

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO

ESTUDO DE FALHAS NA FISCALIZAÇÃO  
DA EXECUÇÃO QUE INTERFEREM NA  
QUALIDADE DAS OBRAS DE EDIFICAÇÕES.

Yuri Donegate Lima dos Santos

Rio de Janeiro

2018



Universidade Federal  
do Rio de Janeiro  

---

Escola Politécnica

# ESTUDO DE FALHAS NA FISCALIZAÇÃO DA EXECUÇÃO QUE INTERFEREM NA QUALIDADE DAS OBRAS DE EDIFICAÇÕES.

Yuri Donegate Lima dos Santos

Projeto de graduação apresentado ao curso de Engenharia Civil da Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Engenheiro Civil.

Orientador: Prof. Jorge dos Santos

Rio de Janeiro  
Fevereiro de 2018

**Donegate Lima dos Santos, Yuri**

Estudo de falhas na fiscalização da execução que interferem na qualidade das obras de edificações. / Yuri Donegate Lima dos Santos. – Rio de Janeiro: UFRJ/Escola Politécnica, 2018.

XV, 154 p, : il. ; 29,7 cm.

Orientador: Jorge dos Santos

Projeto de Graduação – UFRJ / Escola Politécnica /  
Curso de Engenharia Civil, 2018

Referências Bibliográficas: p. 131 - 137

1. Introdução 2. Obras de edificações 3. Projeto de Edificações 4. Modalidades de execução de obras de edificações 5. Fiscalização da execução em obras de edificações 6. Ocorrência de não conformidades decorrentes de falhas na fiscalização 7. Conclusões

I. dos Santos; Jorge; II. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Escola Politécnica, Curso de Engenharia Civil. III. Estudo de falhas na fiscalização da execução que interferem na qualidade das obras de edificações.

**ESTUDO DE FALHAS NA FISCALIZAÇÃO DA EXECUÇÃO QUE INTERFEREM NA QUALIDADE DAS OBRAS DE EDIFICAÇÕES.**

Yuri Donegate Lima dos Santos

PROJETO DE GRADUAÇÃO SUBMETIDO AO CORPO DOCENTE DO CURSO DE ENGENHARIA CIVIL DA ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO COMO PARTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE ENGENHEIRO CIVIL.

Examinado por:

---

Prof. Jorge dos Santos, D. Sc. (Orientador)

---

Prof.<sup>a</sup> Ana Catarina Jorge Evangelista, D. Sc.

---

Prof.<sup>a</sup> Isabeth Mello, M. Sc.

---

Prof. Wilson Wanderley da Silva

Rio de Janeiro

2018

“Por vezes sentimos que aquilo que fazemos  
não é senão uma gota de água no mar,  
mas o mar seria menor se lhe faltasse uma gota”.

(Madre Teresa de Calcutá)

## Agradecimentos

Meu agradecimento inicial sempre será para Deus, por todas as oportunidades que Ele coloca em minha vida e por permitir que eu conclua esta graduação.

A meus pais, Severino dos Santos e Valéria Donegate Lima dos Santos que sempre incentivaram a busca pelo conhecimento e fazem de tudo para que eu possa obter sucesso em minha vida pessoal e profissional.

Aos meus avós, Mario da Silva Lima, Cely Donegate Lima, Manoel Avelino dos Santos e em memória de Noemi Avelino dos Santos que com suas orações e preocupações sempre estiveram ao meu lado durante este caminho.

A minha linda namorada Ana Claudia Rosa dos Santos pelo o apoio e carinho durante toda a graduação em que muitos momentos precisamos priorizar os estudos ao nos encontrar, mas sempre contando com a compreensão para que nossos estudos fossem sempre um compromisso essencial.

Aos meus amigos de infância que me apoiaram em muitos momentos e juntos durante o meu período de formação se tornaram também engenheiros: Ricardo Fernandes, um verdadeiro irmão e grande conselheiro durante minhas dificuldades na graduação. Igor Rocha que me recebeu e acompanhou durante meu período na Engenharia Nuclear e passou pelo ciclo básico comigo. Rafael Vianna companheiro de Engenharia Civil, mesmo que na UFF, sempre compartilhando os obstáculos do nosso curso e sonhos futuros.

Agradeço ao meu orientador Jorge dos Santos, pois ensinar é um exercício de dedicação e grande altruísmo na busca por transformar alunos em profissionais com personalidade de atuação, agradeço também por sua dedicação e em aceitar prontamente a orientação deste trabalho mesmo com tantos compromissos.

Aos meus amigos e companheiros de UFRJ que pelos cursos que passei pude conhecer grandes pessoas e com certeza excelentes profissionais no BCMT agradeço: Salomão Alencar, Tais Cidade, Carla Felix, Gabriel Matheus e Lethicia Santana. Durante o tempo que estive na Engenharia Nuclear pude fazer estas grandes amizades: Pedro Paulo Saldanha, Leonardo Aparecido, Diego Braga, Hugo Romberg, Heitor Guimarães e Daniel Iannuzzi.

Nos locais onde trabalhei como bolsista de extensão e estagiário, agradeço pela oportunidade e pelo tempo em que pude aprender e crescer em minha vida pessoal e

profissional, no Museu da Geodiversidade: Aline Rocha, Damiane Silva, Eveline Milani, Marcia Diogo e Patrícia Greco, na Assessoria Técnica da Prefeitura Universitária: Alessandra Zoellner, Enio Kaippert, Ignez Merly, Vitor Telles e Zenildo Oliveira.

A todos os amigos que se juntarão a mim como colegas de profissão e fizeram diferença durante meu período de formação na Engenharia Civil da Escola Politécnica, em especial para Adriano Barroso, Diogo Costa, Jorge Reis, Francisco Seixas, Lilian Yamamoto, Laurent Feu Grancer, Raoni Fragoso, Victor Iglesias, Guilherme Wiering, Paulo Antonio, Ítalo Arruda, Rafael Rezende.

Aos meus amigos, Andrey Peraza por suas orações, Diego Valeriano, Gabriel Vianna, Anderson Marques e William Evander por estarem sempre me apoiando durante essa caminhada.

Por fim, e não menos importante, agradeço à instituição UFRJ por todo o conhecimento que me foi proporcionado através dos professores dos departamentos do curso de Engenharia Civil, em especial ao Departamento de Construção Civil, onde me senti à vontade e descobri meu potencial de realização profissional.

Resumo do Projeto de Graduação apresentado à Escola Politécnica - UFRJ como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Engenheiro Civil.

## **ESTUDO DE FALHAS NA FISCALIZAÇÃO DA EXECUÇÃO QUE INTERFEREM NA QUALIDADE DAS OBRAS DE EDIFICAÇÕES.**

Yuri Donegate Lima dos Santos

Fevereiro de 2018

Orientador: Jorge dos Santos

Curso: Engenharia Civil

As obras de edificações possuem etapas de planejamento, gerenciamento e execução durante sua realização, porém estas fases podem conter falhas em seu desenvolvimento diminuindo significativamente a qualidade do produto concebido. Conhecer os métodos de fiscalização em obras de edificações é fundamental para a melhoria da qualidade durante todos estes processos. Este trabalho estuda as metodologias utilizadas nas fiscalizações de obras de edificações e identifica as possíveis falhas do controle da execução dos serviços, através do uso de ferramentas de sistemas de gestão da qualidade. A concepção dos projetos, execução dos serviços, falhas e métodos de fiscalização são analisados baseados em pesquisas bibliográficas aplicadas em empresas de atuação na construção civil.

*Palavras-chave: Fiscalização, obras de edificações, planejamento, gestão da qualidade.*

Abstract of Undergraduate Project presented to POLI/UFRJ as a partial fulfillment of the requirements for the degree of Engineer.

## **STUDY OF FAILURES IN AUDIT OF THE EXECUTION THAT INTERFERES IN THE QUALITY OF BUILDING WORKS.**

Yuri Donegate Lima dos Santos

FEBRUARY/2018

Advisor: Jorge dos Santos

Course: Engenharia Civil

The building works have stages of planning, management and execution during their accomplishment, however these phases can contain failures in its development significantly reducing the quality of the conceived product. The knowledge of the methods of inspection in building works is fundamental for the improvement of quality during all these processes. This work studies the methodologies used in the inspections of building works and identifies the possible failures of controlling the execution of the services, through the use of quality management systems tools. The design of the projects, execution of services, failures and inspection methods are analyzed based on bibliographical research applied in construction companies.

*Keywords: Inspection, construction works, construction, quality management*

## Lista de Figuras

Figura 1: Etapas para a produção de obra de edificação. ....	10
Figura 2: Configuração final do gabarito. ....	12
Figura 3: Estrutura de telhado em madeira. ....	44
Figura 4: Ciclo PDCA aplicado a serviços de execução de obras. ....	47
Figura 5: Influência no custo final de um empreendimento de edifício. ....	53
Figura 6: Intervenientes no processo da construção. ....	62
Figura 7: Principais Intervenientes do processo de projeto de edificações, adaptação. .	63
Figura 8: Modelo de formulário PES. ....	75
Figura 9: Modelo de formulário PIS. ....	76
Figura 10: Modelo de formulário FVS. ....	77
Figura 11: Incidência de manifestações patológicas em estruturas de concreto armado. .....	83
Figura 12: Tipos e incidência de fissuras em concreto armado. ....	85
Figura 13: Representação esquemática das patologias observadas em vigas de concreto armado com fissuração devido ao esforço cortante e flexão. ....	87
Figura 14: Representação esquemática da fissuração devido ao esforço de torção diagonal. ....	87
Figura 15: Representação esquemática da fissuração devido ao esforço de tração e compressão. ....	88
Figura 16: Estrutura em concreto armado escorada devido a deformação estrutural. ...	88
Figura 17: Corrosão da armadura em pilar. ....	89
Figura 18: Representação esquemática das patologias comumente observadas em vigas de concreto armado afetadas por corrosão. ....	90
Figura 19: Laje térrea com eflorescência devido ao processo de lixiviação. ....	91
Figura 20: Correspondência entre classe de agressividade ambiental e cobertura nominal. ....	91
Figura 21: Tolerâncias dimensionais para seções transversais de elementos estruturais. .....	92
Figura 22: Elementos em concreto armado com irregularidades geométricas. ....	92
Figura 23: Concreto armado com segregação. ....	93
Figura 24: Distribuição dos defeitos das paredes. ....	94
Figura 25: Incidência de fissuras em alvenarias segundo as causas. ....	95
Figura 26: Quadro resumo das configurações típicas de fissuras em alvenarias, causadas por variações de temperatura. ....	96
Figura 27: Fissuração vertical da alvenaria no canto do edifício, devido à expansão dos blocos cerâmicos por absorção da umidade. ....	97
Figura 28: Trinca horizontal na base da alvenaria por efeito da umidade do solo. ....	98

Figura 29: Esquema da ligação alvenaria com pilar de concreto armado. ....	99
Figura 30: Esquema do travamento com argamassa expansiva. ....	100
Figura 31: Esquema do travamento com cunhas pré-fabricadas. ....	100
Figura 32: Esquema do travamento com argamassa e bloco cerâmico. ....	101
Figura 33: Esquema da posição e dimensões da verga e contraverga. ....	101
Figura 34: Trechos de tubulações unidas a fogo sem utilização de conexões. ....	103
Figura 35: Distribuição dos efeitos nas instalações elétricas. ....	103
Figura 36: Origens dos problemas levantados na pesquisa de campo. ....	105
Figura 37: Principais causas de problemas levantados na pesquisa de campo. ....	105
Figura 38: Distribuição dos defeitos das esquadrias. ....	107
Figura 39: Principais fenômenos da infiltração de água nas esquadrias. ....	108
Figura 40: Distribuição das manifestações de patologias em revestimentos de fachadas. .....	109
Figura 41: Descolamento da argamassa de revestimento. ....	110
Figura 42: Vesículas na argamassa de revestimento. ....	112
Figura 43: Fissuras horizontais no revestimento provocadas pela expansão da argamassa de assentamento. ....	113
Figura 44: Fissuras horizontais no revestimento provocadas pelo ataque de sulfatos. ....	114
Figura 45: Fissuras mapeadas devido à retração da argamassa. ....	114
Figura 46: Manchas em revestimento cerâmico devido à eflorescência. ....	115
Figura 47: Manchas de umidade no revestimento com predominância de bolor. ....	117
Figura 48: Destacamento do revestimento cerâmico em fachada. ....	118

## Lista de Tabelas

Tabela 1: Relação Falha x Fiscalização - Locação de Obra .....	122
Tabela 2: Relação Falha x Fiscalização - Fundações .....	123
Tabela 3: Relação Falha x Fiscalização - Estruturas .....	123
Tabela 4: Relação Falha x Fiscalização - Alvenaria de Vedação.....	124
Tabela 5: Relação Falha x Fiscalização - Instalações Hidráulicas .....	124
Tabela 6: Relação Falha x Fiscalização - Instalações elétricas .....	125
Tabela 7: Relação Falha x Fiscalização - Impermeabilização.....	125
Tabela 8: Relação Falha x Fiscalização - Esquadrias.....	126
Tabela 9: Relação Falha x Fiscalização - Revestimentos em Argamassa .....	126
Tabela 10: Relação Falha x Fiscalização - Revestimentos Cerâmicos.....	127
Tabela 11: Relação Falha x Fiscalização - Pintura.....	127
Tabela 12: Relação Falha x Fiscalização - Forros .....	128
Tabela 13: Relação Falha x Fiscalização - Coberturas.....	128
Tabela 14: Relação Falha x Fiscalização - Limpeza .....	128

## Lista de Abreviaturas e Siglas

ABCP – Associação Brasileira de Cimento Portland

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

CBIC - Câmara Brasileira da Indústria da Construção

FVS – Ficha de Verificação de Serviços

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

NBR – Norma Brasileira

OAPA – Ocorrência Anual Por Apartamento

PDCA – “*Plan, do, check, act*” (Planejar, executar, verificar, agir)

PES – Procedimento de Execução de Serviços

PIS – Procedimento de Inspeção de Serviços

RN – Referência de Nível

SENAI – Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial

SGQ – Sistema de Gestão da Qualidade

## Sumário

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	1
1.1. A IMPORTÂNCIA DO TEMA EM ESTUDO.....	1
1.2. OBJETIVOS.....	1
1.3. JUSTIFICATIVA DA ESCOLHA.....	2
1.4. METODOLOGIA .....	3
1.5. ESTRUTURA DA MONOGRAFIA.....	3
<b>2. OBRAS DE EDIFICAÇÕES: CONTEXTUALIZAÇÃO</b> .....	5
2.1. CONCEITO.....	5
2.2. ASPECTOS HISTÓRICOS .....	5
2.3. PECULIARIDADES E PARTICULARIDADES DAS OBRAS DE EDIFICAÇÕES.....	7
2.4. TÉCNICAS CONTRUTIVAS .....	10
2.4.1. <b>Locação de Obra</b> .....	11
2.4.1.1. Limpeza do Terreno.....	11
2.4.1.2. Levantamento Topográfico e Gabarito .....	11
2.4.2. <b>Fundações</b> .....	13
2.4.2.1. Sapatas .....	13
2.4.2.1.1. Fôrmas .....	13
2.4.2.1.2. Armadura .....	14
2.4.2.1.3. Concretagem.....	14
2.4.2.2. Estaca Raiz.....	15
2.4.2.3. Estacas de Concreto .....	16
2.4.3. <b>Estruturas</b> .....	17
2.4.3.1. Execução de pilar .....	17
2.4.3.1.1. Fôrmas .....	17
2.4.3.1.2. Armadura .....	18
2.4.3.1.3. Concretagem.....	18
2.4.3.2. Execução de Laje .....	19
2.4.3.2.1. Fôrmas .....	19
2.4.3.2.2. Armadura .....	19
2.4.3.2.3. Concretagem.....	20
2.4.3.3. Execução de Viga .....	20
2.4.3.3.1. Fôrmas .....	20
2.4.3.3.2. Armadura .....	21
2.4.3.3.3. Concretagem.....	21
2.4.4. <b>Alvenaria de Vedação</b> .....	22
2.4.4.1. Elevação da Alvenaria .....	23
2.4.4.2. Fixação da Alvenaria .....	24
2.4.5. <b>Instalações Hidráulicas</b> .....	25

2.4.5.1.	Água Fria .....	25
2.4.5.2.	Água Quente .....	26
2.4.5.3.	Esgoto .....	26
2.4.6.	<b>Instalações Elétricas</b> .....	27
2.4.7.	<b>Impermeabilização</b> .....	28
2.4.7.1.	Manta Asfáltica.....	28
2.4.7.2.	Emulsão Asfáltica .....	29
2.4.8.	<b>Esquadrias</b> .....	29
2.4.8.1.	Caixilho e Porta de Madeira e Metálica .....	30
2.4.8.2.	Janelas.....	30
2.4.9.	<b>Revestimentos Internos</b> .....	31
2.4.9.1.	Execução de Contrapiso.....	31
2.4.9.2.	Revestimento de Parede com Argamassa .....	33
2.4.9.3.	Revestimento de Teto com Argamassa .....	34
2.4.9.4.	Revestimento de Pisos e Paredes em Cerâmica .....	34
2.4.9.4.1.	Pisos em cerâmica .....	35
2.4.9.4.2.	Paredes em cerâmica .....	37
2.4.10.	<b>Revestimentos Externos</b> .....	38
2.4.10.1.	Revestimento externo acrílico do tipo grafiato.....	38
2.4.10.2.	Revestimento externo em pastilha cerâmica.....	39
2.4.11.	<b>Pintura</b> .....	40
2.4.11.1.	Pintura Interna .....	40
2.4.11.2.	Pintura Externa .....	41
2.4.12.	<b>Forros</b> .....	41
2.4.12.1.	Forro de Gesso.....	42
2.4.13.	<b>Coberturas</b> .....	42
2.4.13.1.	Telhado em Fibrocimento.....	43
2.4.13.2.	Telhado em Telha Cerâmica.....	43
2.4.14.	<b>Limpeza</b> .....	45
2.5.	IMPORTÂNCIA DAS EDIFICAÇÕES NO SETOR DA CONSTRUÇÃO CIVIL .....	46
2.6.	QUALIDADE DAS EDIFICAÇÕES.....	46
<b>3.</b>	<b>PROJETOS DE EDIFICAÇÕES</b> .....	49
3.1.	CONCEITO.....	49
3.2.	DESENVOLVIMENTO DE PROJETOS .....	51
3.3.	COMPATIBILIZAÇÃO DE PROJETOS .....	54
3.4.	REVISÃO DE PROJETOS .....	55
3.5.	QUALIDADE DOS PROJETOS .....	56
<b>4.</b>	<b>MODALIDADES DE EXECUÇÃO DE OBRAS DE EDIFICAÇÕES</b> .....	61
4.1.	INTERVENIENTES DE UM EMPREENDIMENTO DE EDIFICAÇÕES.....	61
4.2.	MODOS DE CONTRATAÇÃO DE SERVIÇOS DE CONSTRUÇÃO .....	64

