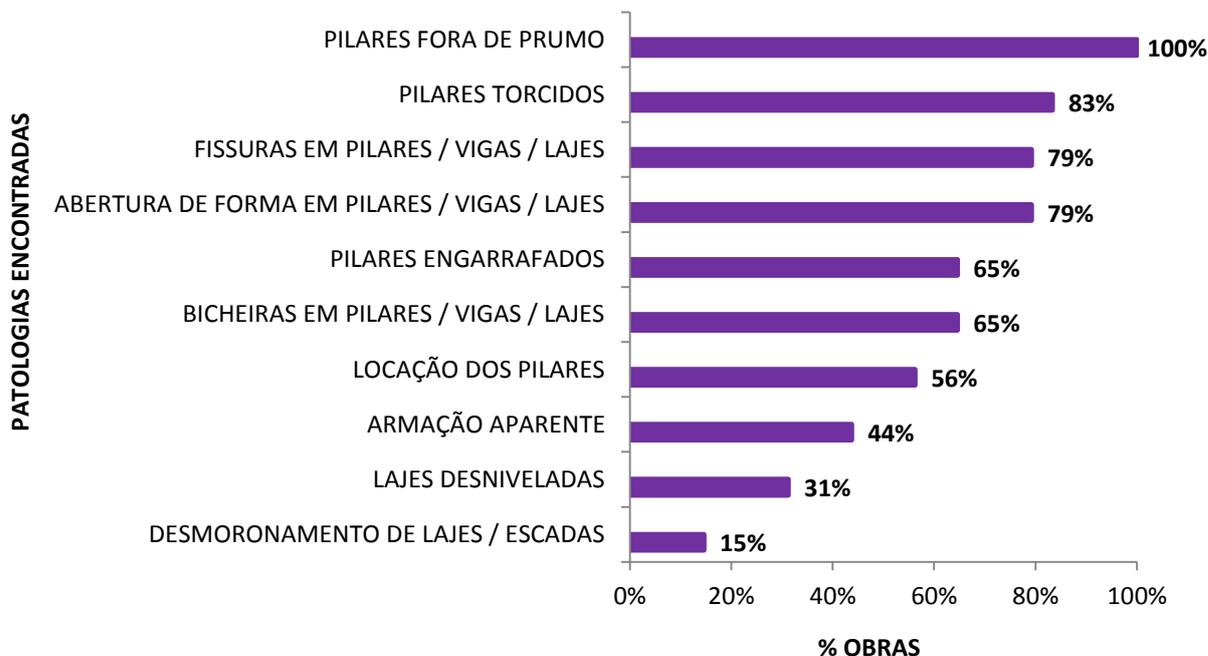


Gráfico 5 – Patologias x Obras  
Fonte: Autoria própria

Em um eixo do Gráfico 5 são descritas as patologias ocorridas nas obras que os entrevistados atuam e, no outro eixo, tem-se a quantidade de obras que ocorrem essas não conformidades, o que possibilita a visualização das patologias mais e menos comuns nas obras de estrutura de concreto armado, independente dos padrões de qualidade.

O Gráfico 5 aponta que 100% das obras possuem pilares fora de prumo e 83% pilares torcidos. As duas patologias podem ser causadas pela escassez do item de inspeção prumo das formas de pilar, tanto antes quanto logo após a concretagem (75 e 43% respectivamente, conforme o Gráfico 5). Essas patologias são prejudiciais aos próximos serviços, como por exemplo, a execução das paredes de vedação (alvenaria, dry wall, etc.). Caso os pilares apresentem-se fora de prumo ou torcidos, o serviço de vedação será dificultado, o que traz custo e tempo não previstos para ajustar a não conformidade.

Apesar de ocupar o último lugar no ranking das patologias encontradas nas diferentes obras, o índice de desmoronamento de lajes e escadas é alto. Essa patologia gera uma instabilidade na estrutura. A mesma pode ser ocasionada devido à falta de verificação dos seguintes itens: distância, quantidade, prumo e alinhamento das escoras; quantidade e bitola da armação (barras e estribos) de vigas e lajes e a cura úmida ou química da laje após a concretagem.

A partir da análise dos Gráficos 1 e 2 foi possível observar que nas obras que a inspeção dos estagiários é mais rigorosa, a existência de patologias é menor. Porém, essa afirmação não está referindo apenas a um resultado final geral da pesquisa de campo. Com a Tabela 4, é possível verificar que a falta de conferência tende a gerar uma patologia relacionada.

Essa Tabela apresenta quais as patologias que podem ocorrer devido à falta de inspeção de alguns itens. Por exemplo: a abertura das formas das peças estruturais, pilares, vigas e lajes, pode ser relacionada à má fixação de sanduíches metálicos e barras de ancoragem nos pilares e ao mal travamento das formas de lajes e vigas. Outro exemplo é o aparecimento de fissuras em pilares, vigas e lajes, que podem ser causadas pela falha na vibração do concreto no momento da concretagem, distância incorreta entre as escoras de lajes e vigas e a cura úmida ou química após a concretagem das lajes.

Na posição vertical da Tabela 4 pode-se observar os itens de inspeção com seus determinados índices de conferência pelos estagiários entrevistados. Na posição horizontal, está descrito as patologias frequentes das obras analisadas no questionário do presente trabalho acadêmico.

As células preenchidas na cor laranja da Tabela 4 relacionam as patologias que cada item de inspeção pode ocasionar. É possível visualizar essas células tendem a uma diagonal, iniciando nos itens que tem mais conferência pelos estagiários e menos ocorrência de patologias e tendendo a finalizar nos itens menos inspecionados e nas patologias mais frequentes. Entende-se, portanto, que a falta de conferência gera consequentemente uma não conformidade relacionada.

Segundo Souza e Ripper (1998), o Brasil, dentre os países pesquisados, é um dos únicos em que as patologias nas estruturas de concreto armado ocorrem na fase de execução das obras. Isso se deve, à falta de mão de obra não treinada,

preocupação imediata com o término de construção e pelo menor custo possível, esquecendo-se da qualidade da edificação.

Tabela 4 – Relação entre Itens de Inspeção e Patologias

		DESMORONAMENTO DE LAJES / ESCADAS	LAJES DESNIVELADAS	ARMAÇÃO APARENTE	PILARES FORA DE LOCAÇÃO	PILARES ENGARRAFADOS	BICHEIRAS EM PILARES / VIGAS / LAJES	FISSURAS EM PILARES / VIGAS / LAJES	ABERTURA DE FORMA EM PILARES / VIGAS / LAJES	PILARES TORCIDOS	PILARES FORA DE PRUMO
		15%	31%	44%	56%	65%	65%	79%	79%	83%	100%
UTILIZAÇÃO DE PROJETO ESTRUTURAL NA CONFERÊNCIA	100%										
TRANSFERÊNCIA E MARCAÇÃO DOS EIXOS NAS LAJES	100%										
CONTROLE TECNOLÓGICO DO CONCRETO	94%										
QUANTIDADE E BITOLA DA ARMAÇÃO (BARRAS E ESTRIBOS) - PILARES	94%										
POSICIONAMENTO DOS ESPAÇADORES DE COBRIMENTO - PILARES	94%										
DISTÂNCIA ENTRE AS ESCORAS - LAJES E VIGAS	75%										
QUANTIDADE E BITOLA DA ARMAÇÃO (BARRAS E ESTRIBOS) - LAJES E VIGAS	75%										
POSICIONAMENTO DOS ESPAÇADORES DE COBRIMENTO - LAJES E VIGAS	75%										
PRUMO DAS FORMAS - PILARES	75%										
QUANTIDADE, PRUMO E ALINHAMENTO DAS ESCORAS - LAJES E VIGAS	71%										
VIBRAÇÃO DO CONCRETO - PILARES	65%										
NIVELAMENTO DAS FORMAS - LAJES E VIGAS	65%										
TRAVAMENTO DAS FORMAS - LAJES E VIGAS	65%										
FIXAÇÃO DOS SANDUICHES E BARRA DE ANCORAGEM - PILARES	58%										
LOCAÇÃO DO COLARINHO - PILARES	46%										
PRUMO LOGO APÓS A CONCRETAGEM - PILARES	42%										
VIBRAÇÃO DO CONCRETO - LAJES E VIGAS	38%										
CURA ÚMIDA OU QUÍMICA APÓS A CONCRETAGEM - LAJES	21%										

Fonte: Autoria própria

### 4.3 CONSIDERAÇÕES E PROPOSTAS DE MELHORIAS

Para haver a redução dos índices de danos às estruturas de concreto armado e a melhoria da sua qualidade, é sugerido às empresas já certificadas pelas normas de qualidade a conscientização dos colaboradores para o cumprimento dos rigores exigidos pela norma.

Às empresas não certificadas, é correto o enquadramento da organização dentro de um padrão que estabelece requisitos para a obtenção de uma certificação de gestão de qualidade ISO 9001: 2008.

É aconselhado às empresas, certificadas ou não, que aprimorem ou adotem procedimentos exigidos pelas normas.

#### 4.3.1 Sistema de fôrma e escoramento do concreto armado

O Gráfico 5 apresenta diversas patologias em obras devido à má execução do sistema de forma, como pilares fora locação, prumo ou torcidos, lajes desniveladas e abertura de formas. Portanto, para que a ocorrência dessas patologias diminua, a melhor solução é que os colaboradores recebam treinamentos e sigam os procedimentos de execução de serviço baseado nas normas técnicas brasileiras de construção civil.

##### 4.3.1.1 Transferência de eixos

O nível de referencia da obra deve ser transferido com aparelho topográfico para a estrutura do edifício e utilizado para a definição do nível da primeira laje. A marcação dos eixos do primeiro pavimento deverá ser mantida em um grampo de aço previamente fixado na estrutura.

Uma vez marcado os eixos, a transferência para a laje superior, é executada com auxílio de um prumo de centro, conforme Figuras 10 e 11.

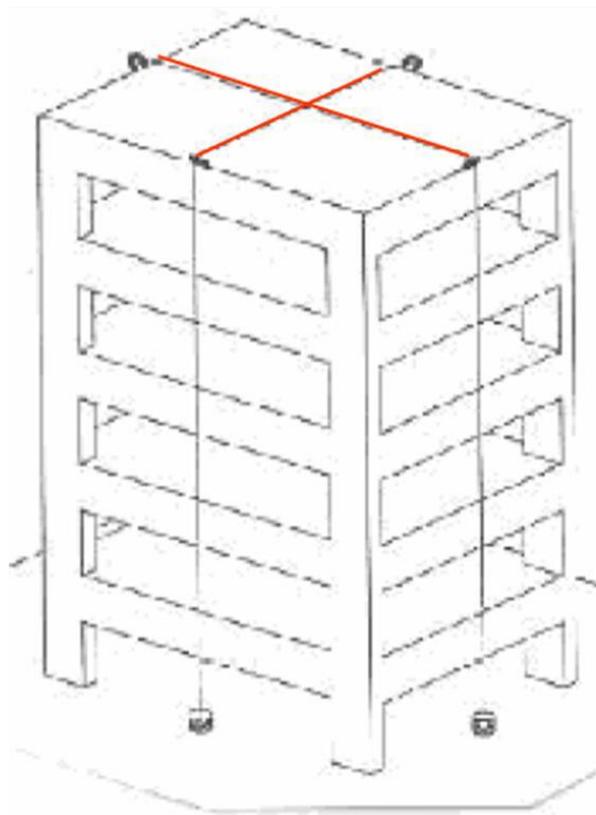


Figura 10 – Transferência de eixos  
Fonte: Procedimento executivo da empresa “C”