4.2.1.	Contrato por Preço Fixo .....	65
4.2.1.1.	Vantagens do Preço Fixo – Empreitada .....	66
4.2.1.2.	Desvantagens do Preço Fixo – Empreitada.....	66
4.2.1.3.	Vantagens do Preço Fixo – Preço Unitário .....	66
4.2.1.4.	Desvantagens do Preço Fixo – Preço Unitário.....	67
4.2.2.	Contrato por Preço Móvel.....	67
4.2.2.1.	Vantagens do Preço Móvel – Administração.....	67
4.2.2.2.	Desvantagens do Preço Móvel – Administração.....	68
<b>5.</b>	<b>FISCALIZAÇÃO DA EXECUÇÃO EM OBRAS DE EDIFICAÇÕES .....</b>	<b>69</b>
5.1.	PRÁTICA DA FISCALIZAÇÃO DE OBRAS.....	69
5.2.	MODALIDADES DE FISCALIZAÇÃO.....	71
5.2.1.	Aspectos Gerais .....	71
5.2.2.	Fiscalização em empresas sem SGQ.....	71
5.2.3.	Fiscalização em empresas com SGQ .....	72
<b>6.</b>	<b>OCORRÊNCIA DE NÃO CONFORMIDADES DECORRENTES DE FALHAS NA FISCALIZAÇÃO .....</b>	<b>79</b>
6.1.	ASPECTOS INTRODUTÓRIOS.....	79
6.2.	ETAPA DE LOCAÇÃO DA OBRA.....	81
6.3.	ETAPA DE EXECUÇÃO DAS FUNDAÇÕES .....	82
6.3.1.	Falhas em Fundações .....	82
6.4.	ETAPA DE EXECUÇÃO DAS ESTRUTURAS.....	82
6.4.1.	Fissuras .....	84
6.4.1.1.	Fissuras por materiais constituintes ou falhas construtivas .....	85
6.4.1.2.	Fissuras por cargas estruturais .....	86
6.4.2.	Deformação estrutural.....	88
6.4.3.	Corrosão de armaduras .....	89
6.4.4.	Lixiviação de compostos hidratados .....	90
6.4.5.	Falta de qualidade e espessura do revestimento .....	91
6.4.6.	Irregularidade geométrica .....	92
6.4.7.	Segregação do concreto .....	93
6.5.	ETAPA DE EXECUÇÃO DE ALVENARIA DE VEDAÇÃO.....	93
6.5.1.	Fissuras em alvenarias .....	94
6.5.1.1.	Fissuras causadas por variações de temperatura .....	95
6.5.1.2.	Fissuras causadas por retração e expansão.....	96
6.5.1.3.	Fissuras causadas por deformação de elementos estruturais .....	98
6.5.1.4.	Fissuras causadas por detalhes construtivos.....	99
6.5.2.	Defeitos no esquadro, alinhamento e prumo das alvenarias.....	101
6.6.	ETAPA DE EXECUÇÃO DE INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS.....	102
6.7.	ETAPA DE EXECUÇÃO DE INSTALAÇÕES ELÉTRICAS .....	103
6.8.	ETAPA DE EXECUÇÃO DE IMPERMEABILIZAÇÃO .....	104
6.9.	ETAPA DE EXECUÇÃO DE ESQUADRIAS.....	107

6.10.	ETAPA DE EXECUÇÃO DE REVESTIMENTOS .....	108
6.10.1.	Patologias em Revestimentos de Argamassa .....	108
6.10.1.1.	Descolamentos.....	110
6.10.1.2.	Vesículas.....	111
6.10.1.3.	Fissuras .....	112
6.10.1.4.	Eflorescências.....	115
6.10.1.5.	Manchas de Umidade e Bolor.....	116
6.10.2.	Patologias em Revestimentos Cerâmicos.....	117
6.10.2.1.	Deterioração das juntas.....	117
6.10.2.2.	Destacamento de placas .....	118
6.10.2.3.	Defeitos nos assentamentos das peças .....	119
6.11.	ETAPA DE EXECUÇÃO DE PINTURA.....	119
6.12.	ETAPA DE EXECUÇÃO DE FORROS .....	120
6.13.	ETAPA DE EXECUÇÃO DE COBERTURAS .....	121
6.14.	ETAPA DE LIMPEZA .....	122
6.15.	RELAÇÃO DA FALHA COM A FISCALIZAÇÃO .....	122
<b>7.</b>	<b>CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>129</b>
7.1.	<b>Conclusões.....</b>	<b>129</b>
7.2.	<b>Sugestões para trabalhos futuros .....</b>	<b>130</b>
	BIBLIOGRAFIA .....	131

# **1. INTRODUÇÃO**

## **1.1. A IMPORTÂNCIA DO TEMA EM ESTUDO**

Problemas durante a execução dos serviços de uma obra são muito comuns quando não existe um sistema de gestão da qualidade implementado. Perdas, retrabalho e mão de obra ociosa são alguns exemplos destes inconvenientes. De acordo com Formoso et al. (1996), o conceito de perdas na construção civil é observado, com frequência, unicamente associado aos desperdícios de materiais, porém as perdas se estendem como qualquer ineficiência que se reflita no uso de equipamentos, materiais, mão de obra e capital em quantidades superiores às necessárias à produção da edificação.

Quando o retrabalho é necessário, segundo Mayr (2000), é a situação de desfazer e refazer um serviço já realizado na obra. Este retrabalho ocorre para aproximar a obra da intenção original do projeto, e tem implicações diretas no custo, que se eleva, no cronograma que se dilata, comprometendo também a produtividade. “Onde seu aspecto mais perverso é o de aumentar o grau de incerteza quanto aos custos e prazos de execução, cujo ônus é repassado ao cliente.” Deste modo, as perdas englobam tanto a ocorrência de desperdícios de materiais quanto a execução de tarefas desnecessárias que geram custos adicionais e não agregam valor.

A fiscalização de obras de edificações é parte fundamental para que os requisitos de qualidade do empreendimento, estabelecidos em projeto, sejam cumpridos. “A atividade de fiscalização ocupa durante todo o processo de construção um lugar de extrema relevância, devido ao papel que desempenha na garantia do cumprimento do projeto e das condições contratuais e regulamentares impostas.” (OLIVEIRA, LOPES, & ABREU, 2011).

## **1.2. OBJETIVOS**

A presente monografia possui como objetivo identificar as principais falhas que ocorrem no processo de fiscalização e entender como estas falhas interferem na execução das obras de edificações atingindo negativamente aos padrões de qualidade do empreendimento.

- a) Identificar as não conformidades da fiscalização durante a execução do empreendimento;
- b) Entender as causas das falhas executivas das obras derivadas da fiscalização dos processos;
- c) Estudar maneiras de melhorar as metodologias de fiscalização e suas aplicações durante a execução;

### 1.3. JUSTIFICATIVA DA ESCOLHA

A humanidade historicamente sempre foi capaz de aprender com os erros. Em períodos onde não haviam evidências documentadas para a execução de qualquer tipo de serviço, o método da “tentativa e erro” se tornou o modo de entender o que poderia dar certo, mas isto não seria suficiente para os padrões de vida e desenvolvimento a medida que as populações cresciam e evoluíam. As informações de falhas então se tornaram parte relevante do aprendizado, pois se moldavam parâmetros de relevância para evitar os danos causados por erros passados.

Considerando o conceito de projetos de engenharia, as falhas segundo Duarte & Rezende (1993), “falhas usuais conduziam para um melhor entendimento do comportamento físico das estruturas e para aperfeiçoamento das técnicas de projeto.” A comunicação entre projetistas sobre as lições retiradas de seus próprios erros tem sido um importante componente no progresso das práticas de engenharia.

Para se evitar as falhas em projetos de engenharia civil, deve-se promover um bom planejamento e gerenciamento da obra, o que pode prever e mitigar situações adversas sem comprometer ou diminuindo ao máximo o dano que pode ser causado ao previsto para o empreendimento. As obras de edificações que possuem uma fiscalização eficaz durante todo o desenvolvimento da construção de edificações correspondem em melhorias significativas na qualidade, custos e prazos do produto final. O que leva benefícios a todos os envolvidos com o empreendimento, e a busca da qualidade dentro dos modelos de fiscalização proporcionam as melhorias que são necessárias para o desenvolvimento dos moldes da construção atual.

## 1.4. METODOLOGIA

Para identificar as ferramentas e técnicas de fiscalização e controle da qualidade utilizadas pelas construtoras em suas obras foi realizada consulta a monografias, dissertações, teses, artigos técnicos específicos, normas técnicas e livros.

Visando avaliar na prática a aplicação das ferramentas e técnicas de fiscalização e controle da qualidade foi desenvolvida uma pesquisa bibliográfica de obras que apresentaram problemas ao longo da execução ou patologias no pós entrega, motivadas por falhas no sistema de controle e fiscalização.

## 1.5. ESTRUTURA DA MONOGRAFIA

No primeiro capítulo observa-se a introdução da monografia, contendo o tema de estudo com sua devida importância descrita, os objetivos deste trabalho, a justificativa da escolha do tema, a metodologia utilizada para a confecção do trabalho e a estrutura da monografia.

No segundo capítulo está um levantamento bibliográfico com a contextualização sobre obras de edificações, contendo o conceito, aspectos históricos, técnicas construtivas, importância das edificações e a qualidade das edificações.

No terceiro capítulo também é apresentado um levantamento bibliográfico, porém este é sobre projetos de edificações, com seu conceito, desenvolvimento de projetos, compatibilização de projetos, revisão de projetos e qualidade de projetos.

No quarto capítulo são abordadas, através de levantamento bibliográfico, as modalidades de execução de obras de edificações, dentro deste item, os seguintes subitens: intervenientes de um empreendimento de edificações, modos de execução de um empreendimento e modos de contratação de serviços de construção.

No quinto capítulo o item: fiscalização da execução em obras de edificações é visto por levantamento bibliográfico, apresentando as práticas de fiscalização de obras e as modalidades de fiscalização.

No sexto capítulo é descrito o resultado de pesquisa bibliográfica realizada em obras de edificações que apresentaram problemas ao longo de sua execução ou patologias no pós entrega, cuja a origem tenha sido falhas na fiscalização da execução. Além da descrição dos problemas e patologias, são reportadas as falhas ocorridas na fiscalização e possíveis outras consequências.

No sétimo capítulo são apresentadas as considerações e conclusões acerca das questões levantadas e discutidas nesta monografia.

## **2. OBRAS DE EDIFICAÇÕES: CONTEXTUALIZAÇÃO**

### **2.1. CONCEITO**

A palavra obra pode ser definida como um trabalho realizado ou que esta para se realizar. Obra de engenharia é como é chamado um projeto executado ou que ainda esta em execução, já o conceito de edificação relaciona-se diretamente com a construção civil, significando as técnicas usadas para a construção de edifícios, sejam estes voltados para habitação ou comércio. Ao unir estes dois conceitos, pode-se concluir que uma obra de edificação será um projeto de construção civil executado, ou ainda em execução que possui as técnicas construtivas para obter como produto um edifício.

Segundo Silva Filho (2014), pode-se dizer ainda, que obra é toda e qualquer criação material nova ou incorporação de coisa nova à estrutura já existente. A ideia de novidade deve dirigir o conteúdo do conceito, a fim de adaptar-se à exemplificação legal de que obra é toda construção, reforma, fabricação, recuperação ou ampliação, realizada por execução direta ou indireta.

### **2.2. ASPECTOS HISTÓRICOS**

As obras de edificações têm sua origem na pré-história onde “mais sensível ao clima que outros animais do Paleolítico, o homem procurou abrigar-se primeiro em grutas e cavernas e, onde não existiam, tratou de improvisar abrigos (...)” (NÁPOLES NETO & VARGAS, 1998). O homem possuía de forma empírica a noção de resistência e estabilidade dos materiais existentes na Terra. Construindo assim as primeiras cabanas, em sua maioria de madeira, leves, e próximas a locais com água com utilização de estacas elevadas (palafitas), cabanas feitas em rocha eram mais raras até então, apenas na ausência de madeira ou ocorrência de ventos intensos (NÁPOLES NETO & VARGAS, 1998).

Evoluindo em experiências construtivas e necessidades de melhorias nos abrigos o homem desenvolve suas práticas de construção de moradias. “Nos antigos impérios do Oriente Próximo, os materiais de construção passaram a ser tijolo cerâmico e pedra, aquele na Mesopotâmia e no Egito.” Segundo Nápoles Neto & Vargas (1998), trecho que mostra o desenvolvimento dos materiais construtivos conforme suas alternativas e utilidade para a população que precisava suprir as carências de edificações anteriores.

A dinâmica das necessidades dos povos da pré-história, história antiga, ou até mesmo das fases modernas são observadas nas melhorias construtivas presentes em suas edificações. “As representações sociais que as construções apresentam são muito importantes para a compreensão do modo como foram feitas. É certo que cada edificação tem a capacidade de contar uma história e refletir a cultura do povo que a originou.” (...) “A construção civil evolui conforme a sociedade, alguns elementos mantêm-se e outros podem ser substituídos.” (MOURA & SOARES JUNIOR, 2013)

Deste modo pode-se dizer que cada obra tem sua importância pela produção de sentido que traz agregada à sua arquitetura, e, do ponto de vista da engenharia, são ricas em informações que permitem compreender a evolução das técnicas construtivas, assim como a análise do surgimento e uso de cada material disponível para a prática da construção, de acordo com cada povo e cada época. (MOURA & SOARES JUNIOR, 2013)

Considerando ainda o relacionamento das grandes construções com o crescimento e urbanização das cidades, de acordo com Casaril & Fresca (2007) a urbanização acelerada implicou alterações espaciais, onde uma maior e mais rápida diversificação de investimentos de capital, ideias e valores. No Brasil a verticalização das construções teve início nas cidades do Rio de Janeiro e São Paulo, sendo a década de 1920 como o marco temporal deste processo.

Casaril & Fresca (2007) ainda destacam que o primeiro edifício construído no Brasil teve sua conclusão em 1912, mas era voltado para atividades comerciais e escritórios. Considerando edificações de habitação o Palacete Riachuelo, construído em São Paulo, foi construído a partir de 1925 e com seu término em 1928, ambos os prédios de concreto armado e sem elevadores, a princípio.

Ficher (1994) ao falar da verticalização da cidade do Rio de Janeiro, relata que o incentivo foi dado inicialmente pelos planos do prefeito Pereira Passos em 1903 que consistiram de programas de renovação, remodelação, extensão e embelezamento urbano da cidade. Nestes planos foi realizado o alargamento de várias ruas e abertura de novas avenidas, e modificado o parcelamento dos lotes estreitos e profundos por lotes de maior largura e menor profundidade, que é um requisito essencial para a verticalização. Além disso há o destaque para o urbanista Alfred Agache com o Plano de remodelação, extensão e embelezamento, editado em 1928, que reforçou a tendência à verticalização do centro da cidade.

Conforme Ficher (1994), o processo de verticalização urbana foi viabilizado pelo equacionamento de problemáticas técnicas construtivas, “[...] em especial aqueles referentes ao cálculo estrutural, à execução de fundações [...]”, bem como, inovações de “[...] materiais de construções de alta resistência e baixo preço, como o aço dos EUA e o concreto armado no caso do Brasil.”

O avanço relacionado a utilização do concreto armado no Brasil para a construção de edificações, segundo Ficher (1994) está diretamente relacionada aos laboratórios das escolas de engenharias, que foram responsáveis pelo desenvolvimento de soluções e técnicas inéditas, além da formação de especialistas. Sem a ajuda das escolas de engenharia o crescimento urbano, dado as soluções de engenharia seriam dificultados.

Casari & Fresca (2007) dizem ainda que os primeiros edifícios tinham a característica de reproduzir as plantas de residências isoladas, com corredores, salas, copas, quartos e cozinhas amplas, varandas e áreas de serviços, tentando oferecer aos moradores uma proximidade do seu ambiente de origem. Com o passar dos anos este pensamento mudou para apartamentos cada vez menores.

Olhando para a década de 1980, Casari & Fresca (2007) ressaltam a grande importância dos acontecimentos políticos que visavam a instauração de Planos de Estabilização Econômica o que refletiu na verticalização de outras grandes cidades brasileiras, como por exemplo, Porto Alegre (RS), Florianópolis (SC), Natal (RN), Londrina (PR), Uberlândia (MG), Belém (PA).

### 2.3. PECULIARIDADES E PARTICULARIDADES DAS OBRAS DE EDIFICAÇÕES

Algumas peculiaridades da construção que dificultam a utilização de conceitos e ferramentas da qualidade aplicados na indústria podem ser descritas como (SOUZA & MEKBEKIAN, 1996):

- a) A construção é uma indústria nômade;
- b) Cria produtos únicos e não em série;
- c) Não é possível aplicar a produção em cadeia, mas sim centralizada (operários móveis em torno de um produto fixo);
- d) É uma indústria muito tradicional, com grande inércia ao que se refere às mudanças;

- e) Utiliza mão de obra intensiva e pouco qualificada com baixa motivação pelo trabalho;
- f) Normalmente realiza trabalhos sob intempéries;
- g) O produto muitas vezes é único na vida do usuário;
- h) São empregadas especificações complexas, muitas vezes contraditórias e confusas;
- i) As responsabilidades são dispersas e pouco definidas;
- j) O grau de precisão com que se trabalha é muitas vezes menor que em outras indústrias.

Particularmente do ponto de vista das obras de edificações essas peculiaridades da indústria da construção civil são potencializadas por outros aspectos que acarretam maiores dificuldades para os profissionais envolvidos na construção. Pode-se dizer que a execução de uma obra de edificação requer do engenheiro civil conhecimentos específicos neste tipo de obra, fazendo com que profissionais experientes em outros segmentos da construção civil tenham dificuldades para gerenciar, executar e fiscalizar. Estes aspectos, via de regra se manifestam de forma mais ou menos intensa, na quase totalidade das obras de edificações, e acarretam dentre outras as seguintes dificuldades:

a) Diversidade de materiais de construção principalmente para acabamento requerendo habilidade executiva para aplicação e cuidados especiais para armazenamento e manuseio;

b) Multiplicidade de detalhes executivos nem sempre adequadamente detalhados nos projetos, promovendo dificuldades de interpretação e execução no campo, gerando alterações executivas que muitas das vezes causam patologias nas edificações;

c) Grande quantidade de projetos em função das várias disciplinas necessárias para a consecução de uma edificação. Estes projetos normalmente são desenvolvidos por muitos projetistas intervenientes dificultando a coordenação e compatibilização dos projetos, aumentando o grau de dificuldade executiva e de fiscalização das obras nas várias etapas executivas;

d) Grande quantidade de revisões de projeto executivo numa mesma disciplina após o início das obras, gerando dificuldade no controle e distribuição de vias do projeto, promovendo por vezes a utilização de vias obsoletas e problemas na consecução da obra;

e) Muitos intervenientes no processo construtivo, normalmente pessoal terceirizado, que entram e saem da obra sem criar um vínculo de equipe e conseqüentemente comprometimento coma qualidade da obra. Esses intervenientes processam muitas alterações no projeto para facilitar a execução de suas atividades e via de regra não pedem aprovação e nem reportam as alterações efetuadas, impedindo a geração de projetos *as built*.

f) As etapas construtivas promovem muitos eventos críticos que dificultam o planejamento operacional. Muitas atividades impedem o início de outras fazendo com que pequenos atrasos promovam grande complexidade no replanejamento de tarefas e no cronograma geral da obra;

g) Uso ou não de mão de obra terceirizada com baixa qualificação profissional independente do grau de complexidade da atividade e etapa da obra a ser executada. Essa peculiaridade gera anomalias ao longo da obra, muitas vezes não detectadas pela fiscalização em função das várias frentes de trabalho simultâneas e do subdimensionamento da própria equipe de fiscalização.

Além destes fatores, Souza & Mekbekian (1996) ressaltam que a cadeia de produção da construção civil é heterogênea e complicada, com vários agentes intervenientes e de produtos parciais que são gerados ao longo da construção que modificam e agregam diferentes níveis de qualidade ao produto final.

Deve-se lembrar ainda, que em cada local de construção existem suas peculiaridades e particularidades que interferem no grau de complexidade dos projetos executivos e conseqüentemente na maior dificuldade para execução e fiscalização de uma obra de edificação como, por exemplo, “(...) normas de zoneamento, que governam os tipos de atividades que podem ocorrer em uma dada área de terra, em que extensão o terreno pode ser coberto por edificações, quão distantes as edificações estar das divisas adjacentes, quantas vagas de estacionamento devem ser proporcionadas, os índices máximos de área construída e quão alta a edificação poderá ser.” (ALLEN & IANO, 2009) Códigos de obras e edificações que definem e protegem a saúde e segurança pública, pelo estabelecimento de padrões mínimos de qualidade da construção, tais como: “integridade estrutural, durabilidade, habitabilidade, acessibilidade e, especialmente, segurança contra incêndio.” (ALLEN & IANO, 2009)

## 2.4. TÉCNICAS CONTRUTIVAS

Entende-se por técnica construtiva a parte da engenharia que estuda as etapas de execução das obras com suas diversas alternativas, esclarecendo quais as mais adequadas dependendo das condições da obra.

Executar uma edificação compreende diversas etapas, conforme ilustra a Figura 1, e cada uma destas se desenvolve sob a realização de serviços. É recomendado que a implantação da gestão da qualidade na execução de serviços seja feita de maneira progressiva até abranger todos os serviços que compõem uma obra. Deste modo, toda empresa, de acordo com sua realidade, deve dar prioridade aos serviços mais críticos, considerando as necessidades de seus clientes, além de custos, segurança, arquitetura, marketing e outros aspectos de relevância semelhante. (SOUZA & MEKBEKIAN, 1996)

Todos os procedimentos, ilustrados na Figura 1, devem ser bem sucintos, claros e objetivos abordando principalmente as características selecionadas como as mais importantes para a execução e controle do serviço e para o desempenho do produto edificado após a entrega da obra para o cliente.