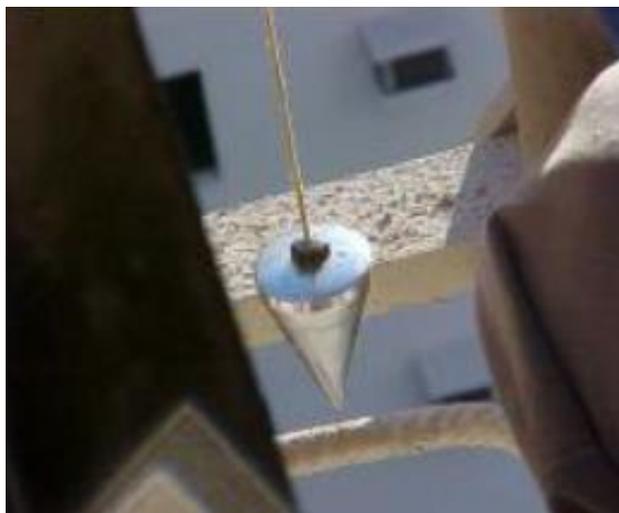


Figura 11 – Prumo de centro no grampo de aço  
Fonte: Procedimento executivo da empresa “C”

A cada transferência, isto é, em todos os pavimentos, devem também ser conferidos os esquadros dos eixos. Esta checagem deve ser realizada com base no triângulo pitagórico, conforme ilustrado na Figura 12.

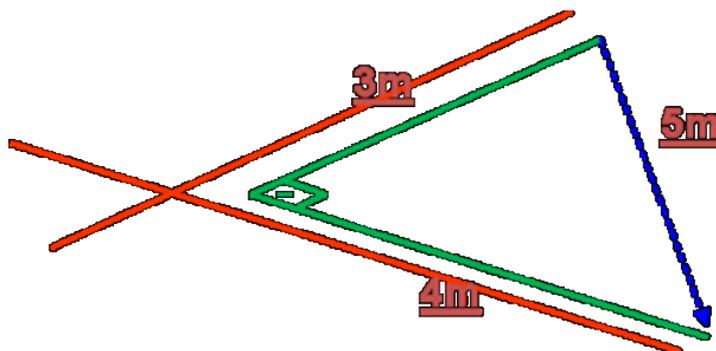


Figura 12 – Triângulo Pitagórico  
Fonte: Procedimento executivo da empresa “C”

É recomendado que a cada 4 pavimentos seja verificado o prumo da torre, para evitar que qualquer equívoco que possa ter ocorrido seja detectado rapidamente e corrigido.

#### 4.3.1.2 Locação dos gualhos

Uma vez passado os eixos para o pavimento, inicia-se a marcação dos gualhos (Figura 13), que já fazem parte do travamento inferior dos pilares, tomando-se o cuidado de descontar a espessura da forma.

Os gualhos devem estar pré-montados, identificados e pintados, com garantia de esquadro e medida (Figura 14). Para o aceite dos mesmos serão conferidos: locação, fixação e vedação.

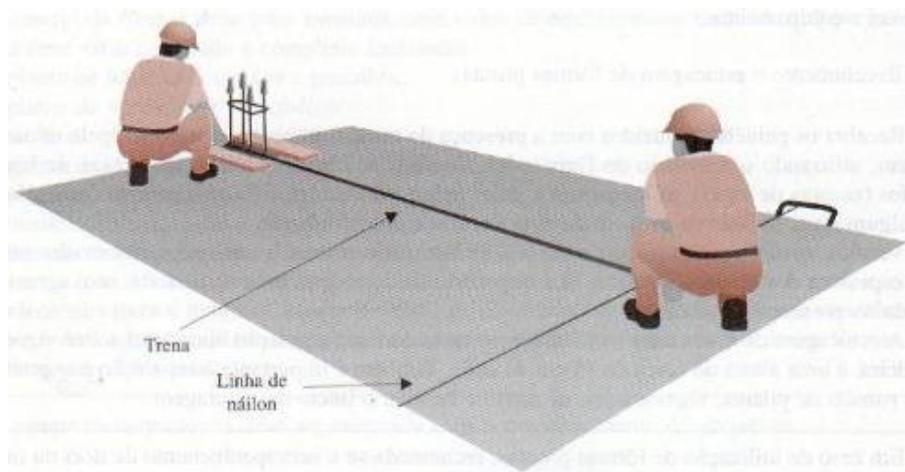


Figura 13 – Locação dos gualhos  
Fonte: AQUINO (2007)

Disponível em: <<http://www.ebah.com.br/content/ABAAABSWQAB/tecnologia-das-construcoes-i-3-formas-madeira>>

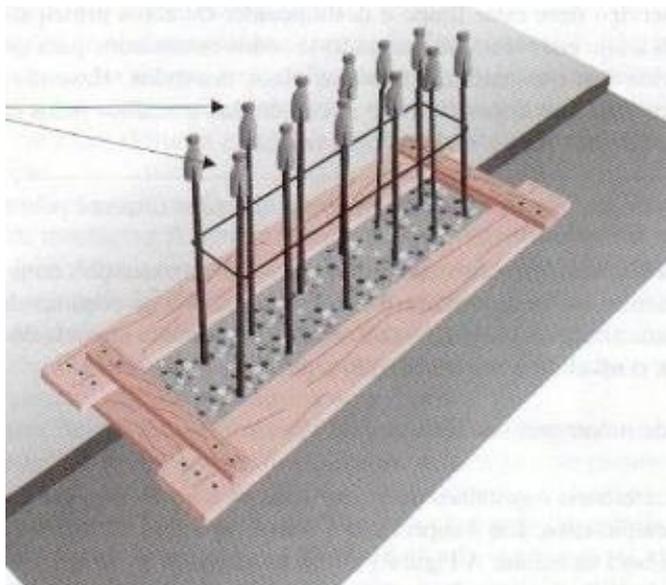


Figura 14 – Colarinho de madeira de pilar

Fonte: AQUINO (2007)

Disponível em: <<http://www.ebah.com.br/content/ABAAABSWQAB/tecnologia-das-construcoes-i-3-formas-madeira>>

#### 4.3.1.3 Montagem dos pilares

Durante a fixação dos colarinhos, inicia-se a retirada das formas dos pilares do pavimento inferior, observando os cuidados com limpeza e manutenção. Transportar os componentes dos pilares para o pavimento em execução somente após a conclusão e conferência dos colarinhos.

A execução da forma dos pilares inicia-se com a colocação dos suportes laterais, que devem ser aprumados com prumos de face e, em seguida, fixar os painéis laterais (maiores).

Após a execução da ferragem (descrita no item 6.1.1.2), iniciar o fechamento dos fundos (painéis menores), ilustrado na Figura 15. A fixação das formas dos pilares deverá ser feita através de “barras de ancoragem” que são rosqueadas e ancoradas (Figura 16).

Para finalizar a montagem das formas, deverá ser verificado o prumo com a utilização de uma régua de bolha ou através da colocação de um peso, formando um prumo. É recomendado que essa verificação ocorra antes e logo após a concretagem, pois a fixação inicial pode sofrer alguma alteração.



Figura 15 – Fechamento dos painéis do pilar  
Fonte: Autoria própria



Figura 16 – Fixação das formas do pilar  
Fonte: Autoria própria

#### 4.3.1.4 Montagem das vigas

A montagem das vigas deverá iniciar somente quando os pilares estiverem amarrados e prumados.

Inicialmente, é necessário montar o sistema de escoramento, conforme o projeto. Colocar os fundos das vigas a partir das cabeças dos pilares, pregando-os nas mesmas, conforme Figura 17.



Figura 17 – Fundos de vigas fixados nos pilares  
Fonte: Autoria própria

Posteriormente, os painéis laterais deverão ser travados na borda do painel de fundo da viga, conforme especificação do projeto de formas.



Figura 18 – Laterais de vigas  
Fonte: Autoria própria

#### 4.3.1.5 Montagem das lajes

A montagem da laje se inicia através do posicionamento das torres centrais de escoramento e colocação dos perfis principais, conforme projeto de escoramento.



Figura 19 – Escoramento Lajes  
Fonte: Autoria própria

Transportar os eixos de referência para a laje a ser assoalhada (ganchos) e pregar o assoalho nos painéis internos das vigas.

Existem outros serviços relacionados ao preparo da forma da laje para liberação do concreto, como: locar os pontos de passagem de tubulação hidráulicas, posicionar as tubulações elétricas embutidas em laje, locar as aberturas que devem ser deixadas na laje (shafts) e posicionar as armaduras de vigas e laje.

Executado o assoalho da laje, fixar com os painéis externos das vigas e fazer a limpeza final do serviço.



Figura 20 – Laje pronta para concretagem  
Fonte: Autoria própria

#### 4.3.1.6 Escoramento remanescente

A montagem do escoramento é baseada em projeto, atendendo as distâncias e quantidades recomendadas, assim como alinhamento e prumo das peças. Devem ser seguidas rigorosamente, pois influencia diretamente na capacidade de carga do escoramento da estrutura.

A montagem do escoramento remanescente é executada antes da concretagem das lajes e vigas, sempre seguindo o projeto, e só poderá ser retirado após 21 dias da concretagem.

A retirada das escoras deverá ser executada do meio do vão para as bordas, conforme imagem 19, evitando esforços não dimensionados para a estrutura e escoras.