<b>PRODUÇÃO DE OBRAS DE EDIFICAÇÃO</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Locação da obra</li><li>• Fundações</li><li>• Estruturas</li><li>• Alvenaria de vedação</li><li>• Instalações hidráulicas</li><li>• Instalações elétricas</li><li>• Impermeabilização</li><li>• Esquadrias</li><li>• Revestimentos internos</li><li>• Revestimentos externos</li><li>• Pintura</li><li>• Forros</li><li>• Coberturas</li><li>• Limpeza</li></ul>

Figura 1: Etapas para a produção de obra de edificação. Fonte: Souza & Mekbekian, 1996

A construção civil possui características próprias, citadas no item 2.3, que dificultam o uso prático das teorias modernas da qualidade. Desta forma, este setor requer uma adaptação específica dessas teorias, devido à complexidade do seu processo de produção. (SOUZA & MEKBEKIAN, 1996)

Sobre as técnicas construtivas, este trabalho apresenta algumas das execuções mais comuns utilizadas em obras de edificações:

### **2.4.1. Locação de Obra**

Trata-se da etapa inicial da obra, na qual são desenvolvidos, segundo Souza & Mekbekian (1996):

#### **2.4.1.1. Limpeza do Terreno**

- a) O terreno deve ser limpo e arrasado até as cotas corretas de execução das fundações.
- b) Remover árvores, arbustos, construções antigas. Pode ser feita manualmente com utilização de ferramentas ou em função das características do terreno com equipamentos motorizados e mais complexos, geralmente utilizando terceirização do serviço.
- c) Caso haja necessidade, pode haver ainda a movimentação de terra, com execução de cortes e aterros para que o terreno fique com as condições propícias para a execução da locação da obra.

#### **2.4.1.2. Levantamento Topográfico e Gabarito**

- a) Definir a referência de nível (RN) da obra e a referência pela qual será feita a locação da obra, que pode ser uma lateral alinhada do terreno ou um ponto locado por topografia. Para tomar a decisão, é aconselhável confrontar sempre o levantamento planialtimétrico com o projeto de locação e as divisas do terreno, de modo a escolher a melhor referência.
- b) O topógrafo deve ser solicitado para realizar a conferência de eixos e divisas da obra. Após esta conferência, executar a verificação das distâncias entre os eixos e divisas.

- c) Depois de definir a referência para a locação e realizadas as conferências no terreno, a execução do gabarito é feita por um polígono de lados ortogonais que circunscreve a edificação a ser locada. Além de garantir o esquadro, seus lados devem ser alinhados e nivelados. Caso o terreno apresente um caimento elevado, o gabarito deve ser feito em degraus, acompanhando a configuração em planta, sempre em perfeito nível esquadro e alinhamento.



Figura 2: Configuração final do gabarito. Fonte: Souza & Mekbekian, 1996

- d) A partir da referência escolhida no terreno, deve-se marcar uma das faces do gabarito com uma linha de náilon, obedecendo a uma distância de pelo menos 1,5 m da face da edificação. As outras faces do gabarito podem ser marcadas a partir desta face e do projeto de locação. O gabarito deve ser materializado com a fixação de pontaletes aprumados e fixados ao solo, faceando sempre o mesmo lado da linha de náilon, e espaçados, no máximo, de 2 m um do outro. Na face interna dos pontaletes, devem ser pregadas tábuas também niveladas, formando a chamada “tabeira”.
- e) Marcar os eixos do gabarito, e com base na planta de locação identificar os locais dos elementos estruturais, estes devem ser marcados com riscos à lápis nas laterais do gabarito, para que se possa esticar arames nivelados entre os pontos marcados e o local de cruzamento dos arames se encontrará o elemento estrutural, e este deve ser marcado no terreno. Em elementos estruturais circulares, deve-se descer um prumo pelo centro do elemento. Em elementos estruturais

não circulares, descer um prumo em cada lateral para definição da posição das faces.

Itens críticos da execução da locação da obra: preparação do terreno com limpeza, conferência da referência de nível, transferência das cotas da RN para o terreno, locação do gabarito e marcação no gabarito das fundações e estruturas, mantendo alinhamento, nível e esquadro.

## **2.4.2. Fundações**

Há uma grande variedade de tipos de fundações utilizadas na construção de edificações. Para a seleção do tipo que apresente melhor custo benefício é considerado inicialmente a capacidade de carga que o terreno suporta dada uma carga projetada. Para tanto, é utilizado o resultado da sondagem geotécnica desenvolvida normalmente por empresa terceirizada. Outro fator importante que pesa na escolha do tipo de fundação é a situação do terreno e da região em que está localizado. Muitas vezes há construções vizinhas ou mesmo diferenças de níveis em relação aos demais terrenos, fazendo com que haja restrição a processos que utilizem escavação ou percussão para cravação de estacas por exemplo.

Neste trabalho optou-se em fazer uma abordagem dos tipos de fundação: sapata, estacas raiz e estacas de concreto, por serem os mais utilizados em obras correntes de edificações.

### **2.4.2.1. Sapatas**

As sapatas são fundações superficiais e consistem de elementos tridimensionais cuja função é a de transferir ao terreno as cargas decorrentes da estrutura transmitidas pelos pilares, Conforme Alva (2007) "a área da base das sapatas é projetada em função da tensão de compressão admissível do solo determinada através de investigação geotécnica."

Segundo SINAPI (2017), o método de execução de fôrmas é descrito:

#### **2.4.2.1.1. Fôrmas**

- a) A partir dos projetos de fabricação de fôrmas, conferir as medidas e realizar o corte das chapas compensadas e peças de madeira não

aparelhada; em obediência ao projeto, observar perfeita marcação das posições dos cortes, utilizando trena metálica calibrada, esquadro de braços longos, transferidor mecânico ou marcador eletrônico de ângulo, etc.;

- b) Com os sarrafos e pontaletes, montar a grelha de suporte da fôrma da sapata;
- c) Pregar a chapa compensada na grelha;
- d) Executar demais dispositivos de travamento do sistema de fôrmas, conforme projeto de fabricação.
- e) Fazer a marcação das faces para auxílio na montagem das fôrmas.
- f) Posicionar as quatro faces da sapata, conforme projeto, e pregá-las com prego de cabeça dupla.
- g) Escorar as laterais com sarrafos apoiados ao terreno.
- h) Fixar estrutura de delimitação da altura e abertura do tronco de pirâmide.

De acordo com SINAPI (2017), o método de execução de armaduras é enunciado:

#### 2.4.2.1.2. Armadura

- a) Com as barras já cortadas e dobradas, executar a montagem da armadura, fixando as diversas partes com arame recozido, respeitando o projeto estrutural;
- b) Dispor os espaçadores plásticos com afastamento de no máximo 50cm e amarrá-los à armadura de forma a garantir o cobrimento mínimo indicado em projeto;
- c) Após a execução do lastro, posicionar a armadura na fôrma ou cava e fixá-la de modo que não apresente risco de deslocamento durante a concretagem.

Para SINAPI (2017), o método de execução de concretagem de sapatas é descrito:

#### 2.4.2.1.3. Concretagem

- a) Antes do lançamento do concreto, assegurar-se que as armaduras atendem a todas as disposições do projeto estrutural;

- b) Assegurar-se da correta montagem das fôrmas (geometria dos elementos, nivelamento, estanqueidade) e do cimbramento;
- c) Após verificação da trabalhabilidade (abatimento / “slump”) e moldagem dos corpos de prova para controle da resistência à compressão, lançar o material com a utilização de jericas e adensá-lo com uso de vibrador de imersão, de forma a que toda a armadura seja adequadamente envolvida na massa de concreto;
- d) Realizar o acabamento das sapatas com uso de desempenadeira, garantindo a inclinação das faces definidas em projeto e uma superfície uniforme.

Itens críticos da execução de sapatas: montagem de fôrmas e armaduras, preparação e lançamento do concreto.

#### 2.4.2.2. Estaca Raiz

As estacas são consideradas fundações profundas, a estaca raiz de acordo com Marangon (2009) é um tipo de estaca feita “in loco”, com diâmetro variando de 80 a 410 mm e que apresenta elevada tensão de trabalho ao longo do fuste que é constituído de argamassa, areia e cimento e é inteiramente armada ao longo de todo o seu comprimento.

Segundo SINAPI (2017), o método de execução para estaca raiz é descrito:

- a) Perfuração do solo auxiliada por circulação de água e inserção de tubos metálicos rosqueáveis de modo rotativo;
- b) Acoplar o compressor de ar de alta pressão e executar a perfuração da rocha por processo roto-percussivo;
- c) Após atingir a cota de projeto, injetar golpes de água dentro da estaca, sem avançar a perfuração, para promover a limpeza interna do tubo;
- d) Instalação da armadura com auxílio do guincho auxiliar da própria perfuratriz;
- e) Introdução do tubo de injeção até o final da perfuração e injetar a argamassa de baixo para cima, até que extravase pela boca do tubo de revestimento, garantindo que a água ou lama de perfuração seja substituída pela argamassa;

- f) Completado o preenchimento da argamassa, é rosqueado na extremidade superior do revestimento um tampão metálico ligado a um compressor para permitir aplicar golpes de ar com baixa pressão durante a extração do revestimento (1 a 3 golpes por estaca);
- g) À medida que os tubos são extraídos, injetar mais argamassa.

Itens críticos da execução de estaca raiz: perfuração do solo até a cota especificada em projeto, instalação da armadura e injeção da argamassa.

### 2.4.2.3. Estacas de Concreto

As estacas são consideradas fundações profundas, a estaca pré-moldada é citada por Saves (2011) é um tipo de estaca pré fabricada, ou até mesmo pré moldadas “in loco”, são segmentos de concreto armado ou protendido com seção que pode ser quadrada, circular tanto vazadas como de seção cheia e possui execução por cravação no solo com auxílio de um bate estacas.

Para a execução de estacas pré-moldadas em concreto de acordo com Ambrozewicz (2003) deve-se:

- a) Fazer a locação da estaca a ser cravada de acordo com o projeto e providenciar deslocamento do bate-estacas (com peso adequado à seção da estaca a ser cravada) até o local de cravação.
- b) Posicionar o bate-estacas no local da cravação e aprumar a torre.
- c) Colocar um coxim de madeira no local de contato entre o martelo hidráulico e a estaca para a absorção do impacto.
- d) Içar a estaca até a torre colocando-a na posição a ser cravada.
- e) Acoplar o conjunto martelo-capacete na cabeça da estaca.
- f) Proceder ao início da cravação lançando os seguintes dados no equipamento de monitoramento eletrônico da cravação ou processo similar localizado dentro da cabine do bate-estaca: número da estaca, comprimento, peso do martelo e seção da estaca.
- g) Fazer o controle da cravação das estacas pelas negas e repiques, colocando o papel de “controle de cravação” na estaca.

- h) Realizar controle de pressão do martelo no manômetro de pressão no sistema da cabine.
- i) Controlar o número de golpes a cada 0,5 m e cravar a estaca até obter a nega previstas.
- j) Repetir o mesmo processo em todas as estacas.
- k) Arrasar a estaca para que fique de acordo com o previsto em projeto.
- l) Caso a cota de arrasamento esteja abaixo da cota do plano de cravação, pode-se utilizar um complemento adicional denominado suplemento.

Itens críticos da execução de estaca de concreto: fabricação da estaca pré-moldada, transporte, manuseio e armazenamento das estacas, locação da estaca, cravação com controle do repique e nega e arrasamento.

### **2.4.3. Estruturas**

Os elementos estruturais de obras de edificações comumente utilizados, são chamados de pilares, lajes e vigas. De acordo com Souza & Rodrigues (2008), as vigas são estruturas lineares, podendo estar dispostas horizontalmente ou inclinadas, com um ou mais apoios (móvel ou fixo), engastes, etc., de tal forma a garantir que a estrutura seja no mínimo isostática. Souza & Rodrigues (2008) diz ainda que pilares são basicamente elementos estruturais retos com eixo quase sempre disposto verticalmente, onde os esforços predominantes são forças normais de compressão. Para Souza & Rodrigues (2008) lajes são elementos estruturais em placas de concreto armado, normalmente horizontais e, nas estruturas de edifícios, responsáveis por receber as ações verticais permanentes ou acidentais, atuantes nos pavimentos e das coberturas.

Estruturas de obras de edificações se remetem aos elementos estruturais, de concreto armado, mais conhecidos e executados: pilares, lajes e vigas. Estes são comumente executados e de acordo com SINAPI (2017) possuem as seguintes etapas:

#### **2.4.3.1. Execução de pilar**

##### **2.4.3.1.1. Fôrmas**

- a) A partir dos projetos de fabricação de fôrmas, conferir as medidas e realizar o corte das chapas compensadas e peças de madeira não aparelhada; em obediência ao projeto, observar perfeita marcação das

posições dos cortes, utilizando trena metálica calibrada, esquadro de braços longos, transferidor mecânico ou marcador eletrônico de ângulo, etc.;

- b) Com os sarrafos e pontaletes, montar a grelha de suporte da fôrma do pilar;
- c) Pregar a chapa compensada na grelha;
- d) Executar demais dispositivos de travamento do sistema de fôrmas, conforme projeto de fabricação;
- e) Fazer a marcação das faces para auxílio na montagem das fôrmas.

#### 2.4.3.1.2. Armadura

- a) Com as barras já cortadas e dobradas, executar a montagem da armadura, fixando as diversas partes com arame recozido, respeitando o projeto estrutural;
- b) Dispor os espaçadores plásticos com afastamento de no máximo 50cm e amarrá-los à armadura de forma a garantir o cobrimento mínimo indicado em projeto;
- c) Posicionar a armadura na fôrma e fixá-la de modo que não apresente risco de deslocamento durante a concretagem.

#### 2.4.3.1.3. Concretagem

- a) Antes do lançamento do concreto, assegurar-se que as armaduras atendem a todas as disposições do projeto estrutural e que todos os embutidos foram adequadamente instalados nas fôrmas (gabaritos para introdução de furos nas vigas e lajes, eletrodutos, caixas de elétrica e outros);
- b) Assegurar-se da correta montagem das fôrmas (geometria dos elementos, nivelamento, estanqueidade, etc.) e do cimbramento, e verificar a condição de estanqueidade das fôrmas, de maneira a evitar a fuga de pasta de cimento;
- c) Verificar se a resistência característica e/ou o traço declarado corresponde ao pedido de compra, se o concreto está com a trabalhabilidade especificada e se não foi ultrapassado o tempo de início de pega do concreto (tempo decorrido desde a saída da usina até a chegada na obra) – verificações com base na Nota Fiscal / documento de entrega;

- d) Após a verificação da trabalhabilidade (abatimento / “slump”) e moldagem de corpos de prova para controle da resistência à compressão do concreto, lançar o material com a utilização de baldes e funil e adensá-lo com uso de vibrador de imersão, de forma a que toda a armadura e os componentes embutidos sejam adequadamente envolvidos na massa de concreto;
- e) Adensar o concreto de forma homogênea, a fim de não se formarem ninhos, evitando-se vibrações em excesso que venham a causar exsudação da pasta / segregação do material;
- f) Conferir o prumo dos pilares ao final da execução.

## 2.4.3.2. Execução de Laje

### 2.4.3.2.1. Fôrmas

- a) Posicionar as escoras de madeira, as longarinas e as travessas conforme projeto de fôrmas;
- b) Distribuir as tábuas do assoalho sobre as longarinas, prevendo as faixas de escoramento residual;
- c) Conferir o nível do assoalho fazendo os ajustes por meio de cunhas nas escoras;
- d) Sobre a superfície limpa, aplicar desmoldante com broxa ou spray em toda a face exposta da fôrma;
- e) Promover a retirada das fôrmas somente quando o concreto atingir resistência suficiente para suportar as cargas.

### 2.4.3.2.2. Armadura

- a) Com as barras já cortadas e dobradas, executar a montagem da armadura, fixando as diversas partes com arame recozido, respeitando o projeto estrutural;
- b) Dispor os espaçadores plásticos com afastamento de no máximo 50cm e amarrá-los à armadura de forma a garantir o cobrimento mínimo indicado em projeto;
- c) Posicionar a armadura na fôrma e fixá-la de modo que não apresente risco de deslocamento durante a concretagem.

#### 2.4.3.2.3. Concretagem

- a) Antes do lançamento do concreto, assegurar-se que as armaduras atendem a todas as disposições do projeto estrutural e que todos os embutidos foram adequadamente instalados nas fôrmas (gabaritos para introdução de furos nas vigas e lajes, eletrodutos, caixas de elétrica e outros);
- b) Assegurar-se da correta montagem das fôrmas (geometria dos elementos, nivelamento, estanqueidade, etc.) e do cimbramento, e verificar a condição de estanqueidade das fôrmas, de maneira a evitar a fuga de pasta de cimento;
- c) Verificar se a resistência característica e/ou o traço declarado corresponde ao pedido de compra, se o concreto está com a trabalhabilidade especificada e se não foi ultrapassado o tempo de início de pega do concreto (tempo decorrido desde a saída da usina até a chegada na obra) – verificações com base na Nota Fiscal / documento de entrega;
- d) Após a verificação da trabalhabilidade (abatimento / “slump”) e moldagem de corpos de prova para controle da resistência à compressão do concreto, lançar o material com a utilização de bomba e adensá-lo com uso de vibrador de imersão, de forma a que toda a armadura e os componentes embutidos sejam adequadamente envolvidos na massa de concreto;
- e) Adensar o concreto de forma homogênea, a fim de não se formarem ninhos, evitando-se vibrações em excesso que venham a causar exsudação da pasta / segregação do material;
- f) Tomar os cuidados devidos para garantir a espessura e planicidade da laje;
- g) O acabamento final é feito com desempenadeiras de modo a se obter uma superfície uniforme;
- h) Enquanto a superfície não atingir endurecimento satisfatório, executar a cura com água potável.

#### 2.4.3.3. Execução de Viga

##### 2.4.3.3.1. Fôrmas

- a) Posicionar os fundos de vigas sobre a borda das fôrmas dos pilares, providenciando apoios intermediários com escoras em madeira, de acordo com o indicado no projeto;

- b) Fixar os encontros dos painéis de fundo das vigas nos pilares, cuidando para que não ocorram folgas (verificar prumo e nível);
- c) Fixar as laterais da fôrma da viga, utilizando-se pregos de cabeça dupla em cada gravata, para travar o conjunto e facilitar a desfôrma;
- d) Sobre a superfície limpa, aplicar desmoldante com broxa ou spray em toda a face interna da fôrma;
- e) Conferir posicionamento, rigidez, estanqueidade e nível da fôrma;
- f) Promover a retirada das fôrmas de acordo com os prazos indicados no projeto estrutural (laterais e fundo respectivamente) somente quando o concreto atingir resistência suficiente para suportar as cargas.

#### 2.4.3.3.2. Armadura

- a) Com as barras já cortadas e dobradas, executar a montagem da armadura, fixando as diversas partes com arame recozido, respeitando o projeto estrutural;
- b) Dispor os espaçadores plásticos com afastamento de no máximo 50cm e amarrá-los à armadura de forma a garantir o cobrimento mínimo indicado em projeto;
- c) Posicionar a armadura na fôrma e fixá-la de modo que não apresente risco de deslocamento durante a concretagem.

#### 2.4.3.3.3. Concretagem

- a) Antes do lançamento do concreto, assegurar-se que as armaduras atendem a todas as disposições do projeto estrutural e que todos os embutidos foram adequadamente instalados nas fôrmas (gabaritos para introdução de furos nas vigas e lajes, eletrodutos, caixas de elétrica e outros);
- b) Assegurar-se da correta montagem das fôrmas (geometria dos elementos, nivelamento, estanqueidade, etc.) e do cimbramento, e verificar a condição de estanqueidade das fôrmas, de maneira a evitar a fuga de pasta de cimento;
- c) Verificar se a resistência característica e/ou o traço declarado corresponde ao pedido de compra, se o concreto está com a trabalhabilidade especificada e se não foi ultrapassado o tempo de início de pega do

concreto (tempo decorrido desde a saída da usina até a chegada na obra) – verificações com base na Nota Fiscal / documento de entrega;

- d) Após a verificação da trabalhabilidade (abatimento / “slump”) e moldagem de corpos de prova para controle da resistência à compressão do concreto, lançar o material com a utilização de bomba e adensá-lo com uso de vibrador de imersão, de forma a que toda a armadura e os componentes embutidos sejam adequadamente envolvidos na massa de concreto;
- e) Adensar o concreto de forma homogênea, a fim de não se formarem ninhos, evitando-se vibrações em excesso que venham a causar exsudação da pasta / segregação do material;
- f) Tomar os cuidados devidos para garantir a espessura e planicidade da laje;
- g) O acabamento final é feito com desempenadeiras de modo a se obter uma superfície uniforme;
- h) Enquanto a superfície não atingir endurecimento satisfatório, executar a cura com água potável.

Itens críticos da execução das estruturas: fabricação, montagem e desmontagem das fôrmas, cortes, dobras e montagens das armaduras de acordo com projeto, preparação, transporte, lançamento, adensamento e cura do concreto.

#### **2.4.4. Alvenaria de Vedação**

De acordo com Thomaz et al. (2009), alvenarias de vedação são aquelas destinadas a compartimentar espaços, preenchendo os vãos de estruturas. Assim sendo, devem suportar tão somente o peso próprio e cargas de utilização. Devem apresentar resistência adequada às cargas laterais e dinâmicas, advindas, por exemplo, da atuação do vento, impactos acidentais, etc.

Os procedimentos para a execução de alvenaria de vedação, em obras de edificações, em blocos cerâmicos ou de concreto, de forma a racionalizar o serviço e obter maior produtividade sem a ocorrência de desperdício ou retrabalho.

### 2.4.4.1. Elevação da Alvenaria

Os procedimentos de execução para marcação e elevação da alvenaria são descritos por Ambrozewicz (2003) do seguinte modo:

- a) Fazer a limpeza do piso (remoção de pregos da estrutura, aços de amarração dos pilares e vigas, poeiras e materiais soltos).
- b) Identificar os eixos do edifício, conforme projeto.
- c) Transferir as cotas de nível para o pilar com a mangueira de nível.
- d) Abastecer o pavimento e os locais onde serão executadas as alvenarias com a quantidade e os tipos de blocos necessários a execução do serviço.
- e) Aplicar argamassa no pilar com a utilização de uma desempenadeira.
- f) Marcar no pilar os lugares de fixação das telas.
- g) Fixar as telas galvanizadas no pilar.
- h) Após fixar as telas, fazer a remoção de poeira e jogar água na fiada de marcação.
- i) Para a marcação da primeira fiada utilizar argamassa de cimento com traço adequado para poder ajustar a espessura das juntas do prumo e do nível.
- j) Assentar os blocos de extremidade e averiguar a planicidade e o nivelamento da alvenaria.
- k) Esticar duas linhas de náilon na posição definida para a parede, servindo de referência para alinhamento e nível da fiada de marcação, quando necessário.
- l) Assentar os blocos intermediários entre os de extremidade, verificando a aplicação da argamassa nas duas laterais dos blocos, quando especificado em projeto.
- m) Verificar a planicidade da alvenaria e o nivelamento da fiada de marcação com auxílio de uma régua metálica com nível de bolha acoplado.
- n) Distribuir e assentar os blocos conforme o projeto de alvenaria, amarrando-os com o pilar através da tela galvanizada.
- o) No caso de alvenarias junto a pilares, a espessura da argamassa deve ser conferida por intermédio de uma régua de alumínio conhecida como escantilhão.

- p) O restante dos blocos deve ser assentado com argamassa de cimento e areia na consistência adequada.
- q) Os vão para colocação das portas deverão possuir folga compatível com o projeto.
- r) Para as contravergas são utilizados os blocos-canaletas, que são enchidos de concreto na altura do peitoril.
- s) As vergas e contravergas podem ser também pré-moldadas em uma central de produção e depois assentadas sobre alvenaria.
- t) Depois do levantamento da alvenaria, limpar as juntas de argamassa com a utilização de uma esponja umedecida.
- u) Os blocos nos quais serão fixadas as caixas de passagens de elétrica deverão ser cortados com serra circular manual, em uma central de produção antes do assentamento.

#### 2.4.4.2. Fixação da Alvenaria

A execução da fixação da alvenaria segundo Souza & Mekbekian (1996) diz que:

- a) Se recomenda que a alvenaria seja fixada com bisnaga, empregando-se a argamassa com o mesmo traço utilizado na fase de elevação (no caso de elevação com uso de bisnaga). Observe-se que não se trata de Encunhamento, pois este se refere a fixação com tijolos maciços inclinados ou argamassa expansiva.
- b) A espessura do vão para a fixação deve ser de 1,5 cm a 3,5 cm. A execução da fixação deve ser retardada ao máximo, iniciando-se o serviço pela alvenaria dos pavimentos superiores em direção aos inferiores. A condição ideal é que a estrutura e a fase de elevação estejam completamente terminadas.
- c) Em paredes internas, deve-se garantir o total preenchimento da largura do bloco. Em paredes externas, preencher dois terços da largura do bloco pelo lado interno da parede e o espaço restante pelo lado externo durante o chapiscamento da fachada.

Itens críticos da execução de alvenaria de vedação: preparação das superfícies que iram receber os blocos, marcação em conformidade com o projeto, nível, esquadro e prumo da alvenaria, preparação e aplicação da argamassa, assentamento dos blocos, vergas e contravergas, preparação dos blocos para passagem de instalações e execução da fixação da alvenaria na estrutura da edificação, aperto das alvenarias.

### **2.4.5. Instalações Hidráulicas**

Segundo Souza (2009), as instalações hidráulicas correspondem ao conjunto de tubulações, conexões e acessórios que permitem levar água da rede pública até os pontos de consumo ou utilização dentro da edificação.

Instalações hidráulicas de edificações de acordo com Ambrozewicz (2003) são descritos por:

#### **2.4.5.1. Água Fria**

- a) Fazer primeiro a colocação de todas as prumadas de água fria em local definido em projeto.
- b) Riscar a parede nos locais onde passarão os ramais de água conforme projeto.
- c) Fazer o corte da parede onde serão instalados os ramais de água.
- d) Fazer preparação das conexões com fita veda rosca no caso de conexões rosqueáveis.
- e) Rosquear as conexões aos registros para posterior montagem com as tubulações.
- f) Fazer a colocação dos plugs nas conexões terminais para evitar que entre algum tipo de material e venham a entupir.
- g) Medir e serrar as tubulações de acordo com as medidas de projeto.
- h) Iniciar a montagem dos ramais, ligando-os com a prumada.
- i) As tubulações deverão ser lixadas, limpas com água e coladas com um adesivo plástico.
- j) Devem-se conectar todos os pontos de tubulações, registros e conexões de acordo com o projeto.

- k) As posições dos pontos de abastecimento de água, registros e tubulações deverão ser instaladas prevendo o revestimento e o acabamento da parede.

#### 2.4.5.2. Água Quente

- a) Em uma bancada instalar todas as tubulações, conexões e registros-padrão conforme projeto.
- b) Medir e cortar as tubulações de cobre com trena e cortador diamantado, conforme projeto.
- c) Lixar a tubulação no local do corte para retirar as rebarbas.
- d) Usar uma escova de fio para limpar a conexão e a ponta do tubo.
- e) Aplicar pasta de solda na ponta do tubo e na conexão, de modo que a parte a ser soldada fique completamente coberta pela pasta.
- f) Encaixar a conexão na tubulação e aplicar chama para aquecer o tubo e a conexão, até que a solda derreta quando colocada na união da tubulação com conexão.
- g) Enrolar o “fio encanador” na rosca de registro e conexões.
- h) Aplicar zarcão nas roscas de conexão e rosquear os registros, apertando-os com chave de grifo.
- i) Envolver as tubulações nas espumas isolantes térmicas e coloca-las nos cortes da parede.
- j) Fazer as instalações das tubulações até ligá-las ao aquecedor.

#### 2.4.5.3. Esgoto

- a) Instalar as prumadas da rede de esgoto de acordo com o projeto.
- b) Conectar as tubulações, lubrificando-as para melhor encaixe.
- c) Instalar os ramais aéreos de esgoto, obedecendo o espaçamento necessário previsto em projeto.
- d) Amarrar o ramal de esgoto à laje com fita metálica perfurada.
- e) As pontas das tubulações deverão ser tampadas para evitar que entre algum tipo de material e venham a entupir.

Itens críticos da execução de instalações hidráulicas: prumadas, colocação e instalação das tubulações segundo o projeto, montagem de conexões e registros, posição de pontos de consumo, estanqueidade.

#### **2.4.6. Instalações Elétricas**

De acordo com Gomes (2011), é a instalação, com todos os seus detalhes, localização dos pontos de utilização de energia elétrica, comandos, trajetos e instalação dos condutores em divisão de circuitos, permitindo a chegada de energia para a edificação.

Para o processo de execução de instalações elétricas em obras de edificações, Ambrozewicz (2003) descreve a metodologia para instalação em lajes e paredes da seguinte forma:

- a) Fixar as caixas de passagem sob a fôrma com prego nos locais de acordo com o projeto.
- b) Distribuir as tubulações na laje de acordo com o projeto.
- c) A ponta das tubulações deverá der travada dentro das caixas de passagem para evitar que escapem durante a concretagem.
- d) Todas as tubulações deverão ser presas à fôrma da laje através de arame para evitar que fiquem flutuando durante a concretagem.
- e) As caixas de passagem devem ser preenchidas com serragem molhada para evitar que fiquem cheias de concreto.
- f) Prever aberturas na laje para prumadas de tubulações elétricas.
- g) Nas descidas dos quadros elétricos, onde se concentram tubulações de prumada, deverá ser prevista uma abertura na laje.
- h) Marcar pontos de tomadas e interruptores e outros que estejam definidos em projeto.
- i) Fazer corte na parede para instalação da tubulação.
- j) Para fixação das caixas de passagem, prever a espessura do revestimento que será utilizado na parede, e mantê-las niveladas entre si.
- k) Após chumbamento das caixas de passagem, proceder à colocação da tubulação, fixando-a com argamassa.

- l) As caixas de passagem devem ser preenchidas com serragem molhada para evitar que fique, cheias de argamassa de reboco.
- m) Fazer a limpeza em todas as caixas de passagem, retirando a serragem colocada anteriormente.
- n) Passar a fiação conforme definida em projeto, com o auxílio de um fio guia.

Itens críticos da execução de instalações elétricas: fixação das caixas de passagem e tubulações na laje e nas paredes, passagem de fiação segundo projeto e montagem de quadros elétricos e circuitos, verificação de carga.

### **2.4.7. Impermeabilização**

De acordo com a ABNT (2010), a impermeabilização é o conjunto de operações e técnicas construtivas (serviços), composto por uma ou mais camadas, que tem por finalidade proteger as construções contra a ação deletéria de fluidos, de vapores e da umidade.

No processo de impermeabilização em obras de edificações, mais comumente se utilizam da execução de manta asfáltica e emulsão asfáltica. Ambrozewicz (2003) sugere para a execução destes serviços de impermeabilização:

#### **2.4.7.1. Manta Asfáltica**

- a) Conferir a execução de cantos arredondados nos encontros de piso e parede.
- b) Limpar o local retirando restos de agregados ou outros materiais que dificultem a aderência da impermeabilização.
- c) Fazer a aplicação de primer com auxílio de um rolo de lã na superfície que vai receber a manta asfáltica.
- d) Medir e cortar a manta asfáltica de acordo com o necessário.
- e) Vinte e quatro horas após a aplicação do primer, aplicar a manta asfáltica, esquentando-a com maçarico sob superfície desejada.
- f) Verificar se a manta está na altura mínima especificada do piso acabado.

- g) Nos casos de sobreposição (emenda), fazer uma sobreposição de medida conforme orientação do fabricante, entre mantas, arredondando o encontro de piso e parede.
- h) Realizar o teste de estanqueidade para a certificação da impermeabilização, lembrando de fechar as aberturas dos ralos, criando uma lâmina d'água sob a superfície da manta, e aguardar o tempo previamente estabelecido.

Itens críticos da execução da manta asfáltica: cobertura total superficial na aplicação do primer, aplicação (emenda e solidarização) da manta asfáltica com maçarico, execução de emendas na manta, proteção provisória da impermeabilização, o teste de estanqueidade e proteção mecânica.

#### 2.4.7.2. Emulsão Asfáltica

- a) Limpar o local retirando restos de agregados ou outros materiais que dificultem a aderência da impermeabilização.
- b) Preparar a massa betuminosa, misturando-a com água, segundo as orientações do fabricante.
- c) Aplicar a emulsão em toda a superfície com uma trincha, observando o número de demãos indicado pelo fabricante.
- d) Nos ralos e em toda a extensão de impermeabilização, na demão intermediária, utilizar emulsão asfáltica reforçada com véu de poliéster.
- e) Após a secagem da última demão é realizado o teste de estanqueidade para a certificação da impermeabilização; fechar as aberturas dos ralos colocando água e aguardar o tempo previamente determinado.

Itens críticos da execução de emulsão asfáltica: preparo da massa betuminosa, aplicação da emulsão com o número de demãos especificado, execução de emulsão nos ralos com véu de poliéster e o teste de estanqueidade.

#### 2.4.8. Esquadrias

Segundo CBIC (2017), esquadrias é o nome utilizado para os componentes formados por perfis utilizados nas edificações. É a denominação para janelas, portas e

fachadas-cortina servindo para designar em projeto de edificações os vãos presentes na alvenaria de vedação.

Na execução de esquadrias nas obras de edificações são comumente utilizados materiais de madeira e metálicos, estes serão citados com seus métodos executivos neste trabalho, segundo Ambrozewicz (2003), que direciona os processos de execução da seguinte maneira:

#### 2.4.8.1. Caixilho e Porta de Madeira e Metálica

- a) Certificar o caixilho que será utilizado através da largura da parede e pela abertura de vão simplificado em projeto.
- b) Montar o caixilho, conferindo seu esquadro, de acordo com o tamanho do vão, descontando-se as folgas.
- c) Posicionar o caixilho no vão apoiando suas pernas sobre uma peça cerâmica (por exemplo) para o desconto da espessura do piso. Manter a folga entre o caixilho e a parede, igualmente espaçados em todos os lados.
- d) Fazer uma fixação provisória com uma cunha de madeira conferindo o prumo e as dimensões nas extremidades e no centro do vão.
- e) Preencher os vãos com espuma de poliuretano em toda a extensão e largura para a fixação e vedação do caixilho.
- f) Após seco o poliuretano, assentado o piso e após revestida a parede procede-se à colocação da porta, verificando seu encaixe, ajustando possíveis imperfeições com uma plaina.
- g) Com auxílio de um formão, fazer a abertura nos caixilhos e portas onde serão parafusadas as dobradiças.
- h) Colocar a porta, e posteriormente fixar as vistas laterais ou guarnições com pregos ou parafusos.

Itens críticos da execução de caixilho e porta: montagem e esquadro do caixilho, fixação do caixilho e colocação e funcionamento da porta e acessórios.

#### 2.4.8.2. Janelas

- a) Marcar dois pontos de referência de nível para o peitoril da janela e esticar uma linha entre os pontos.

- b) Nivelar a travessa inferior da esquadria, pregando dois sarrafos.
- c) Alinhar o contramarco em relação às taliscas e em relação ao prumo da fachada.
- d) Nivelar a travessa e aprumar os montantes, observando o esquadro do conjunto.
- e) Posicionar os chumbadores na parede e conferir possível deformação dos montantes com uma régua de alumínio.
- f) Fazer o chumbamento com argamassa, preenchendo todos os espaços.
- g) Aplicar silicone em todo o perímetro do contramarco para o assentamento da estrutura da janela, que será feita através de rebites ou parafusos.
- h) Após a fixação da estrutura da janela, fazer a colocação dos vidros.

Itens críticos da execução de janelas: montagem e esquadro do contramarco, assentamento da estrutura da janela e colocação dos vidros. e colocação e funcionamento da janela e acessórios.

#### **2.4.9. Revestimentos Internos**

O revestimento é a fase da obra em que se faz a regularização das superfícies verticais (paredes) e horizontais (pisos e tetos). Portanto os revestimentos são executados para proporcionar maior resistência ao choque ou abrasão (resistência mecânica), impermeabilizar, tornar as superfícies mais higiênicas (laváveis) ou ainda aumentar as qualidades de isolamento térmico e acústico.

Para a execução de revestimentos internos é importante o fornecimento diretrizes para a execução racionalizada do serviço, de maneira a assegurar um desempenho adequado e permitir que o acabamento resulte de acordo com o projeto arquitetônico, minimizando desperdícios.

##### **2.4.9.1. Execução de Contrapiso**

Ambrozewicz (2003) sugere que para a execução de contrapiso deve-se utilizar os seguintes processos:

- a) Executar a limpeza da laje antes da execução do contrapiso, removendo as sujeiras, inclusive restos de argamassa ou outros materiais.
- b) Varrer o local onde será executado o contrapiso.
- c) Definir o nível do piso fazendo o nivelamento a partir dos cantos das paredes ou batentes das portas.
- d) Marcar os pontos de nível nos locais onde será executado o contrapiso, usando mangueira de nível apoiada sobre uma régua de alumínio.
- e) Colocar as mestras no piso afastadas umas das outras, a uma distância máxima correspondente ao tamanho da régua de alumínio utilizada menos 20 cm.
- f) Para demarcar a área do banheiro, colocar no mínimo seis mestras no seu contorno, para que não ocorra erro de caimento para o ralo.
- g) Identificar os desníveis entre cômodos e definir os caimentos do piso através de uma régua digital sobre uma régua de alumínio.
- h) Colocar as mestras niveladas no restante do apartamento.
- i) Preparar uma mistura de adesivo para argamassa e água em um balde, adicionando um pouco de cimento para obter uma consistência mais grossa e espalhá-la com auxílio de uma vassoura, à medida que for executando o contrapiso.
- j) Começar a execução do contrapiso pelos cômodos em direção à saída da edificação.
- k) Utilizar a argamassa para contrapiso com consistência seca em sua aplicação.
- l) Espalhar a argamassa de modo que esta fique um pouco mais alta do que o nível das mestras.
- m) Usar socador manual para compactar a argamassa.
- n) Sarrafear a argamassa, respeitando o nível das mestras.
- o) Recolher o excesso de argamassa nos encontros com as paredes e usar uma desempenadeira para dar acabamento.
- p) Curar o contrapiso, molhando-o com água.

Itens críticos da execução de contrapiso: preparação da argamassa, execução das mestras e do caimento adequado ao projeto, e a cura e aderência do contrapiso.

### 2.4.9.2. Revestimento de Parede com Argamassa

De acordo com Ambrozewicz (2003), os procedimentos para execução de revestimentos de reboco de parede com argamassa são:

- a) O chapisco poderá ser feito somente em vigas e pilares, não sendo necessário na alvenaria.
- b) O assentamento das taliscas deve ser iniciado pelas superiores, com auxílio de um prumo, para as taliscas inferiores.
- c) O espaçamento entre as taliscas não deve ser superior a 1,80 m.
- d) Verificar o alinhamento das taliscas posicionando uma régua metálica nas portas e aberturas de janelas, considerando o alinhamento das paredes.
- e) Executar a conferência do esquadro entre os cantos das paredes com auxílio de um esquadro metálico.
- f) Executar as mestras (faixas) no sentido vertical com argamassa de cimento e areia com cerca de 10 cm de largura, tendo como base o alinhamento das taliscas.
- g) Misturar a argamassa obedecendo ao traço proporcional definido pelo responsável para a produção de argamassa de revestimento.
- h) Colocar na betoneira primeiro a água, a argamassa industrializada e depois o cimento.
- i) Molhar a superfície a ser rebocada.
- j) Aplicar e comprimir argamassa na alvenaria respeitando a espessura das mestras.
- k) Recolher o excesso de argamassa do piso durante a execução.
- l) Sarrafear a argamassa com uma régua de alumínio, apoiada sobre as mestras, de baixo para cima.
- m) Retirar as taliscas logo após o sarrafeamento.
- n) Desempenar a argamassa com desempenadeira de madeira, assim que esta apresentar o ponto de desempenho.
- o) Verificar eventuais ocorrências de fissuras para correção do ponto de desempenho.
- p) Ao final dos serviços limpar a área de entulhos e a sobra de argamassa.

Itens críticos da execução de revestimento de parede com argamassa: preparação da superfície, aplicação do chapisco, esquadro e marcação das taliscas, preparação e aplicação da argamassa e verificação de fissuras e aderência da argamassa.