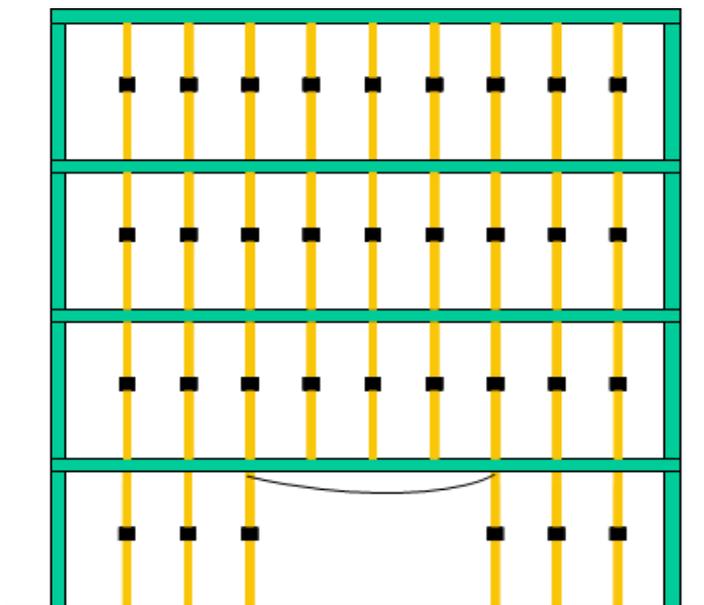
**CORRETO**

Figura 21 – Retirada do escoramento de lajes – Correto  
Fonte: Autoria própria

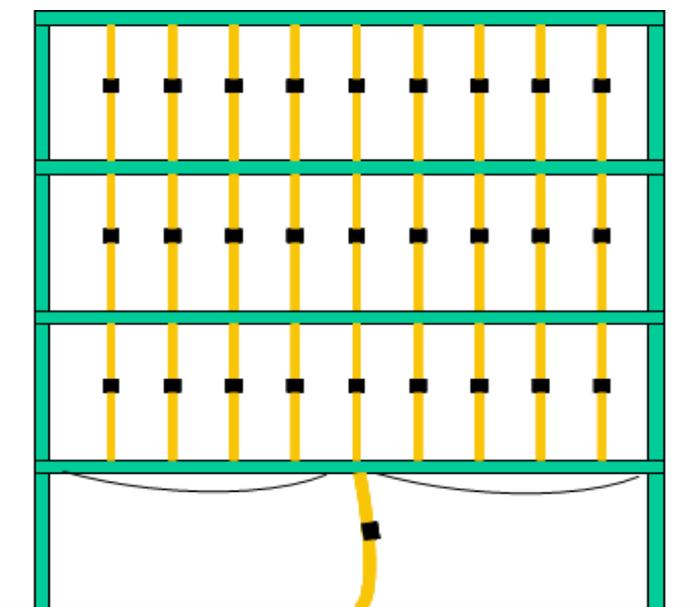
**ERRADO**

Figura 22 – Retirada do escoramento de lajes – Errado  
Fonte: Autoria própria

No caso de estruturas em balanço, este serviço deve ser feito da borda para o meio, conforme imagem 21.

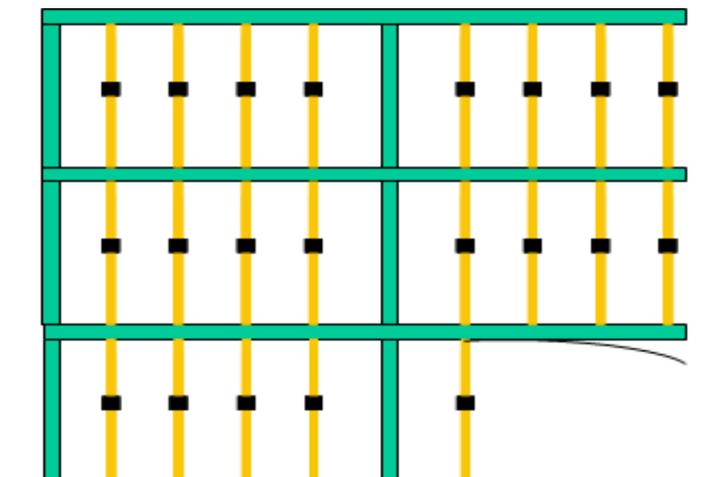
**CORRETO**

Figura 23 – Retirada do escoramento de lajes em balanço – Correto  
Fonte: Autoria própria

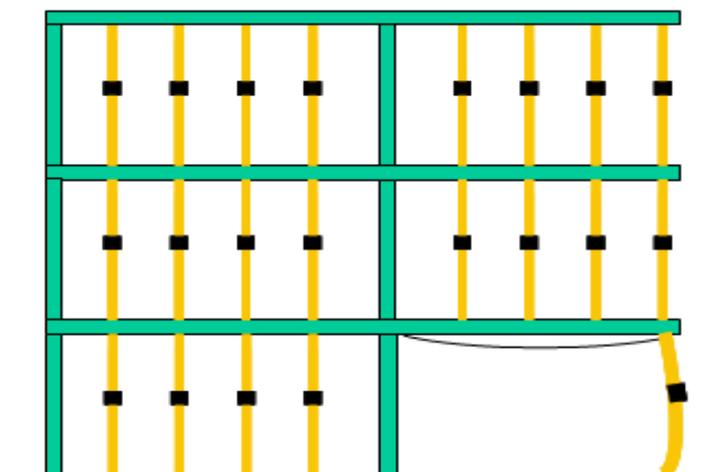
**ERRADO**

Figura 24 – Retirada do escoramento de lajes em balanço - Errado  
Fonte: Autoria própria

#### 4.3.2 Sistema de armaduras do concreto armado

Conforme apresentado no Gráfico 3, diversas patologias em obras ocorrem devido à má execução do sistema de armaduras, como fissuras e armações aparentes nas peças estruturais e pilares. Portanto, para que a ocorrência

A dessas patologias diminua, a melhor solução é que os colaboradores recebam treinamentos e sigam os procedimentos de execução de serviço baseado nas normas técnicas brasileiras de construção civil.

#### 4.3.2.1 Montagem de armadura de pilares e vigas

Inicialmente, montar as armaduras de pilares e vigas conforme projeto estrutural de armação, observando os espaçamentos, bitola, dimensões e quantidade de barras e de estribos.

Amarrar firmemente as ligações de uma armadura com outra, conforme Figura 25, e colocar os espaçadores de cobrimento em todas as faces das peças, a uma razão de 5 (cinco) unidades por metro quadrado, garantindo o cobrimento da armação exigido pelo projeto.

É sugerido colocar um estribo no topo dos arranques dos pilares para garantir a posição das barras verticais. Somente retirá-los após a concretagem da laje.



Figura 25 – Amarração de pilares e vigas  
Fonte: Autoria própria

#### 4.3.2.2 Montagem de armadura de lajes

Inicialmente posicionar as barras de aço, conforme projeto de armação positiva, ao longo do assoalho no sentido longitudinal e, em seguida, as barras no sentido transversal. Amarrá-las firmemente nos nós.

Com base no projeto de armações negativas, posicionar as barras negativas, amarrando-as na armadura das vigas e nas barras positivas já colocadas no assoalho.

Colocar os espaçadores de cobertura em todas as faces das peças, a uma razão de 5 (cinco) unidades por metro quadrado, garantindo o cobertura da armação exigido pelo projeto.

#### 4.3.3 Lançamento do concreto

Conforme apresentado no Gráfico 3, diversas patologias em obras ocorrem devido à má execução do lançamento de concreto, como fissuras e bicheiras em pilares, vigas e lajes. Portanto, para que a ocorrência dessas patologias diminua, a melhor solução é que os colaboradores recebam treinamentos e sigam os procedimentos de execução de serviço baseado nas normas técnicas brasileiras de construção civil.

Inicialmente, antes de lançar o concreto, é recomendado molhar as formas para impedir que as peças sofram qualquer tipo de contaminação durante a concretagem.

No caso de pilares, lançar o concreto em camadas e vibra-las até atingir aproximadamente 1 (um) cm acima do nível do fundo das vigas, onde deve ser encerrada a concretagem.

Para as lajes, iniciar a concretagem próximo à escada e pilares centrais, garantindo a transferência de nível. Lançar o concreto sem formar grandes acúmulos de material num ponto isolado da fôrma. Espalhar o concreto com auxílio de pás e enxadas e adensar com o vibrador mecânico.

Sarrafeiar o concreto com uma régua de alumínio monitorando o nivelamento com o equipamento de nível a laser. Mapear as regiões onde cada caminhão lançou o concreto.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho acadêmico apresentou sistema de gestão de qualidade do processo construtivo de estrutura de concreto armado e sua extrema importância para durabilidade e segurança da obra. Só a partir de uma boa gestão é possível evitar ou minimizar as patologias que ocorrem nas edificações.

Também foram mostradas no trabalho as principais patologias encontradas nas obras de estrutura de concreto armado, o motivo pelo qual elas ocorrem e o correto procedimento a ser seguido para evita-las. Os dados estatísticos deixaram claro que quando existe conferência dos serviços, treinamento correto e tudo que o sistema padrão de qualidade exige, a probabilidade de surgir patologias é muito menor.

Dentre as dificuldades encontradas ao decorrer do trabalho, destaca-se a elaboração do questionário, uma vez que o foco era entrevistar os funcionários da obra, porém os mesmos nem sempre colaboram positivamente com a pesquisa. Ficaram com receio ou medo de ser comprometido em seu emprego ao responder as perguntas. Assim, foi-se necessário elaborar um segundo questionário voltado para estagiários de obra, os quais, além de não terem apresentado medo ao responder, foram de mais fácil acesso para as componentes da equipe.

Com o desenvolvimento do presente trabalho acadêmico foi possível aplicar conhecimentos adquiridos no curso da graduação e nos estágios em construtoras. Especialmente no item 6.1 que se refere aos procedimentos de execução de serviços, foi possível detalhá-los passo a passo com base na prática da equipe em obras prediais de estrutura de concreto armado.

### 5.1 TRABALHOS FUTUROS

Com as restrições de objetivos e prazos, alguns campos de estudo deixaram de ser profundamente explorados. Dentre eles, destacam-se a determinação dos motivos pelos quais as empresas não aderem a certificação do sistema de gestão de qualidade.

## REFERÊNCIAS

- ABNT - **Associação Brasileira de Normas Técnicas**. Disponível em <<http://www.abnt.com.br>>. Acesso em 14 set 2013.
- ABNT NBR 6118.; **Projeto de Estruturas de Concreto – Procedimento**. 2007.
- ABNT NBR 14931.; **Execução de Estruturas de Concreto – Procedimento**. 2004.
- ASSED, J. A., ASSED, P. C., **Construção Civil: Metodologia Construtiva**. Rio de Janeiro, Editora LTC, 220p. 1989.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, **NBR 14931:2004: Execução de Estruturas de Concreto – Procedimento**. ABNT, 53 p., 2004.
- ARAÚJO, José M. **Curso de Concreto Armado**. Rio Grande, Editora DUNAS, 72P. 2010.
- ARAÚJO, L. O. C., FREIRE, T. M. **Tecnologia e gestão de sistemas construtivos de edifícios**: Notas de aula da disciplina Tecnologia de Produção de Edificações em Concreto Armado. São Carlos: Departamento de Engenharia Civil, 2004, 86p.
- AZEREDO, H. A., **O edifício até sua Cobertura**. São Paulo, Editora Edgard Blucher, 1988.
- BASTOS, S. S. PAULO, **Vigas e Lajes de Concreto Armado**. Universidade Estadual Paulista, Bauru/SP, 2005.
- BARROS, M. M. S. B., MELHADO, S. B., **Recomendações para a Produção de Estruturas de Concreto Armado em Edifícios**. São Paulo, 1998, EPUSP-SENAI.
- BRINK M. Eveline, AT. AL. **Estudo das Patologias em Estruturas de Concreto Provenientes de Erros em Ensaios e em Procedimentos Executivos**. Encontro de Engenharia e Tecnologia dos Campos Gerais, 2013.
- CÁNOVAS, Manuel Fernández. **Patologia e Terapia do Concreto Armado**. São Paulo: PINI, 1988. 522 p.
- COSTA, C. C. Vitor. **Patologia em Edificações: Ênfase em Estruturas de Concreto Armado**. Trabalho de Conclusão de Curso de Engenharia Civil da Universidade Anhembi Morumbi, São Paulo, 2009.
- CHAVES, Roberto. **Manual do Construtor**: para engenheiros. Rio de Janeiro, Editora Ediouro, 1979.
- DA ROCHA, Marcela Quintanilha Borges. **Elaboração de Indicadores e Uso de Ferramentas de Controle da Qualidade na Execução de Obras Prediais**. Rio de Janeiro: UERJ, 2007.

DAL MOLIN, D. C. C. **Fissuras em estruturas de concreto armado: análise das manifestações típicas e levantamento de casos ocorridos no estado do Rio Grande do Sul.** Dissertação de mestrado. Porto Alegre. 1988. 196 p.

ENK, Idel. **Aspectos Relativos ao Gerenciamento da Construção de Conjuntos Habitacionais.** Porto Alegre, 1984. Dissertação de mestrado em engenharia (Construção Civil), curso de Pós-graduação em Engenharia Civil , Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

FAJERSZTAJN, H. **Fôrmas para concreto armado:** aplicação para o caso do edifício. 1987. 247p. Tese (Doutorado) - Escola Politécnica, USP. São Paulo, 1987.

FARAH, Marta Ferreira Santos,; **Tecnologia, Processo de Trabalho e Construção Habitacional. São Paulo, 1992.** Tese de Doutorado em Sociologia. Departamento de Ciências Sociais da Faculdade de Filosofia, USP.