### 2.4.9.3. Revestimento de Teto com Argamassa

De acordo com Ambrozewicz (2003), os procedimentos para execução de revestimentos de reboco de teto com argamassa são:

- a) Lavar a superfície de concreto com a utilização de um compressor de água para remover completamente o resto de desmoldante das formas das lajes.
- b) Fazer a aplicação de chapisco por lançamento manual contra a superfície.
- c) Marcar pontos de referência de nível em cada canto do teto e colocar as taliscas, ajustando-as conforme nível necessário.
- d) Esticar uma linha entre cantos e colocar as taliscas espaçadas no máximo em dois metros.
- e) Esticar linhas cruzadas (na diagonal) para verificar o nivelamento dos cantos com o centro do teto.
- f) Conferir o esquadramento nos cantos internos entre parede e teto com auxílio de régua e esquadro metálico.
- g) Chapar e comprimir a argamassa no teto, respeitando a espessura das mestras.
- h) Sarrafejar a argamassa com uma régua de alumínio, assim que apresentar ponto adequado.
- i) Retirar as taliscas e desempenar o teto dando planicidade à superfície com desempenadeira de madeira, assim que está apresentar o ponto de desempenho.

Itens críticos da execução de revestimento de teto com argamassa: preparação da superfície, aplicação do chapisco, esquadro e marcação das taliscas, preparação e aplicação da argamassa, verificação de fissuras e aderência da argamassa.

### 2.4.9.4. Revestimento de Pisos e Paredes em Cerâmica

Para execução de procedimentos de assentamento de azulejos e pisos cerâmicos com argamassa colante em áreas internas, segundo Souza & Mekbekian (1996), será necessário que:

Os emboços e contrapisos a serem revestidos devem estar concluídos há pelo menos 14 dias, apresentando textura áspera obtida com sarrafeamento e leve desempenho na fase de sua execução. Os contramarcos devem estar chumbados, enquanto os batentes, se não estiverem chumbados, devem estar ao menos com suas referências definidas. As instalações elétricas e hidráulicas devem estar concluídas e devidamente testadas. A cerâmica a ser executada deve ser verificada em termos de quantidades de peças, tonalidade e quantidade, garantindo-se que seja suficiente para executar o serviço, considerando um percentual adicional para eventualidades como: quebras, arremates ou reparos futuros. A impermeabilização de pisos deve estar executada e testada e os ralos devem estar protegidos para evitar entupimentos.

#### 2.4.9.4.1. Pisos em cerâmica

- a) Verificar a igualdade do nível do contrapiso em todo o perímetro da área a ser revestida, definindo, assim, o nível do piso acabado. Deixar a marcação do nível junto às paredes.
- b) Preparar a superfície removendo a poeira, partículas soltas e outros resíduos com o auxílio de lixas, escovas e vassouras. Se for necessário, lavar com água ou soluções desengordurantes à base de soda cáustica e água sanitária, aguardando a completa secagem do contrapiso para continuar o assentamento.
- c) Verificar o esquadro e as dimensões do ambiente para definição da espessura das juntas, considerando o mínimo possível de recortes. Verificar também se foram deixados os rebaixos previstos no projeto em relação a outros pisos, além dos caimentos para ralos ou canaletas, nunca inferiores a 0,5 %.
- d) As juntas estruturais do concreto devem ser mantidas no piso cerâmico e preenchidas com mástique elástico.
- e) Demarcar primeira fiada a ser assentada com linhas de náilon esticadas nos dois sentidos do ambiente. Em ambientes grandes, é possível esticar tantas linhas quantas forem necessárias para garantia do alinhamento e esquadro do revestimento.
- f) Preparar a argamassa colante, obedecendo às orientações do fabricante contidas na embalagem do produto. A quantidade preparada deve ser suficiente para um período de trabalho de duas ou três horas, em função

da produtividade do assentador, sendo recomendável que se misture sempre um número inteiro de sacos. Deixar a argamassa descansar por cerca de 15 minutos e misturar novamente para iniciar o assentamento. Durante a execução do revestimento, não se adiciona água à argamassa já preparada.

- g) Aplicar a argamassa comprimindo-a contra o substrato com o lado liso de uma desempenadeira de aço ou PVC, passando em seguida o lado dentado, formando cordões de argamassa. Utilizar uma desempenadeira com dentes de 8 mm, verificando continuamente o seu estado de conservação, de forma a evitar o uso de desempenadeiras com dentes gastos.
- h) Assentar as peças sobre a argamassa recém aplicada, atentando para o espaçamento entre elas e o nivelamento e alinhamento do piso. As peças devem ser assentadas antes que uma película esbranquiçada se forme sobre os cordões de argamassa, o que significa que o tempo de abertura da argamassa está acabando e prejudica a aderência.
- i) O ajuste das peças cerâmicas pode ser feito por meio de pequenas batidas com um martelo de borracha, ou com cabo de madeira de um martelo comum, ou com uma colher de pedreiro. O posicionamento correto também pode ser garantido com uso de espaçadores de plástico.
- j) Os cortes das peças devem ser devidamente estudados e executados antes da argamassa colante. Devem ser feitos com equipamentos adequados, como serra elétrica com disco adiamantado, furadeira elétrica provida de serra-copo, riscador e furadeiras manuais com vídea, permitindo arremates perfeitos com o cobrimento dos cortes pelas canoplas de instalações hidráulicas, dos espelhos das caixas de instalações elétricas ou outros itens de acabamento.
- k) Após um período de 24 horas do assentamento, pode-se iniciar o rejuntamento das peças, procedendo da seguinte maneira: limpar as juntas com uma escova ou vassoura de modo a eliminar toda a sujeira.
- l) Preparar a argamassa de rejunte conforme as indicações do fabricante. Espalhar a argamassa de rejunte de maneira que ela penetre nas juntas, sem falta ou excesso de material.
- m) Para a limpeza final do revestimento, lavar com água e detergente líquido neutro. Não transitar sobre o piso antes que transcorram 24 horas.

Itens críticos da execução de pisos cerâmicos: preparação da superfície, verificação da uniformidade das peças cerâmicas, nivelamento e esquadro das peças, preparação e aplicação da argamassa colante, assentamento e corte das peças, aderência ao substrato.

#### 2.4.9.4.2. Paredes em cerâmica

Ambrozewicz (2003) sugere que para a execução do revestimento cerâmico de paredes devem-se seguir os serviços:

- a) Distribuir a quantidade de caixas de peças cerâmicas por ambiente para evitar perdas e fazer o aproveitamento de todos os recortes.
- b) Verificar a planicidade, prumo e esquadro da parede com auxílio da régua metálica, esquadro e nível de bolha respectivamente.
- c) Limpar a parede, removendo qualquer agente de contaminação, eliminando todas as partes soltas ou mal aderidas com desempenadeira de aço e lixa.
- d) Nivelar a parede marcando o início da primeira fiada.
- e) Preparar argamassa colante conforme as instruções do fabricante.
- f) Aplicar a argamassa em panos compatíveis com as condições climáticas (sol e vento) locais comprimindo-a contra a parede, com o lado liso da desempenadeira, e na sequência, o lado dentado.
- g) No assentamento, pressionar todas as peças contra a argamassa, batendo com martelo de borracha para total aderência.
- h) Assentar as peças cerâmicas sequencialmente, ajustando o posicionamento das peças com o auxílio dos espaçadores de plástico.
- i) Os cortes das peças devem ser executados antes da aplicação da argamassa colante.
- j) Descontar o espaço no assentamento da primeira fiada para o posterior assentamento do piso.
- k) Após um período mínimo de 72 horas do assentamento, iniciar o rejuntamento das peças, procedendo da seguinte maneira: limpar as juntas com uma escova para eliminar toda a sujeira, como poeira e restos de argamassa colante.

- l) Umedecer as juntas entre as peças.
- m) Espalhar a argamassa de rejunte com a desempenadeira de borracha e, em seguida, limpar as juntas com uma esponja.

Na execução de revestimentos cerâmicos, deve-se destacar os itens críticos que são: a preparação da argamassa colante e sua aplicação, a verificação das peças cerâmicas garantindo a uniformidade, a geometria e regularidade do assentamento das peças e o espaçamento das juntas, aderência ao substrato.

#### **2.4.10. Revestimentos Externos**

Diversos de tipos de revestimentos externos são utilizados na construção de edificações, porém os mais comuns são: o revestimento acrílico do tipo grafiato e em pastilhas cerâmicas. Pode-se considerar ainda os revestimentos em argamassa e em cerâmica, que foram apresentados no item 2.4.9, mas como os processos executivos são semelhantes, não serão apresentados neste item.

Segundo Ambrozewicz (2003), os processos de execução de revestimento são:

##### **2.4.10.1. Revestimento externo acrílico do tipo grafiato**

- a) Limpar a base, removendo qualquer agente de contaminação, eliminando todas as partes soltas ou mal aderidas com desempenadeira de aço ou similar.
- b) Corrigir imperfeições profundas do substrato com o mesmo tipo de argamassa utilizada no revestimento.
- c) Depois de corrigir as imperfeições, aplicar o fundo com selador acrílico, recobrando toda a superfície.
- d) É obrigatória a execução de faixas horizontais dividindo a parede em panos menores que 1,80 m para evitar a sobreposição de grafiato entre as camadas. Fazer a colocação de fita crepe que deve ser nivelada.
- e) Aplicar então o grafiato, espalhando por toda a região de maneira uniforme, com auxílio de desempenadeira de aço, que também será utilizada para obtenção das ranhuras na massa.
- f) Fazer as ranhuras na massa com desempenadeira plástica.

- g) Retirar a fita crepe fazendo retoques com a própria massa de grafiato com um pincel.

Na execução do revestimento acrílico do tipo grafiato, pode-se destacar como itens de maior relevância: a aplicação do grafiato de maneira uniforme com espessura correta determinada em projeto.

#### 2.4.10.2. Revestimento externo em pastilha cerâmica

- a) Aplicar pastilha, no mínimo, 28 dias após a aplicação do reboco.
- b) A argamassa colante de fachada deverá ser do tipo II – flexível (obrigatoriamente).
- c) Preparar a argamassa e deixar descansar de 10 a 15 min, remisturando antes de iniciar a aplicação sobre a base (emboço). Utilizar a argamassa colante num prazo máximo de duas horas após seu preparo, sendo proibida a redosagem de água.
- d) Determinar o nível da primeira fiada e marcar no reboco, estendendo a linha de náilon para orientação.
- e) Molhar levemente a superfície do reboco a receber a argamassa de assentamento utilizando uma trincha.
- f) Espalhar a argamassa utilizando desempenadeira dentada, com dentes de no mínimo 6 x 6 mm. A quantidade de argamassa deve ser suficiente para preencher irregularidades no prumo do emboço.
- g) Manter as juntas e as superfícies da cerâmica limpas durante o assentamento.
- h) Espalhar a argamassa em faixas compatíveis com as condições de vento e sol para evitar formação de película (falsa aderência).
- i) Assentar a primeira fiada definindo a modulação horizontal; respeitar a espessura das juntas.
- j) Com auxílio de uma régua de alumínio e um martelo de borracha, alinhar e reforçar a fixação das pastilhas.
- k) Executar modulação e juntas de dilatação, conforme detalhadas em projeto.
- l) Em caso de revestimento especial, seguir orientação do fabricante.
- m) Para o rejuntamento, a cerâmica deve ter no mínimo 72 horas de assentada.

- n) Limpar e umedecer as superfícies das juntas.
- o) Aplicar a argamassa de rejuntamento sobre as juntas (levemente umedecidas), comprimindo-a de modo a preencher totalmente os vazios com o auxílio de uma desempenadeira de borracha (utilizar argamassa de rejunte flexível).
- p) Remover excesso de pasta e frisar o rejuntamento
- q) Limpar a superfície no mínimo 15 minutos depois da aplicação do rejunte com o auxílio de uma espuma umedecida.

Executando o revestimento em pastilha cerâmica, os itens de execução a serem destacados como críticos são: a preparação da argamassa colante e sua aplicação, a verificação das pastilhas garantindo a uniformidade, a geometria e regularidade do assentamento das peças e o espaçamento das juntas, aderência ao substrato.

#### **2.4.11. Pintura**

A pintura é definida como a camada de recobrimento de uma superfície, com funções protetora e decorativa, obtida pela aplicação de tintas e vernizes, através de técnicas específicas.

As diretrizes para pintura interna e externa em obras de edificações são tratadas neste tópico. Segundo Ambrozewicz (2003) o método executivo para pintura interna e pintura externa com textura são:

##### **2.4.11.1. Pintura Interna**

- a) Raspar e lixar a superfície para eliminar as incrustações e sujeiras.
- b) Proteger vãos de janelas e rodapés com fita crepe para que não receba respingos.
- c) Aplicar uma demão de massa corrida para corrigir as imperfeições do substrato.
- d) Após secar, proceder ao lixamento para retirar o pó.
- e) Fazer o isolamento aplicando uma demão de selador conforme orientação do fabricante.
- f) Após a parede selada, começar a preparação da tinta conforme especificação do fabricante.

- g) Aplicar a primeira demão de tinta com a utilização de rolo de lã, sobre a superfície, de maneira uniforme.
- h) Após a primeira demão, verificar as imperfeições e ondulações na parede, com auxílio de uma lâmpada.
- i) Após secar a primeira demão, aplicar a segunda demão para obter cobertura perfeita.
- j) Fazer uma revisão para que não fiquem falhas.

Itens críticos da execução de pintura interna: preparação da superfície, aplicação da massa corrida, do selador e da pintura.

#### 2.4.11.2. Pintura Externa

- a) Corrigir imperfeições do substrato com o mesmo tipo de argamassa utilizado na execução do revestimento.
- b) Lixar e raspar a parede em toda a sua extensão retirando pó e o excesso de resíduos.
- c) Proteger os contramarcos com fita crepe para que não recebam respingos.
- d) Aplicar a primeira demão de selador em um sentido, observando a uniformidade na espessura.
- e) Após secar a primeira demão, aplicar a segunda demão no sentido transversal à primeira.
- f) Após seco o selador, lixar eliminando sujeiras e retirar o pó.
- g) Aplicar a primeira demão de tinta, conforme especificado em projeto, em toda a superfície, aguardando a secagem para aplicação da segunda demão.

Itens críticos da execução de pintura externa: preparação da superfície, aplicação do selador e aplicação da pintura.

#### 2.4.12. Forros

A função dos forros é revestir o teto da edificação, melhorando o aspecto estético, além de isolamento térmico e acústico.

Os tipos de forros mais comuns na execução de obras de edificações são os de gesso, por possuírem um menor preço e boa versatilidade nas condições de acabamento,

além de possuir boa resistência em casos de incêndio e isolamento termo acústico. Ambrozewicz (2003) discorre sobre a execução de forro de gesso da seguinte maneira:

#### 2.4.12.1. Forro de Gesso

- a) Marcar o tamanho das placas nas paredes com metro ou trena começando pelos cantos da parede, conforme projeto.
- b) Fixar os “pinos” nas paredes para apoio das placas de gesso.
- c) Esticar uma linha de náilon para o alinhamento da primeira fileira, amarrando-a nos pinos da parede.
- d) Fixar os pinos no teto com a pistola de fixação nos locais previamente demarcados e amarrar o arame de suporte.
- e) Localizar os ganchos de fixação nas placas de gesso.
- f) Montar as placas começando pelos cantos, apoiando-as nos pinos previamente fixados e amarrando-as nos arames.
- g) Fazer o chumbamento aplicando uma mistura de massa de gesso e fios de juta na parte superior das placas entre a placa e a parede.
- h) Retirar os pinos da parede após a secagem da massa de gesso.
- i) Aplicar a massa de gesso entre as placas para dar o acabamento.

Itens críticos da execução de forro de gesso: uniformidade das placas, nivelamento e esquadro do forro, fixação dos suportes de acordo com projeto e chumbamento das placas de gesso.

#### 2.4.13. Coberturas

As coberturas têm como principal função a proteção das edificações, contra a ação de intempéries, atendendo às funções utilitárias, estéticas e econômicas.

O tipo de cobertura mais comum em edificações é a de execução de telhado em fibrocimento, por ser um material leve, durável, de fácil manuseio e boa resistência mecânica, além de possuir um bom custo benefício.

Ambrozewicz (2003) cita que para a execução de telhado em fibrocimento é necessário:

#### 2.4.13.1. Telhado em Fibrocimento

- a) Serrar e preparar a madeira nas dimensões do telhado conforme projeto.
- b) Imunizar a madeira com solução imunizante.
- c) Definir cotas e os caimentos do telhado, bem como a localização de calhas e rufos, de acordo com o projeto.
- d) Iniciar a montagem da estrutura de madeira do ponto mais baixo para o ponto mais alto do telhado, montando o primeiro e o último pontaletes, respectivamente.
- e) Continuar a montagem do madeiramento como previsto em projeto levando em conta seus caimentos e o tipo de telha a ser utilizado.
- f) A estrutura de madeira deverá ser travada e amarrada à laje.
- g) Após a estrutura de madeira concluída, iniciar a colocação das telhas deixando a sobreposição, nos dois sentidos, indicada pelo fabricante.
- h) No encontro das telhas deve ser feito corte em duas chapas, para não haver a sobreposição de quatro telhas.
- i) Após a colocação das telhas e cumeeiras, fixa-las através de parafusos conforme especificação do fabricante.

Itens críticos da execução de telhado em fibrocimento: montagem da estrutura de madeira do telhado e colocação das telhas de fibrocimento com suas devidas sobreposições.

#### 2.4.13.2. Telhado em Telha Cerâmica

SINAPI (2017) sugere que sejam seguidas estas etapas:

- a) Cortar a madeira de acordo com os comprimentos de pontaletes descritos em projeto;
- b) Prever berço de no mínimo 40 cm sob cada pontalete e mãos-francesas nas duas direções, para dar estabilidade ao conjunto;
- c) Prever recortes para fixação da terça de modo a garantir inclinação e perfeito encaixe das peças;
- d) Fixar os contraventamentos / mãos-francesas nas duas direções

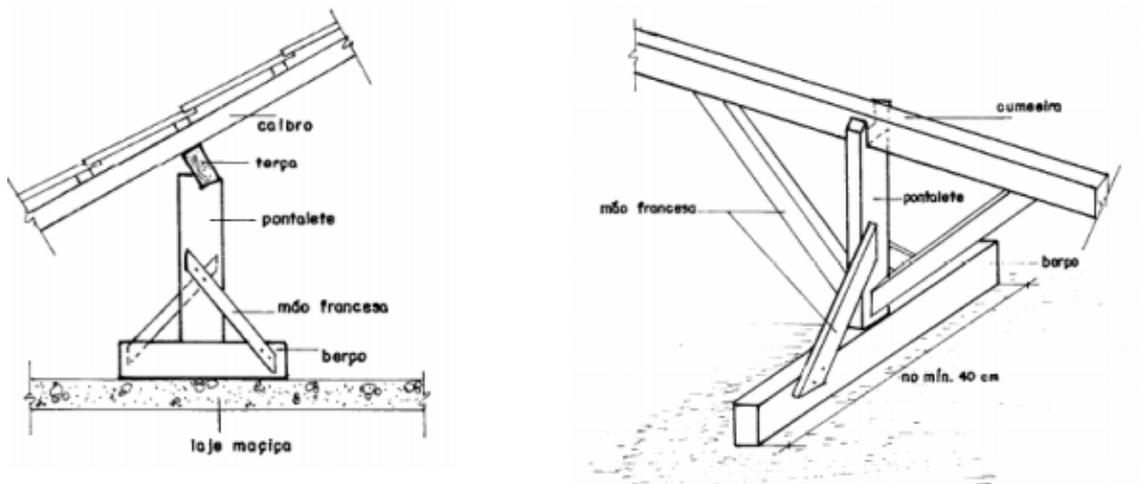


Figura 3: Estrutura de telhado em madeira. Fonte: SINAPI (2017)

- e) Na execução dos serviços os trabalhadores deverão estar munidos dos EPI's necessários, sendo que os cintos de segurança trava-quedas deverão estar acoplados, através de cordas, a caibros, terças ou ganchos vinculados à estrutura (nunca a ripas, que poderão romper-se ou despregar-se com relativa facilidade);
- f) Em cada pilha de telhas disposta sobre o madeiramento não devem ser acumuladas mais do que sete ou oito telhas; os montadores deverão caminhar sobre tábuas apoiadas em caibros ou terças, sendo as tábuas providas de dispositivos que impeçam seu escorregamento;
- g) Antes do início dos serviços de telhamento devem ser conferidas as disposições de tesouras, meia-tesouras, pontaletes de apoio, terças, caibros, elementos de contraventamentos e outros. Deve ainda ser verificado o distanciamento entre ripas (galga), de forma a se atender à projeção mínima especificada para os beirais e que o afastamento entre topos de telhas na linha de cumeeira não supere 5 ou 6cm;
- h) A colocação deve ser feita por fiadas, iniciando pelo beiral até a cumeeira, e simultaneamente em águas opostas; a largura do beiral deve ser ajustada para que se atenda ao distanciamento máximo entre as extremidades das telhas na linha de cumeeira; para se manter a declividade especificada para o telhado, as telhas nas linhas dos beirais devem ser apoiadas sobre ripas duplas, ou ripões com altura equivalente à espessura de duas ripas;

- i) No caso de beirais sem a proteção de forros, as primeiras fiadas devem ser amarradas às ripas com arame recozido galvanizado;
- j) Na colocação das telhas, manter sobreposição longitudinal de no mínimo 10cm;
- k) Telhas e peças complementares com fissuras, empenamentos e outros defeitos acima dos tolerados pela respectiva normalização devem ser expurgadas;
- l) Nas posições de águas furtadas (rincões), espigões e eventualmente cumeeiras as telhas devem ser adequadamente recortadas (utilização de disco diamantado ou dispositivos equivalentes), de forma que o afastamento entre as peças não supere 5 ou 6cm.

Itens críticos da execução de telhado em telha cerâmica: montagem da estrutura de madeira do telhado e colocação das telhas cerâmicas em suas devidas sobreposições.

#### 2.4.14. **Limpeza**

Constitui-se nos serviços de limpeza final para a conclusão e entrega da obra. De acordo com SINAPI (2017):

- a) A limpeza de pisos e revestimentos cerâmicos, azulejos e aparelhos sanitários deverão ser limpos, podendo-se empregar solução de ácido muriático em água, na proporção indicada pelo fabricante.
- b) Deverão ser retiradas salpicos de tinta, argamassa e cimento aderidos ao revestimento, incluindo soleiras, rodapés e peitoris.
- c) Após a aplicação de qualquer produto químico, deve-se lavar o local com água limpa em abundância.
- d) Os vidros serão limpos utilizando-se esponja, água e removedores para os salpicos de tinta.

Itens críticos da execução de limpeza final da obra: o visual final da edificação pronta depende de um bom serviço de limpeza, qualquer resquício de sujeira pode deixar o cliente insatisfeito.

## 2.5. IMPORTÂNCIA DAS EDIFICAÇÕES NO SETOR DA CONSTRUÇÃO CIVIL

Desde a criação do Plano de Metas, década de 50, o setor da construção civil foi fortemente impulsionado no Brasil devido a criação de uma enorme demanda, pelo governo federal, onde fossem gerados muito empregos e a criação de muitas empresas de construção para execução de diversos tipos de obras. (CUNHA, 2012)

Segundo a pesquisa da Câmara Brasileira da Indústria da Construção – CBIC, “o crescimento da Construção Civil brasileira tem se refletido em avanços qualitativos importantes, com uma maior participação de empresas formais no PIB setorial e com o avanço do emprego com carteira assinada. Trata-se de elementos importantes para a oferta de melhores produtos, melhores condições de trabalho e maior arrecadação de impostos.” (FGV PROJETOS, 2012)

Das 63 mil empresas formais e ativas na construção civil no ano de 2009, as empresas de edificações correspondem a 39,6% deste valor. Onde as obras de edificações entre os anos de 2003 a 2009 cresceram com uma taxa de 19,2% ao ano, e a produtividade total das obras de edificações cresceu, entre 2006 e 2009, uma taxa de 5,0 % ao ano. Neste crescimento são considerados: o crescimento econômico, formalização das empresas e mão de obra, qualificação dos trabalhadores e expansão do investimento no setor. “As empresas de edificações de maior porte foram as que mais contribuíram para o crescimento da produtividade total dos fatores da Construção Civil brasileira”. (FGV PROJETOS, 2012)

O Brasil passou por muitos diferentes momentos da década de 50, onde a necessidade de crescimento era mais que prioritária, até os momentos atuais no setor da construção, mas o subsetor das edificações se mantém entre os que mais contribuem com o crescimento nacional e do grande setor da construção civil.

## 2.6. QUALIDADE DAS EDIFICAÇÕES

Com a mudança no pensamento do mercado e dos diferentes setores da construção civil, a necessidade por atender demandas cada vez mais específicas e complexas se torna mais evidente, com isso o ramo das obras de edificações também precisou se adaptar e

perceber os erros que eram causados, tentando minimizar as falhas para o cumprimento dos requisitos necessários para conceber o produto final da construção com qualidade, menor custo e tempo. O setor da construção tem sido impulsionado a propor novas formas de produção para aumentar sua eficiência, estas voltadas à gestão de um sistema de qualidade presente e atuante.

Segundo Souza & Mekbekian (1996) a qualidade de obras é resultante do “planejamento e gerenciamento, da organização do canteiro de obras, das condições de higiene e segurança do trabalho, da correta operacionalização dos processos administrativos em seu interior, do controle de recebimento e armazenamento de materiais e equipamentos e da qualidade na execução de cada serviço específico do processo de produção.” Onde o ciclo PDCA (Figura 4) pode ser um dos principais instrumentos de adequação e implantação do sistema da qualidade desde a fase de planejamento, até a execução de serviços e processos da construção, pois permite inspecionar as atividades, agir corretivamente em caso de identificação de não conformidade dos serviços, padronizar os procedimentos de ação e verificação e treinar os operários para a realização dos procedimentos padronizados que foram estabelecidos.

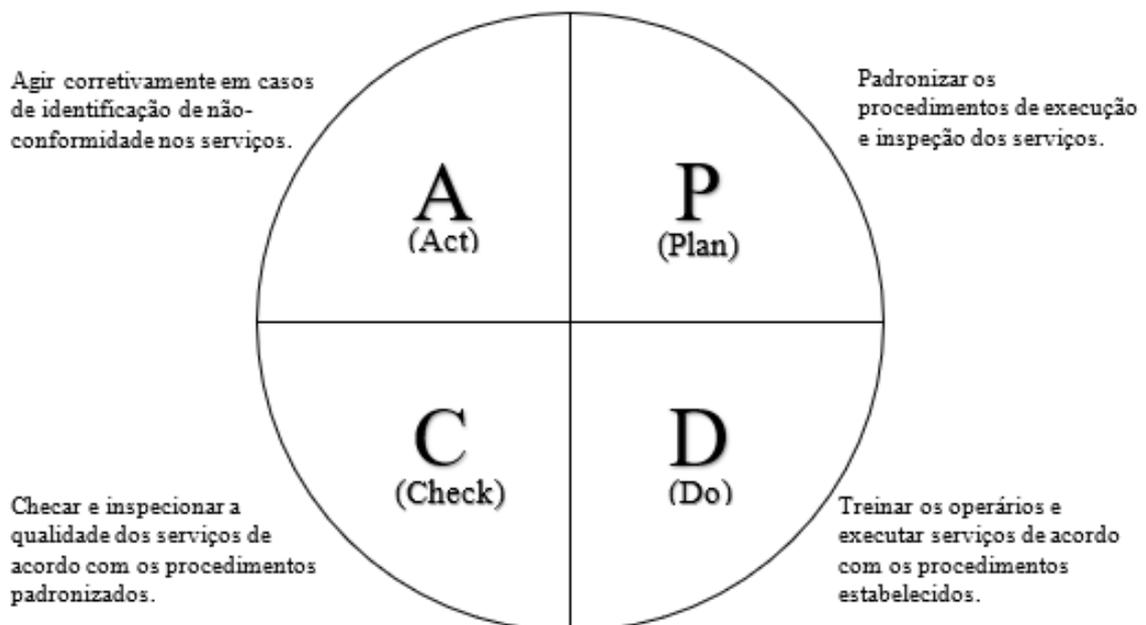


Figura 4: Ciclo PDCA aplicado a serviços de execução de obras. Fonte: Souza & Mekbekian (1996)

Especificamente para o setor da construção civil, a qualidade, em seu conceito, aplica-se na identificação e seleção dos materiais e procedimentos de execução da obra. A qualidade dos materiais empregados nas obras pode ser verificada através do seu desempenho e na sua durabilidade.

Em geral, as empresas do ramo da construção civil não possuem a prática de documentar e guardar formalmente os procedimentos de execução de cada serviço e seus critérios de fiscalização. Isso torna o domínio tecnológico limitado e variável de acordo com a mão de obra ou do empreiteiro utilizado em cada obra. Para manter a empresa construtora mais estável no que se refere à qualidade das obras de edificações que propõe e oferece a seus clientes, é de extrema importância manter e guardar as informações dos procedimentos de execução e fiscalização de cada serviço. Além disso, apenas processos documentados poderão permitir um treinamento adequado do pessoal e uma futura certificação do sistema de gestão da qualidade da empresa junto as normas ISO 9000. (SOUZA & MEKBEKIAN, 1996)

Falando de qualidade em edificações, não se pode deixar de citar a NBR 15.575, Norma de Edificações Habitacionais – Desempenho, que de acordo com Vittorino (2017), busca atender aos requisitos dos usuários, referindo-se aos sistemas construtivos que compõem as edificações habitacionais, independentemente dos seus materiais constituintes e do próprio sistema construtivo adotado. As Normas de desempenho traduzem os requisitos qualitativos dos usuários em critérios objetivos, e são consideradas complementares às Normas prescritivas, sem substituí-las, onde a utilização simultânea das normas visa atender aos requisitos do usuário com soluções tecnicamente adequadas.

Vittorino (2017) ainda destaca que a Norma de desempenho tem um destaque voltado para a obra nos seguintes aspectos: conformidade com projeto, este que deve estar de acordo com a Norma de desempenho, controle da qualidade dos materiais, procedimentos de execução e definição de critérios de aceitação da obra.

### 3. PROJETOS DE EDIFICAÇÕES

#### 3.1. CONCEITO

Um projeto de edificações pode ter mais de uma definição e ser determinado de acordo com o que se pretende como produto final e com as necessidades preestabelecidas.

*“Um projeto pode ser definido como empreendimento singular, com objetivo ou objetivos bem definidos, a ser materializado segundo um plano preestabelecido e dentro de condições de prazo, custo, qualidade e risco previamente definidas.*

*Outra definição diz que projeto é um conjunto de atividades necessárias, ordenadas logicamente e inter-relacionadas, que conduzem a um objetivo predeterminado, atendendo-se a condições definidas de prazo, custo, qualidade e risco.*

*Uma terceira definição caracteriza projeto como um conjunto de realizações físicas, compreendendo desde a concepção inicial de uma ideia até a sua concretização, traduzidas por um empreendimento em operação ou pronto para funcionar”. (LIMER, 1997)*

Lawson (1980), sugere que em diferentes contextos a palavra projeto pode representar uma variedade tão grande de situações que os processos associados a estas parecem ter pouco em comum. Segundo Tzortzopoulos (1999), a principal semelhança é a ênfase na criação de objetos ou lugares que tem um propósito prático e que serão observados e utilizados. Assim sendo, a tarefa de projetar pode ser descrita como a produção de uma solução (ênfase no produto) e também como a resolução de problemas (ênfase no processo).

De acordo com Vargas (2005), as principais características dos projetos de edificações são a temporalidade, individualidade, complexidade e a incerteza que devem ser desenvolvidas.

Para se planejar um projeto completo de uma obra de edificação deve-se pensar em todas as necessidades que esta solicita, e não são poucas, Salgado (2000) sugere que o controle e a definição dos aspectos a serem observados são fundamentais na aceitação das diferentes disciplinas envolvidas em um projeto de edificações, como por exemplo:

**a) Projetos de Estruturas**

- a.1) Confirmar se as dimensões da planta de locação e carga dos pilares e fundações conferem com as medidas do lote;
- a.2) Confirmar a obediência aos afastamentos frontal, laterais, de fundo e prismas de ventilação;
- a.3) Confirmar o posicionamento dos pilares em relação à planta de locação; conferência armação x fôrmas;
- a.4) Confirmar o espaçamento da armação para alertar à obra quanto ao traço do concreto;
- a.5) Verificar se as dimensões e posicionamento dos elementos estruturais provocam modificações no projeto de arquitetura;
- a.6) Verificar a existência de vigas muito altas que podem comprometer a altura do pé direito;
- a.7) Verificar se os pilares estão com dimensões diferentes do estudo preliminar, o que pode comprometer circulações e/ou as áreas mínimas dos ambientes, entre outros.

**b) Projetos de Instalações**

- b.1) Verificar o atendimento ao projeto de arquitetura e compatibilização com os demais projetos;
- b.2) Conferir o posicionamento dos shafts e dutos de maneira geral, quanto ao respeito às dimensões mínimas determinadas;
- b.3) Nos projetos de instalação de gás, conferir a localização dos medidores e seus detalhes construtivos;
- b.4) Nos projetos de instalação elétrica, conferir a localização dos quadros e centros de distribuição;
- b.5) Conferir o traçado dos dutos e condutores e seus dimensionamentos; conferir a localização dos pontos de consumo, equipamentos, dispositivos, ventilações, kits etc.;
- b.6) Verificar a facilidade de manutenção dos sistemas prediais;
- b.7) Conferir a legenda, símbolos adotados, detalhes construtivos e especificação.

### **c) Projeto de Arquitetura**

- c.1) Verificar o cumprimento do projeto aprovado pela Prefeitura;
- c.2) Verificar a compatibilização com o projeto de formas (localização e dimensões dos elementos estruturais);
- c.3) Conferir a amarração das alvenarias;
- c.4) verificar a localização dos pontos de instalações (consumo);
- c.5) Conferir vãos de acesso, ventilação e iluminação;
- c.6) Verificar a existência e condições de execução dos detalhes exigidos (esquadrias, divisórias, gradis, bancadas, peitoris, soleiras, balcões, paginação de pisos, tetos rebaixados, paginação de revestimento das paredes, etc.).

## **3.2. DESENVOLVIMENTO DE PROJETOS**

Projeto é uma atividade criativa e muito única e pessoal. É importante, de qualquer modo, entender como pensam os projetistas no momento em que definem e realizam seus objetivos. Somente quando o projeto está completo o resultado de seu trabalho intelectual pode ser visto, e este fato está no centro do problema do gerenciamento do processo de projeto. É por este motivo que os gerentes devem compreender os métodos através dos quais um projeto é desenvolvido e as características do trabalho individual dos projetistas (GRAY et al., 1994).

Os projetistas são tradicionalmente identificados pelos tipos de soluções que produzem, e não pelo tipo de problemas com os quais lidam. Os vários campos de projeto são normalmente diferentes em função das dificuldades inerentes dos problemas que apresentam. Mas o importante é o nível de detalhe com o qual se trabalha, ou seja, quanto se desce na hierarquia do projeto ao longo de seu desenvolvimento (LAWSON, 1980).

O processo de projeto de edificações é um dos sub processos mais importantes da construção civil. Sendo assim, devem ser identificadas as relações existentes entre o processo de projeto e os demais processos da construção civil, particularmente aqueles relacionados ao gerenciamento do empreendimento. Esta identificação busca salientar a

importância da visão sistêmica para um melhor entendimento das relações e interdependências existentes na construção (TZORTZOPOULOS, 1999).

Segundo Tzortzopoulos (1999), a maneira que se desenvolve normalmente o processo de projeto em empresas construtoras é consequência direta de sua natureza. Diversos dos problemas atribuídos ao projeto, incluindo os gerenciais, também são consequência desta natureza. Este é um dos fatores que demonstra a importância da compreensão dos projetos de edificações para que sejam feitas proposições de análises para implementação de melhorias dos mesmos.

Algumas das principais dificuldades do gerenciamento do processo de projeto estão relacionadas à complexidade da edificação e de seu processo de execução. Esta complexidade é relacionada à fragmentação, que ocorre em ocasião da grande quantidade de serviços que devem ser previstos ao longo das etapas de projeto, entre os seus diversos intervenientes. Quanto mais complexo o projeto, maior tende a ser a fragmentação, e quanto maior a fragmentação, mais complexo o processo (TZORTZOPOULOS, 1999).

*“Cabe ressaltar que a diferente forma de abordagem do problema e de suas possíveis soluções pode gerar, algumas vezes, incompatibilidades nos projetos. Quando o conceito do projeto, os critérios estabelecidos e a tecnologia a ser utilizada não são bem definidos no início do processo podem ocorrer falhas, pois cada projetista pode assumir uma postura diferenciada em relação ao projeto a ser desenvolvido no que diz respeito aos benefícios advindos da tecnologia utilizada ou do conceito utilizado no projeto.*

*As diferentes abordagens para a resolução de problemas adotadas por diferentes projetistas algumas vezes podem prejudicar o andamento do trabalho. Cada projetista aborda um tema específico do projeto e, muitas vezes, não considera de forma adequada as necessidades e restrições impostas pelos demais intervenientes do processo. Isto pode gerar esperas e retrabalho ao longo do mesmo ou, o que é mais usual e mais custoso, ao longo da execução da obra. A falta de um planejamento claro das atividades a serem desenvolvidas por cada interveniente também contribui com estes problemas.”*  
(TZORTZOPOULOS, 1999)

Existe, portanto, a necessidade de um pensamento gerencial e de ferramentas que apoiem e desenvolvam a atividade da criação do projeto. Os esforços para combinar o pensamento gerencial com a coordenação do projeto nas empresas finalmente proporcionaram o estabelecimento da “Coordenação de Projetos” como uma nova área dentro da construção civil. (NÓBREGA JUNIOR & MELHADO, 2013)

A coordenação de projetos de edificações é uma área complexa que tem se renovado constantemente. A concepção contemporânea de coordenação entende que os indivíduos precisam desenvolver uma ampla gama de habilidades e atributos para serem eficazes nos seus trabalhos. “Existe, portanto, um crescente reconhecimento da importância das pessoas, que se distancia paulatinamente do foco exclusivo no sistema de produção para uma abordagem mais flexível, criativa, dinâmica e mais ligada ao campo das ciências sociais e humanas.” De acordo com Nóbrega Junior & Melhado (2013) as habilidades de pensamento criativo, por exemplo, tão incentivados na educação arquitetônica, são atualmente muito relevantes para a coordenação de projetos de edificações, onde se necessita da proposição de soluções de problemas com, cada vez mais, rapidez e qualidade.

Outra importância de um bom desenvolvimento de projeto apresentado por Melhado & Agopyan (1995) é o destaque para as fases iniciais do projeto, em que, apesar do baixo dispêndio de recursos concentram-se boa parte das chances de redução das falhas e dos seus respectivos custos (Figura 5: Influência no custo final de um empreendimento de edifício. Fonte: Melhado & Agopyan, 1995).

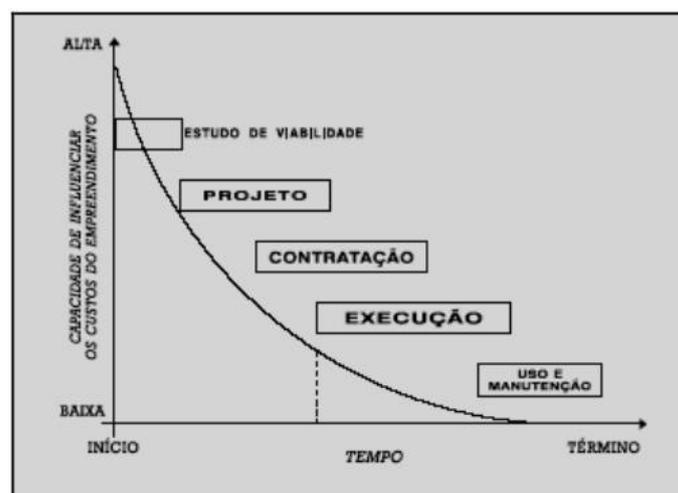


Figura 5: Influência no custo final de um empreendimento de edifício. Fonte: Melhado & Agopyan, 1995

### 3.3. COMPATIBILIZAÇÃO DE PROJETOS

Segundo Cruz (2011), “para construir melhor, com menos custos, é necessário um processo de conscientização de técnicos e empresários do setor da construção, o que requer investir em padronização dos processos. Dentre as metodologias de aplicação, a mais imediata é a concentração dos vários projetos integrados”.

A compatibilização favorece o projeto, maximizando os resultados desejados e minimizando o tempo gasto com sua elaboração, também pode-se dizer que é a atividade de gerenciar e integrar projetos correlatos, visando ao perfeito ajuste entre todos eles e conduz para a obtenção dos padrões de controle de qualidade de determinada obra.