FREIRE, T. M. **Produção de estruturas de concreto armado, moldadas in loco, para edificações:** caracterização das principais tecnologias e formas de gestão adotadas em São Paulo. 2001. 325p. Dissertação (Mestrado) - Escola Politécnica, USP. São Paulo, 2001.

GIONGO, S. José. **Concreto Armado: Projeto Estrutural de Edifícios.** Universidade de São Paulo, São Carlos, 2007.

HACKBARTH, B. Francisco. **Avaliação de Problemas Estruturais de Uma Edificação de Concreto Armado Moldado In Loco com Propostas de Solução.** Trabalho de Graduação no Curso de Engenharia Civil na Universidade do Estado de Santa Catarina, UDESC, Joinville, 2006.

HELENE, P. R. L. **Manual para reparo, reforço e proteção das estruturas de concreto. 2ª ed., 3ª reimpressão (jan. 96).** São Paulo: Editora PINI, 1992.

ISAIA, Geraldo Cechella. **Durabilidade e Vida Útil das Estruturas de Concreto.** São Paulo: USP, 2011.

JURAN, Joseph M. Jura. **Planejando Para Qualidade.** São Paulo: Pioneira, 1995.

QUEIROZ, Mario. **Programa de Controle de Obras.** Universidade Federal de Juiz de Fora, 2001.

MAFRA, Natália. **Os Indicadores Da Qualidade do PBQP-H.** 2013.

MELHADO, Silvio B. **Gestão, Cooperação e Integração para um Novo Modelo Voltado à Qualidade do Processo de Projeto na Construção de Edifícios.** São Paulo, 2001. Tese (Livra-Docência). Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.

OLIVEIRA, D.F. ; **Levantamento de Causas de Patologias na Construção Civil,** Projeto de graduação em Engenharia Civil, UFRJ, Rio de Janeiro, 2013.

PERDIGÃO, João G. L. P.; Perdigão, M. L. P. B. **A Certificação Da Qualidade Iso 9001 Na Construção Civil: Um Estudo De Caso Na Construtora Cipresa Na Cidade De Campina Grande-Pb.** Mossoró, 2012.

PBQP-H – **Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade do Habitat.** Disponível em <<http://www4.cidades.gov.br/pbqp-h1>>. Visitado em 19 set 2013.

PINHEIRO, Libânio M. **Fundamentos do Concreto e Projetos de Edifícios.** Universidade de São Paulo, Departamento de Engenharia de Estruturas. São Carlos, 2007.

REICHERD, M. P., **Dimensionamento de Equipes Considerando os Conceitos de Microplanejamento:** Estruturas de Concreto Armado Moldadas no Local. Trabalho de Conclusão de Curso Engenharia Civil, UFSCAR, São Carlos, 2008.

ROCHA, M.Q.B. da. **Elaboração de Indicadores e Uso de Ferramentas de Controle da Qualidade na Execução de Obras Prediais.** 2007. Dissertação de Mestrado – Programa de Pós Graduação em Engenharia Civil, UERJ, Rio de Janeiro RJ.

SEARBY, A.. A. B.; In: II Simpósio Internacional de Tecnologia da Construção: **Fôrmas para Estruturas de Concreto**, São Paulo, 1986. Epusp.

SOUZA, A. L. R.; MELHADO, S. B. **Projeto e execução de lajes racionalizadas de concreto armado.** São Paulo: Editora em nome da rosa, 2002.

SOUZA, V. C. M. de; RIPPER, T., **Patologia, Recuperação e Reforço de Estruturas de Concreto.** São Paulo, Pini, 255p. 1998.

VILASBOAS, J. M. L., **Durabilidade Das Edificações De Concreto Armado Em Salvador:** Uma Contribuição Para A Implantação da NBR 6118:2003, Mestrado Profissional em Gerenciamento e Tecnologias Ambientais no Processo Produtivo, UFB, Escola Politécnica, Salvador 2004.

YAZIGI, Walid. **A Técnica de Edificar.** Editora Pini. São Paulo. 1998.

AZEVEDO, HA. **O edifício até sua cobertura. 2 ed.** São Paulo: Edgard Blucher, 1997.

SOUZA, V.C.M.; RIPPER, T. **Patologia recuperação e reforço da estrutura de concreto**, São Paulo, Editora PINI , 1998.

VERÇOZA, E. J.; **Patologias das edificações.** Porto alegre: SAGRA, 1991.

HELENE, P. R. L. **Manual para reparo, reforço e proteção das estruturas de concreto. 2ª ed., 3ª reimpressão (jan. 96).** São Paulo: Editora PINI, 1992.

SITTER, W. R. **Costs for Service Life Optimization. The “law of fives”**. In: **CEB-RILEM Durability of concrete structures**. Proceedings of the International Workshop held in Copenhagen on 18-20 May, 1984.

TECHNE 109 Figuerola Valentina- , **Vazios de Concretagem**. 2006.

## APÊNDICE A

EMPRESA: \_\_\_\_\_

- A EMPRESA É CERTIFICADA EM ALGUMA NORMA DE QUALIDADE? QUAL?  ISO 9001  PBQP-H  NENHUMA
- COMO É O ACESSO AOS PROCEDIMENTOS DA EMPRESA?  DIGITAL  IMPRESSO  NÃO POSSUI
- QUEM POSSUI TREINAMENTOS DOS PROCEDIMENTOS?  ESTAGIÁRIO  MESTRE  ENCARREGADO  FUNCIONÁRIO