De acordo com Callegari (2007), a compatibilização se faz em uma atividade de integrar projetos afins, com intenção de ajustar os mesmos. Tem como objetivo diminuir ao máximo os conflitos entre os diferentes projetos de determinada obra, de modo a simplificar a execução e otimizar o uso de materiais, mão de obra e manutenções futuras. Deve, também, perceber falhas referentes a interferências e inconsistências geométricas entre os projetos da edificação. Com isso, a compatibilização torna-se imprescindível para uma produção bem controlada e organizada, sendo esta, constante durante a fase de concepção dos projetos que irão se unir ao projeto arquitetônico. Onde será necessária a flexibilidade entre os projetistas para uma compatibilidade bem estruturada.

A falta de compatibilização de projetos pode induzir a erros, custos e prazos adicionais, podendo-se levar a decisões que sejam tomadas indevidamente durante a obra, em detrimento da qualidade do produto e da eficácia do processo.

O desenvolvimento de projetos, segundo Callegari (2007), sem a utilização da compatibilização entre eles gera consequências negativas como um maior índice de retrabalho, um prolongamento do prazo, extensão do cronograma de execução e falhas na qualidade da edificação, repercutindo na elevação do custo da obra.

A compatibilização de projetos, por Callegari (2007), propõe a redução das possíveis falhas que ocorrem na fase de concepção até a fase de execução da obra arquitetônica. Na fase do processo de projeto visa como melhoria a conscientização da participação dos projetistas envolvidos, bem como a existência do coordenador que

integra os processos e inspeciona possíveis incompatibilidades físicas e funcionais dos projetos desenvolvidos. Atua como mediador e transmissor das informações, é gerente das propostas e soluções a serem aplicadas.

“O processo de conscientização e a implementação da compatibilização na execução de projetos também se justificam entre outros aspectos, pela necessidade da efetivação de ações que possam contribuir para a solução do problema de eficiência do setor da construção.” (CALLEGARI, 2007)

### 3.4. REVISÃO DE PROJETOS

Para que haja total harmonia na elaboração e execução de projetos de edificações, é necessário que todas as alterações promovidas na fase de elaboração dos projetos sejam acompanhadas por toda a equipe de projetistas, de acordo com Romano (2003), esse acompanhamento envolve os registros de todas as modificações de projeto e da execução, de falhas nos projetos, de modificações em função das necessidades dos clientes, entre outros. Além disso, Romano (2003) ainda ressalta que a deve ser procedida a revisão do projeto legal, conforme executado, objetivando sua regularidade junto aos órgãos públicos, ao término da construção; bem como a revisão do projeto de execução (apenas os desenhos gerais: plantas de situação, baixas e de cobertura, cortes e fachadas, sem necessidade do detalhamento), objetivando sua atualização e manutenção, ao término da construção.

O gerente e líder técnico do projeto devem sempre estar cientes das atualizações dos projetos para que, segundo Romano (2003), possam revisar, promover uma análise crítica e a compatibilização dos mesmos, sendo assim, possível identificar incompatibilidades ou inconsistências, definindo os responsáveis, dentre os membros da equipe, para executarem as correções necessárias.

Para Carpinetti & Rossi (1998), o controle das revisões faz parte da qualidade dos projetos e pressupõe a existência de mecanismos de padronização das atividades e procedimentos incluídos no sistema da qualidade da empresa, como por exemplo:

- a) *Checklist* de definições de projeto – listagem de itens que não podem ser padronizados, mas que devem ser definidos pelos projetistas em cada empreendimento, a fim de alimentar o trabalho dos demais projetistas.
- b) Cronograma de projeto – define todas as etapas de um projeto e seus respectivos prazos de elaboração.
- c) Procedimentos de apresentação de projetos – padrões de apresentação de um projeto em relação a todos os documentos que o compõem: memoriais, plantas, cortes, detalhes, perspectivas (inclusive maquetes).
- d) *Checklist* de recebimento de projeto – relação de todos os itens que constam dos parâmetros de projeto e que podem ser verificados nos documentos apresentados, assim como de todas as condições estabelecidas nos procedimentos de apresentação de projeto.
- e) Controle de arquivo – procedimentos para a organização dos arquivos de projeto da construtora: códigos das pastas ou arquivos; ordem de armazenamento; controle da situação do arquivo, etc.
- f) Controle de atualização de projetos – procedimentos de controle de revisões das várias partes do projeto, com identificação da versão.
- g) Controle de remessa de cópias para as obras – procedimentos de remessas das cópias dos documentos que fazem parte do projeto para a obra, eliminando-se a possibilidade de uso de cópias desatualizadas.

Com um enfoque maior na aplicação da qualidade do controle de atualização de projetos e controle de remessa das cópias para a obra, evitam-se os problemas causados por versões desatualizadas de projetos em empreendimentos de edificações.

### 3.5. QUALIDADE DOS PROJETOS

O movimento citado por Oliveira & Filho (2012) é de que os projetos de edificações sejam idealizados com o foco no desempenho, desde a fase de concepção, nas exigências advindas das necessidades, os requisitos de desempenho são levados em consideração. Implementar a prática de projetar verificando o desempenho da edificação deve ser cada vez mais utilizada no processo de projeto, tendo em vista as crescentes preocupações com problemas relacionados a durabilidade e sustentabilidade.

Segundo Rosas (2008), “o atendimento das necessidades de um cliente determina o objetivo do conceito conformidade. A menos que existam normas certificadas de produto, a melhor forma de garantir a supressão dessas necessidades é apontar como objetivo a garantia da qualidade.” Acreditar na qualidade é garantir elevados níveis de competitividade e credibilidade.

Na construção de edifícios, Cardoso (1998) diz que a maior parte dos projetos e serviços de engenharia são feitos por profissionais e empresas contratadas, que possuem relações principalmente de caráter comercial. A descontinuidade do ciclo de produção e o reduzido porte da maioria das empresas faz com que seja inviável a manutenção das equipes de projetos. Deste modo, embora possa existir uma certa fidelidade na construção, esta é pautada, principalmente, no preço de mercado dos serviços, fazendo com que a qualidade e a construção das soluções de execução de projetos nem sempre são monitoradas e consideradas. O relacionamento das empresas construtoras - incorporadoras com os prestadores de serviço limitam-se à duração do empreendimento, não compreendendo relações de troca mais duradouras.

De acordo com Limer (1997), “um sistema de controle eficaz deve permitir analisar o projeto sob todos os seus aspectos, quer sejam técnicos, financeiros, econômicos e, ainda gerenciais.”

Salgado (2000), cita que para exercer o controle de um projeto segundo a norma ISO 9001, deve-se elaborar procedimentos que propiciem em controle efetivo desde os dados utilizados no desenvolvimento até o controle das alterações dos projetos, e assim a empresa deve possuir a análise sobre as ações dos seguintes itens:

- a) **Generalidades** – a empresa deve ter um procedimento para elaboração, controle e verificação de projetos, assegurando o atendimento aos requisitos especificados para este.
- b) **Planejamento de Projeto e de Desenvolvimento** – deve-se estabelecer um Plano da Qualidade do Projeto a exemplo do Plano da Qualidade da Obra, objetivando planejar e descrever as atividades de projeto, definindo os responsáveis (qualificados) para sua implantação. O Plano deve ser atualizado à medida que o projeto evolui.

- c) **Interfaces Técnicas e Organizacionais** – é preciso definir as interfaces técnicas e organizacionais entre os grupos que participam do desenvolvimento do projeto, documentando as informações que comprovam essas interfaces. Além do controle e registro das interfaces, é necessário analisá-las criticamente. A compatibilização de projetos é uma arma poderosa contra o retrabalho e desperdício. Portanto, para a melhoria da qualidade na produção das edificações é fundamental o desenvolvimento de procedimentos visando a orientar os projetistas na análise das interfaces de projeto.
- d) **Entrada de Projeto** – são denominados dados do projeto todos aqueles parâmetros numéricos, critérios e requisitos sobre os quais se baseia o projeto. Todos esses dados devem ser listados, com o objetivo de facilitar o seu controle.
- e) **Saída de Projeto** – além de estabelecer procedimentos que visem ao controle da saída do projeto, é fundamental verificar e validar os requisitos de saída em relação aos requisitos de entrada, analisando criticamente os documentos de saída antes da liberação.
- f) **Análise Crítica de Projeto** – a empresa deve possuir procedimentos e registros para a análise crítica de projeto. Esta análise crítica deve ser realizada dentro das informações de projeto passíveis de serem analisadas, ou seja, compatibilidade entre projetos, quantidade de informações apresentadas, qualidade na representação gráfica, atendimento às necessidades e expectativas do cliente, cumprimento aos requisitos da qualidade definidos para o projeto, entre outros.
- g) **Verificação de Projeto** – é necessário definir as medidas para a verificação de projetos considerando as diferentes etapas por que passa um projeto desde o estudo preliminar até o projeto de execução).
- h) **Validação de Projeto** – a validação de projeto é obtida através da comprovação de que as necessidades e exigências do cliente foram atendidas.
- i) **Alterações de Projeto** – a realização das alterações nos projetos deve ser justificada e essa justificativa deve ser registrada conforme procedimento específico para este fim. Além disso, qualquer alteração de projeto deve ser aprovada por pessoal qualificado antes da sua implementação.

Relacionando ainda a qualidade dos projetos com a NBR 15575, norma de desempenho, Shin (2016) diz que a coordenação de projetos é fundamental para o desenvolvimento do projeto após a implantação da norma de desempenho, e isso pressupõe uma maior integração e diálogo entre projetistas e os outros intervenientes. Conhecimentos sobre materiais e seu comportamento frente as variações ambientais e de sistemas construtivos são fundamentais para a fase de projeto, já que sua definição e avaliação são necessárias desde o estudo preliminar. É papel dos projetistas tornar as expectativas e desempenho pretendido pelos usuários em realidade junto aos fornecedores e construtores.

A organização de melhorias nas ações de coordenação de projeto citadas por Miranda (2014), como por exemplo: normalização do escopo do projeto e das ações relacionadas à coordenação de projetos; ações para a qualificação profissional; monitorar planos e metas; e implementação da qualidade especificamente para o setor de projetos. Miranda (2014) ainda sugere que para a avaliação da estrutura organizacional e das rotinas administrativas do escritório, junto com o entendimento da melhoria da gestão de desempenho, passaram a ser as metas de melhoria de qualidade. Desta maneira, foram listados os seguintes procedimentos para a busca da qualidade em projetos:

- a) Padronização dos procedimentos gráficos na representação dos projetos;
- b) Repetição de práticas de projeto já consagradas;
- c) Memória digital, impressa e através de anotações constantes de todos os procedimentos e comunicações entre projetistas e clientes ao longo do processo de projeto;
- d) Memória dos procedimentos legais, uma espécie de passo a passo e arquivamento de documentos de forma a serem facilmente encontrados, mesmo após alguns anos;
- e) Atendimento ao cliente em horário e dia pré-agendados, estabelecendo uma rotina;
- f) Estabelecimento de prazos e pontualidade de entregas;
- g) Não gratuidade de propostas de alterações nos projetos;
- h) Melhoria na qualidade do projeto com o uso de especificações e desenhos gráficos comprometidos com os aspectos construtivos em um conceito de

desenvolvimento integrado do produto, envolvendo profissionais multidisciplinares, e também fabricantes e fornecedores;

- i) Maior preocupação com a clareza nas informações e também na comunicação gráfica, para que os clientes tenham maior clareza do projeto;
- j) Retorno aos clientes, ainda que seja para informar sobre o andamento dos projetos.

Shin (2016), ainda destaca que para o atendimento da norma de desempenho, é necessário que os profissionais responsáveis pelos projetos de edificações busquem maior conhecimento técnico e construtivo, familiarização com ensaios tecnológicos e começar práticas de verificação de desempenho, o que também acentua o aspecto interdisciplinar do projeto, principalmente junto a coordenação de projeto.

De acordo com Shin (2016), é percebido ainda, um aumento no tempo de realização dos projetos, frente aos novos procedimentos advindos da NBR 15575. Esta realidade impõe um novo valor nos projetos, principalmente ao de arquitetura, que passa a ser um passo fundamental para a garantia do desempenho do produto final, o que também implica na necessidade de mudança na cultura de modificação do projeto durante a fase de execução.

## 4. MODALIDADES DE EXECUÇÃO DE OBRAS DE EDIFICAÇÕES

### 4.1. INTERVENIENTES DE UM EMPREENDIMENTO DE EDIFICAÇÕES

Em obras de edificações é fundamental mencionar os intervenientes principais no processo construtivo e que surgem direta ou indiretamente ligados a fiscalização de obras.

Resumidamente, pode-se enumerar em 4 intervenientes principais, e ainda busca-se definir a atuação de cada um junto com sua intervenção que pode ser direta ao processo de fiscalização (ROSAS, 2008):

- a) **Dono da Obra** - é quem promove a execução dos projetos ou das obras realizando-os pelos seus próprios meios ou contratando-os a entidades habilitadas para esse efeito. Por iniciativa própria deve promover na obra de que é responsável a existência de uma entidade coordenadora de segurança em obra ou de fiscalização da mesma.
- b) **Empreiteiro** – é por essência, toda a massa central de uma obra, que executa diretamente os trabalhos propostos, sendo constituída pelo diretor de obra, apontador, pessoal de apoio técnico e administrativo à obra, chefias operárias e respectivos operários, etc. De maneira concisa, podem-se ainda referir algumas funções para o empreiteiro, tais como o apoio ao escritório geral e do diretor de obra na preparação inicial da mesma (organização do canteiro, revisão dos planos de trabalho, do cronograma financeiro, do orçamento comercial, etc.), a aquisição de materiais, contratação de subempreitadas, mão de obra, gestão de equipamentos, verificação de projetos, controle de prazos e custos, coordenação técnica de obra, de faturação e de segurança. E nestes últimos itens que se entende a ligação do empreiteiro com às entidades fiscalizadoras, mantendo a existência de técnicos de segurança e execução, cumprindo o estipulado em projeto, ajudando e facilitando a atuação da fiscalização, além de permitir maior fluência em todo o processo construtivo.

- c) **Projetista** – aquele que, estando habilitado nas referentes associações de natureza profissional respectiva, elabora ou participa na concepção de projeto em cada uma das especialidades e que nessa qualidade o profissional atua, bem como à respectiva declaração ou termo de responsabilidade técnica, que assegura o cumprimento das disposições legais ou regulamentares da especialidade, e sua assistência técnica à obra. A relação do projetista com a fiscalização pode ser resumida, essencialmente, na aprovação de eventuais alterações requisitadas pela mesma ou de dúvidas a serem esclarecidas sobre o projeto.
- d) **Entidades licenciadoras** – principais responsáveis pela execução de um projeto dentro dos parâmetros definidos por lei. A importância deste interveniente se entende facilmente junto à fiscalização de obras, são estes que proporcionam as ações legais que os órgãos fiscalizadores devem exercer em sua atividade. Algumas das funções deste interveniente são: a garantia do cumprimento de posturas regulamentadoras municipais, estaduais e federais, verificando a existência e validade de alvarás de licença e garantias de cumprimento das regras específicas de execução de trabalhos de cada especialidade definidas pelo serviço de fiscalização.

Todas estas descrições se unem pelo tema de interesse deste trabalho, pois a fiscalização é o principal fator de interação e comunicação entre os intervenientes.

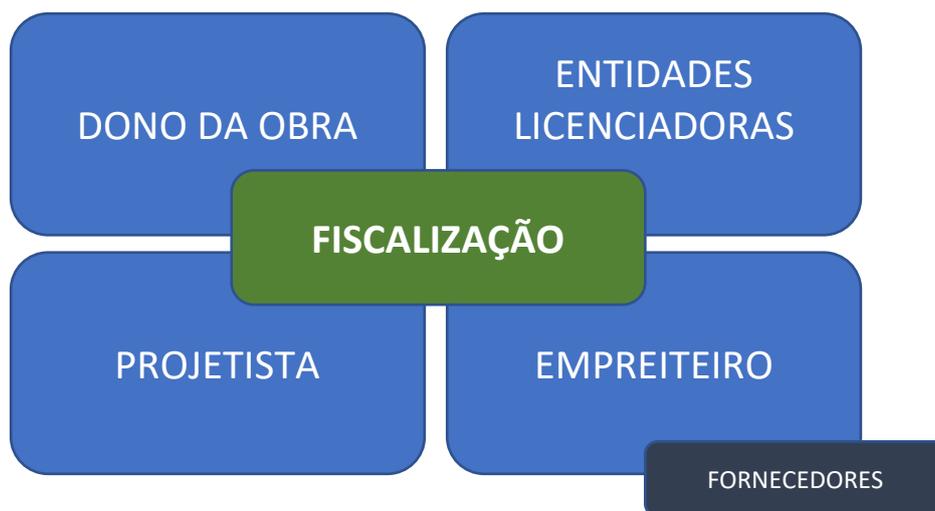


Figura 6: Intervenientes no processo da construção. Fonte: Rodrigues (2010)

A fiscalização tende a possuir uma postura de interlocutor e de gestor numa obra, não só na fase de execução, mas nas fases posteriores como garantia de qualidade que deve ser promovida.

Outros autores definem os intervenientes de uma obra de edificação apresentando diversos agentes envolvidos no processo de projeto e planejamento da obra, com interesses e expectativas particulares. Segundo Sperandio (2016), os principais intervenientes são: “o empreendedor, que é responsável pela geração do produto; as equipes de projetos, que atuam na formalização do produto; o construtor, que é responsável pela execução do produto; e finalmente o usuário (cliente), que assume a utilização do produto.”

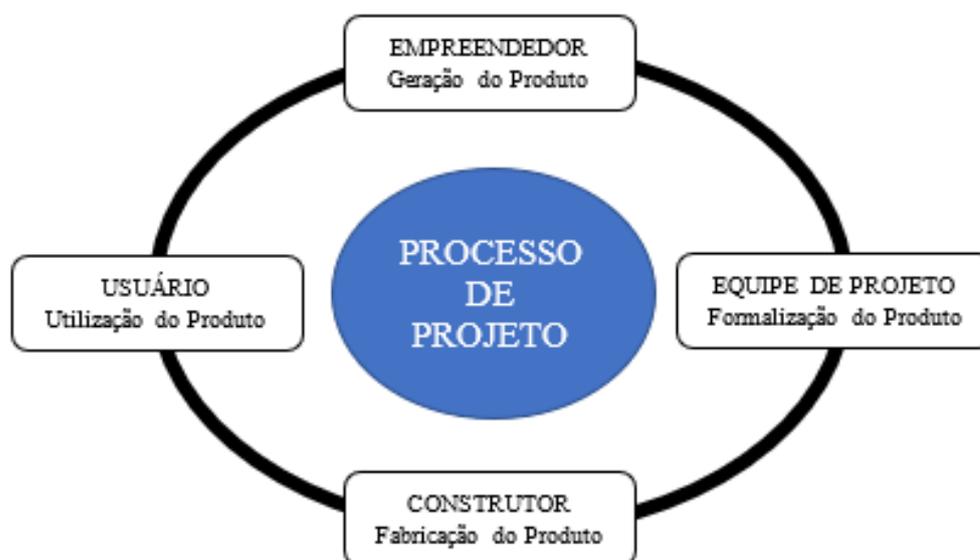


Figura 7: Principais Intervenientes do processo de projeto de edificações, adaptação. Fonte: Sperandio (2016)

Mesmo existindo divergências entre os interesses destes agentes no que diz respeito às características e objetivos do empreendimento, há um interesse em comum entre eles: a qualidade do projeto como um todo. Descrevendo o interesse de cada interveniente tem na qualidade do processo de projeto da edificação, de acordo com Sperandio (2016), podem ser explicados assim:

- e) **Empreendedor:** com produtos de fácil aceitação e venda, ele obtém resultado econômico e maior competitividade em relação aos concorrentes.

- f) **Projetistas:** com o sucesso do edifício projetado pode obter realização profissional e pessoal, além de ampliar seu acervo em currículo.
- g) **Construtor:** visa cumprir com eficiência suas atividades de execução, minimizando a necessidade de retrabalho ou manutenção de serviços nas fases iniciais ou posterior da entrega da edificação.
- h) **Usuário:** pelo desempenho satisfatório durante a utilização do edifício e pela durabilidade adequada ao retorno do valor investido no empreendimento.

Existem ainda outros dois intervenientes citados em literaturas referentes a obras de edificações que não estão listados entre os principais, mas que possuem certa relevância durante a execução de um empreendimento, estes são as gerenciadoras de obras e os laboratórios de controle de qualidade:

- i) **Gerenciadora:** é a responsável por fiscalizar todos os aspectos da obra, desde sua concepção, proporcionando as diretrizes para redução de custos e garante que a obra está em conformidade com as legislações vigentes para o local de execução. Uma gerenciadora possui o papel de analisar, por exemplo, qual construtora possui melhor relação custo benefício para seu cliente, assim como também se faz responsável por todo o controle referente à garantia da execução da obra de acordo com as necessidades do cliente.
- j) **Laboratório de controle de qualidade:** é responsável por observar parâmetros e indicadores através de ensaios com os elementos construtivos da obra, estabelecendo registros para a garantia da qualidade. Outra função importante, especialmente para materiais como concreto armado ou argamassas, por exemplo, é a definição da rastreabilidade de cada serviço. Cada material possui seu devido ensaio laboratorial e de recebimento na obra, definidos por normas brasileiras e internacionais.

#### 4.2. MODOS DE CONTRATAÇÃO DE SERVIÇOS DE CONSTRUÇÃO

Segundo Limer (1997), “a contratação de projetos e obras ou serviços, na construção, é um processo por meio do qual as partes interessadas solicitam e obtêm

propostas, garantindo o fornecimento de mão de obra, materiais e equipamentos, quer sejam estes utilizados na execução das obras, quer sejam integrados ao empreendimento.”

Os principais tipos de contrato existentes para a execução dos serviços necessários em uma obra de edificação são citados por Limer (1997) como: contrato por **preço fixo** e **preço móvel**.

#### 4.2.1. Contrato por Preço Fixo

Um contrato de construção por **preço fixo**, também chamado de preço global ou ainda de empreitada, em que a execução de toda a obra é acertada por um valor global e fixo, que inclui a execução de todos os serviços com mão de obra adequada e o fornecimento de materiais e equipamentos necessários à sua execução. Este contrato tem seu valor imutável quando considerado em moeda constante. Mesmo a variação de valor decorrente da depreciação da moeda (inflação) não transforma o contrato em preço móvel. (LIMER, 1997)

Contratos de **preço fixo** pressupõe uma definição minuciosa de todos os componentes da obra, de modo que seus custos possam ser orçados com as menores margens de incerteza possível. Essa margem é normalmente coberta por uma taxa percentual sobre o custo orçado. A definição minuciosa dos componentes da obra é dada pelo projeto detalhado de engenharia. (LIMER, 1997)

Outra modalidade de contrato de preço fixo é o de **preços unitários**, em que o contratado se obriga a executar cada unidade de serviço definido previamente por um preço já acordado. Este preço está ligado a uma faixa de variação em torno da quantidade predeterminada para cada serviço, em função da escala de produção. Caso esta variação de quantidades ultrapasse a faixa estabelecida, o preço unitário para o serviço deverá ser renegociado. A soma do valor de todos os serviços dados por preços unitários com suas respectivas quantidades, permite estabelecer o valor global de contrato. (LIMER, 1997)

Limer ainda afirma que nos contratos por **preço fixo**, é comum ainda a existência do **prêmio** e da **multa**, onde o construtor recebe uma bonificação em dinheiro caso consiga reduzir custo e/ou prazo de execução de obra (sem interferência na qualidade da obra), que pode ser maior de acordo com as reduções alcançadas. Ao contrário, quando

se ultrapassa custos ou prazos de execução predeterminados, o construtor é penalizado com uma multa, que da mesma maneira que o prêmio, varia em função dos valores atingidos.

#### 4.2.1.1. Vantagens do Preço Fixo – Empreitada

- a) Melhor comparação entre as diferentes propostas;
- b) Maiores garantias comerciais ao contratante;
- c) Facilita o gerenciamento do empreendimento;
- d) Facilita o controle físico e de custos, uma vez que o pagamento corresponde a etapas executadas.

#### 4.2.1.2. Desvantagens do Preço Fixo – Empreitada

- a) Tende a possuir um preço maior que outros tipos de contrato;
- b) Maior risco para a contratada, faz com que sejam acrescidos valores para suprir este risco;
- c) O risco reduz o número de empresas concorrentes que realmente possuem habilitação para execução dos serviços;
- d) Necessidade de perfeito detalhamento do objeto a ser executado para que não ocorram dúvidas durante a construção;
- e) A contratada possui mais trabalho para gerar a proposta, devido a incerteza dos cenários que poderá enfrentar durante a obra;
- f) Projeto executivo bem definido e detalhado, para que se possa levantar os tipos e quantidades de serviços com menor margem de erro.

#### 4.2.1.3. Vantagens do Preço Fixo – Preço Unitário

- a) Permite contratação de obra e de serviços antes de se ter o projeto de engenharia completamente detalhado;
- b) Tipos e quantidades de serviços são definidos com base em estimativas, o que permite antecipar o início da obra, conseqüentemente, concluí-la mais cedo;
- c) Detalhamento do projeto feito em paralelo com a obra;

- d) Facilidade no gerenciamento do contrato, com procedimento de medições periódicas e de comparação dos quantitativos físicos e seus respectivos custos com os planejados inicialmente.

#### 4.2.1.4. Desvantagens do Preço Fixo – Preço Unitário

- a) Propostas de preços unitários são dificilmente comparáveis entre si, uma vez que não explicitam os quantitativos globais de serviços, o que pode variar em função das metodologias de execução diferenciadas, modificando a formação de cada preço;
- b) Outro fator que leva a deformação dos preços é a camuflagem de custos não explicitáveis no elenco de preços unitários;
- c) Exige conhecimento prévio o mais completo possível de todos os serviços a serem executados;
- d) Rigor na medição dos serviços.

#### 4.2.2. Contrato por Preço Móvel

Sobre o contrato por **preço móvel** em que é chamada de modalidade de execução de serviços por administração contratada. Nesta modalidade, contrata-se a execução da obra mediante o reembolso das despesas incidentes e o pagamento de uma remuneração ao construtor, geralmente fixada por uma taxa percentual sobre o valor das despesas. Outro modo de remuneração é por um montante fixo, que independe do valor das despesas reembolsadas. (LIMER, 1997)

##### 4.2.2.1. Vantagens do Preço Móvel – Administração

- a) Não há necessidade de definição detalhada do escopo do projeto;
- b) Os gastos e o tempo despendidos com negociação do contrato são minimizados;
- c) O contrato com remuneração fixa incentiva a redução do prazo de execução da obra pelo contratado.

#### 4.2.2.2. Desvantagens do Preço Móvel – Administração

- a) Exige grande capacidade gerencial e de controle por parte do proprietário/gerenciador;
- b) Maior detalhamento e definição do projeto e escopo do empreendimento para o caso de remuneração percentual, a fim de poder estipular o montante da remuneração a ser paga;
- c) O contratado tende sempre a gastar mais que o necessário, alongando o prazo da obra.

Em cada uma das modalidades de contrato existirão vantagens e desvantagens, porém o bom contrato será aquele que a obra é executada por um preço e condições consideradas justas pelas partes interessadas, que permita o lucro do construtor, sendo respeitado o prazo e o padrão de qualidade definidos. (LIMER, 1997)

## **5. FISCALIZAÇÃO DA EXECUÇÃO EM OBRAS DE EDIFICAÇÕES**

### **5.1. PRÁTICA DA FISCALIZAÇÃO DE OBRAS**

Culturalmente o brasileiro não possui o costume da exigência ou de fiscalização como clientes, que no caso da construção de edificações se tornando usuários do empreendimento, o que pode lhe custar financeiramente e temporalmente, principalmente por atrasos no futuro, sejam estes na entrega da edificação ou por dificuldades em residir e trabalhar, no caso de edificação comercial, no local. Entretanto este cenário começa a mudar, de acordo com Silva Filho et al. (2015) as construtoras atuantes na área da construção civil de forma geral, têm se encontrado em situações cada vez mais delicadas, onde as exigências dos clientes se apresentam crescentes. Barros Neto (1997) já apresentava essa mudança no modo de agir do brasileiro, onde afirma que a indústria da construção de edificações possuía clientes com poder de negociação fraco, mas reconhece que o cenário estava em mudança devido ao grau de exigência e de esclarecimento dos consumidores.

Tendo em vista a necessidade das empresas atuantes na construção de edificações de, cada vez mais, cumprir com as prioridades apresentadas por seus clientes e apresentar o seu produto com qualidade, a implementação de sistemas de fiscalização eficazes durante toda a fase de planejamento e desenvolvimento do empreendimento se torna parte importante da execução das obras.

A fiscalização de projetos requer um sistema adequado às particularidades que o mesmo apresenta (LIMER, 1997):

- a) Ser relacionada com as demais funções do projeto;
- b) Ser econômico, para justificar seu custo operacional;
- c) Antecipar e permitir que a gerência seja informada em prazo oportuno sobre desvios, de modo que ações corretivas possam ser iniciadas tempestivamente;
- d) Ser acessível e do conhecimento de todos os envolvidos no processo;
- e) Ter flexibilidade para ajustar-se rapidamente às mudanças do ambiente organizacional.

Fiscalização é uma prestação de serviços que se repartem em diversas áreas funcionais (ROSAS, 2008):

- a) Conformidade – garante que a execução esteja de acordo com o projeto;
- b) Economia – trata das questões de custos e faturação;
- c) Planejamento – trata das questões de prazos;
- d) Informação/Projeto – conduz e registra toda a informação;
- e) Licenciamento/Contrato – Conduz, registra e implementa os atos administrativos;
- f) Segurança – gere a implementação do plano de segurança;
- g) Qualidade – implementa mecanismos de garantia da qualidade.

Não estaria correto analisar as áreas citadas separadamente. A interligação entre elas é, de fato, o ponto principal para otimizar o rendimento de cada uma, ou para não tornar parte destas áreas inúteis ou sem operação.

Segundo Souza & Abiko (1997), a fiscalização corresponde a checar o serviço executado ou em execução para evitar o desvio do rumo e garantir o desenvolvimento da obra sem ocorrência de problema que podem repercutir na satisfação dos clientes. E para que a mesma ocorra, esta deve ser formalizada de maneira que todos os envolvidos na obra, sejam estes engenheiros, mestres ou encarregados, utilizem os mesmos critérios para verificação da qualidade da execução.

De acordo com Queiroz (2001), o controle de obras não constitui uma atividade avulsa, empírica, que explore apenas os pontos aparentemente críticos da construção, quando estes se apresentam. Pelo contrário, é uma atividade que visa exatamente não permitir a ocorrência de pontos críticos, evitar os desvios e distorções de parâmetros da qualidade do que foi estabelecido em projeto. A fiscalização é, portanto, uma atividade que, se for alcançada a plenitude, será para prevenir possíveis falhas e raramente de caráter corretivo.

Queiroz (2001) ainda sugere que para um sistema de controle e de fiscalização efetiva deve-se pensar nos seguintes objetivos:

- a) O acompanhamento diário da execução dos serviços visando bons resultados de produtividade e custos, o que proporciona grande ajuda na administração da obra.
- b) Apuração dos prazos reais de execução de serviços e etapas construtivas, bem como de seus custos reais, permitindo comparações com parâmetros previstos. Esta apuração pode ser chamada de apropriação de dados.
- c) Tomadas de decisão em casos de desvios nos prazos e/ou custos previstos/executados.
- d) Obtenção de dados que venham a servir para realimentar todo o processo de planejamento, programação e controle em empreendimentos futuros.

Souza & Abiko (1997) ainda complementam que para garantir a satisfação total do cliente, é fundamental que ocorra uma fase de inspeção após a obra estar concluída, antes da entrega ao proprietário. A mesma deve ser realizada em todas as unidades do empreendimento, por um cliente interno da construção que não tenha participado do processo de produção.

## 5.2. MODALIDADES DE FISCALIZAÇÃO

### 5.2.1. Aspectos Gerais

A fiscalização geralmente está associada a cobrança do dono da obra, se cobra a fiscalização por parte da construtora é mais atuante. Se não cobra há uma limitação a aspectos voltados para os itens estruturais da obra e uma fiscalização menos rigorosa para os demais itens. Outro aspecto importante é que a fiscalização sofre também influência do fato da construtora ter ou não SGQ implantado, por força dos requisitos das normas de certificação a construtora acaba criando rotinas de gestão do controle da qualidade da obra.

### 5.2.2. Fiscalização em empresas sem SGQ

Empresas do ramo da construção civil, principalmente as construtoras de edificações que não possuem um sistema de gestão da qualidade implementado, geralmente não possuem uma metodologia de fiscalização aprimorada e detalhada. A fiscalização acontece, porém de maneira aleatória e não contínua, podendo ser feita pelo mestre de obras, engenheiro, ou até mesmo por um estagiário, que com algumas

orientações do engenheiro, recebe esta responsabilidade, na qual, muitas vezes, não está pronto para assumir.

Este tipo de fiscalização normalmente percebe a não conformidade depois do ocorrido, devido ao seu caráter não contínuo. Como os intervalos entre uma inspeção e outra é indefinido, a quantidade de não conformidades pode ser elevada quando uma verificação for feita, ou ainda passarem despercebidas, já que a execução não foi acompanhada. O que pode causar grandes índices de retrabalho além disso, as falhas de execução que passam despercebidas durante a fiscalização podem aparecer em forma de patologias no futuro da construção, o que pode causar manutenções constantes para a garantia da construção da edificação, e o pior de tudo, a insatisfação do cliente que não obtém a qualidade desejada em seu imóvel.

Existem ainda, empresas maiores que não apresentam um SGQ implementado, porém ao contratar uma empresa especializada em fiscalização para acompanhar a obra e verificar todos os processos de execução, implementando, até mesmo dentro dos canteiros, laboratórios de qualidade. Onde esse tipo de relação da empresa fiscalizadora, por não ser integrante da construtora, propõe uma maior autonomia para que a inspeção dos serviços esteja de acordo com as especificações preestabelecidas em projeto.

As empresas com expertise em fiscalização, geralmente possuem um sistema detalhado e bem definido de verificação dos serviços, o que pode garantir a qualidade da execução, mesmo sem a implantação de um SGQ por parte da construtora.

### 5.2.3. Fiscalização em empresas com SGQ

Uma das práticas mais comuns de fiscalização de uma empresa que apresenta um sistema de gestão da qualidade é a utilização de formulários que guiam a execução, inspeção e verificação final dos procedimentos, os mais utilizados são os conhecidos como: Procedimento de Execução de Serviços (PES), Procedimento de Inspeção de Serviços (PIS) e Ficha de Verificação de Serviços (FVS), onde segundo (SOUZA & MEKBEKIAN, 1996):

De acordo com Oliveira (2012), o PES é um documento que aponta os objetivos, quais serão as referências normativas para aquele processo, os recursos, materiais e

equipamentos necessários e o método executivo detalhado e de maneira sequencial preservando todas as normas consultadas.

O formulário PES possui cabeçalho autoexplicativo e deve ser elaborado do seguinte modo:

- a) Campo 1 – objetivo: descrever a finalidade do procedimento, fazendo referência ao tipo de serviço e campo de aplicação;
- b) Campo 2 – documentos de referência: relacionar os documentos aplicáveis ao procedimento (projetos, especificações e outros que interferem na execução do serviço);
- c) Campo 3 – materiais, equipamentos e ferramentas: relacionar os principais materiais, equipamentos e ferramentas necessários à execução do serviço;
- d) Campo 4 – método executivo; apresentar todos os passos necessários para à execução do serviço e a metodologia a ser empregada.

Oliveira (2012) diz que o PIS é o documento que relaciona os itens de controle inerentes a cada atividade e seus métodos aplicáveis aliados aos critérios de parâmetros adotados, configurando desse modo a fiscalização a ser realizada na atividade.

O formulário PIS também dispõe de um cabeçalho autoexplicativo e deve ser montado com as seguintes orientações:

- a) Número do item: preencher com o número sequencial do item de verificação do serviço;
- b) Item de verificação: discriminar a verificação, o ensaio ou teste a ser realizado na obra para o controle da qualidade do serviço;
- c) Metodologia e critério de avaliação: descrever a maneira pela qual se deve realizar a verificação incluindo equipamentos a serem utilizados, limites

de tolerância, critérios de aceitação e rejeição e ações corretivas pertinentes, relacionadas para os casos de não conformidade.

Segundo Oliveira (2012) a FVS, é o documento que tem como principal função, a de operar como um apontador sobre as condições de aprovação ou reprovação dos itens de controle inerentes aos serviços. O preenchimento deste documento compete aos profissionais habilitados das áreas técnicas, expressando de maneira clara e objetiva se o item está ou não em conformidade com o previsto. Outra funcionalidade da FVS é a de mapear as ações a serem tomadas, conforme o teor das informações relatadas nas observações e ações de campo.

A FVS deve ser preenchida com os dados de aprovação ou rejeição das condições para o início do serviço e das verificações de rotina estabelecidas no PIS correspondente. Em caso de rejeição, deve-se anotar, ao lado do item em questão, as observações e ações corretivas adotadas. Seu cabeçalho é autoexplicativo.

LOGOTIPO DA EMPRESA	SISTEMA DA QUALIDADE <b>PES – PROCEDIMENTO DE EXECUÇÃO DE SERVIÇOS</b>		DEPARTAMENTO*	
SERVIÇO			PES Nº/ VERSÃO	FOLHA Nº
1 OBJETIVO				
2 DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA				
3 MATERIAIS E EQUIPAMENTOS				
4 MÉTODO EXECUTIVO				
ELABORADO POR			APROVADO POR	
_____ NOME/ASSINATURA			_____ NOME/ASSINATURA	
_____/_____/_____ DATA			_____/_____/_____ DATA	

Figura 8: Modelo de formulário PES. Fonte: Souza & Mekbekian (1996)

LOGOTIPO DA EMPRESA		SISTEMA DA QUALIDADE <b>PIS – PROCEDIMENTO DE INSPEÇÃO DE SERVIÇOS</b>		DEPARTAMENTO*	
SERVIÇO			PIS Nº	VERSÃO	PES DE REF.
					FOLHA Nº
Nº DO ITEM		ITEM DE VERIFICAÇÃO	METODOLOGIA E CRITÉRIO DE AVALIAÇÃO		
ELABORADO POR			APROVADO POR		
<hr/> NOME/ASSINATURA			<hr/> NOME/ASSINATURA		
<hr/> DATA			<hr/> DATA		

Figura 9: Modelo de formulário PIS. Fonte: Souza & Mekbekian (1996)

LOGOTIPO DA EMPRESA		SISTEMA DA QUALIDADE FVS – FICHA DE VERIFICAÇÃO DE SERVIÇOS				DEPARTAMENTO*	
SERVIÇO		PIS DE REF.		FSV Nº	FOLHA Nº		
LOCAL DO SERVIÇO		QUANTIDADE VERIFICADA		INICIO	TERMINO		
MESTRE	ENCARREGADO	EQUIPE					
CONDIÇÕES PARA O INÍCIO DA EXECUÇÃO DO SERVIÇO			APROVAÇÃO		OBSERVAÇÕES E AÇÕES		
Nº	VERIFICAÇÕES DE ROTINA	APROVADO (A) ou REJEITADO (R)				OBSERVAÇÕES E AÇÕES	
		Verif 1	Verif 2	Verif 3	Verif 4		
RESPONSÁVEL PELA VERIFICAÇÃO			ENGENHEIRO				
_____			_____				
NOME/ASSINATURA			NOME/ASSINATURA				
____/____/____			____/____/____				
DATA			DATA				

Figura 10: Modelo de formulário FVS. Fonte: Souza & Mekbekian (1996)

Ainda segundo Souza & Mekbekian (1996), os Procedimentos de Execução de Serviços (PES) e Procedimentos de Inspeção de Serviços (PIS) devem ser elaborados para cada serviço inicialmente priorizado e ficam dentro do acervo técnico da empresa. Já a Ficha de Verificação de Serviços (FVS) é o documento de preenchimento durante a obra, na execução de cada serviço. O registro da qualidade que irá retroalimentar o sistema para que possa compor o arquivo da qualidade da obra e um eventual rastreamento dos processos de produção.

Deve-se lembrar que para uma correta utilização destes formulários como ferramentas da qualidade é necessário traçar uma estratégia de implantação prática nos procedimentos da obra. Esta estratégia deve considerar a mão de obra utilizada é própria ou de empreiteiros, a forma como é feito o treinamento, a inclusão dos procedimentos de execução de serviços como anexo aos