### CONFERÊNCIA

#### PILARES

- UTILIZAÇÃO DE PROJETO PARA CONFERÊNCIA  UTILIZAÇÃO DE PROJETO PARA CONFERÊNCIA
- MARCAÇÃO DOS EIXOS NAS LAJES  DISTÂNCIA ENTRE AS ESCORAS
- LOCAÇÃO DOS GASTALHOS  QUANTIDADE DE ESCORAS
- QUANT. E  $\emptyset$  BARRAS E ESTRIBOS  PRUMO E ALINHAMENTO ESCORAS
- EXISTÊNCIA DE PARA-RAIO  POSIÇÃO DAS FAIXAS DE ESCORAMENTO REMANESCENTE
- ESPAÇADORES  TRAVAMENTO DAS FORMAS
- FIXAÇÃO - SANDUÍCHES E AGULHAS  NIVELAMENTO DAS FORMAS
- PRUMO DAS FORMAS  PRUMO DAS LATERAIS DAS VIGAS
- PRUMO APÓS A CONCRETAGEM  QUANT. E  $\emptyset$  BARRAS E ESTRIBOS
- VIBRAÇÃO DO CONCRETO  ESPAÇADORES
- CONTROLE TECNOLÓGICO DO CONCRETO  VIBRAÇÃO DO CONCRETO
- CURA ÚMIDA APÓS A CONCRETAGEM

#### VIGAS E LAJES

- LOCAÇÃO DOS PILARES
- PILARES FORA DE PRUMO
- PILARES TORCIDOS
- FISSURAS EM PIL / LAJES / VIGAS
- PILARES ENGARRAFADOS
- ABERTURA DE FORMA PILARES / LAJES / VIGAS
- BICHEIRAS EM PIL / LAJES / VIGAS
- ARMAÇÃO APARENTE
- LAJES DESNIVELADAS
- DESMORONAMENTO DE LAJES / ESCADAS

### PATOLOGIAS

## ANEXO A

Ficha de Verificação de Serviço [FVS-80]		Obra:	Torre:
Pilares - Forma, armação, concretagem e desforma		Local:	
<p>Observações iniciais:</p> <p>Identificação das formas: Todas as peças pertencentes ao sistema de formas deverão ser coloridos na cor AZUL. Esta pintura evita que elementos dosisrema sejam utilizados para outros fins;</p> <p>Proteção dos arranques: Todos os arranques de pilares deverão estar protegidos com as ponteiros plásticos;</p> <p>Limpeza e aplicação de desmoldante: Todas as formas deverão ser limpas anteriormente a sua utilização; Após a limpeza da forma com máquina de alta pressão, realizar a aplicação de produto desmoldante;</p> <p>Preparação da armação: Toda a armação utilizada não deverá conter etiquetas de identificação ou outras peças não pertencentes ao sistema.</p> <p>Cimbramento: A obra deverá possuir projeto específico de cimbramento (Na revisão concreta) que auxiliará na correta montagem e eficácia do sistema; Todo o material de cimbramento a ser utilizado deverá ser apresentar íntegro, sem rachaduras ou pontas quebradas; O primeiro piso da obra deverá estar nivelado, caso contrário, proceder o nivelamento da base e utilizar apoios (madeira) para apoio das escoras/torres e etc.</p>			
Inspeção		Verificação e critérios de aceitação	Tolerância
EXECUÇÃO		Instrumento / Meio de Verificação	LOCALS DE APLICAÇÃO/PEÇAS
Localização dos eixos	Os eixos das estruturas deverão ser transferidos para o pavimento de trabalho. Anteriormente ao início de marcação dos gualhos, realizar	Trena metálica calibrada	
Localização dos gualhos	Os gualhos deverão ser localizados conforme medidas de projeto. Atentar-se para as espessuras das formas. Utilizando a trena metálica de 30m, posicionar os gualhos conferindo as distâncias dos eixos X e Y.	Trena metálica calibrada	
Preparação do pilar	Após locação do gualho, proceder o apicoamento da cabeças dos pilares para aumento da aderência.	Visual	
Barra e estribos	Posicionar a armação nos respectivos pilares verificando a conformidade da quantidade e posicionamento de barras e estribos, de acordo com o projeto.	Visual	
Pára-raio	Verificar a existência da barra de pára raio no pilar especificado pelo projetista.	Visual	
Fixação de arranques	Verificar a fixação do conjunto nos arranques dos pilares.	Visual	
Espaçadores	Verificar o posicionamento dos espaçadores no pilar conforme... É importante que a armação possua o recobrimento mínimo de 3 cm garantido pelos espaçadores.	Visual	
Travamento do pilar	O fechamento dos pilares é realizado através da fixação dos sanduiches e agulhas, que devem seguir o projeto de formas.	Visual	
Vedação	Verificar a vedação dos "pés" dos pilares para que não exista escorrimento de nata.	Visual	
Prumo	Os pilares deverão ser aprumados com o auxílio das mãos francesas e escoras.	Trena metálica calibrada/Prumo	
Vibração	O concreto deverá ser despejado nas formas de pilares em etapas, possibilitando a vibração de cada camada.	Visual	
Prumo	Durante a concretagem dos pilares, verificar a conformidade do prumo. Pequenas correções podem ser realizadas logo após a concretagem enquanto o concreto estiver fresco.	Prumo de face/ Trena metálica calibrada	
Falhas	Verificar possíveis falhas de vibração, exposição de armadura, fissuras e etc.	Visual	
Limpeza	Imediatamente após a concretagem de cada pilar, deverá ser realizada a limpeza da nata ou possíveis vazamentos, assim como concretos sobre a laje.	Visual	
<b>LIBERAÇÃO DO PAVIMENTO</b>			
Liberação	O pavimento deverá encontra-se limpo e desimpedido, sem acúmulo de materiais.	Visual	
Legenda	Ainda Não Inspeccionado Em branco	Reprovado	Aprovado Após Reinspeção
		0	X
<b>Ocorrência de Não Conformidade e Tratamento</b>			
Solução Proposta (Disposição)			
Descrição do Problema / Local			
Inspeccionado por:	Reinspeccionado por:	Data de abertura da FVS: / /	Data de fechamento da FVS: / /
			Visto do Engenheiro: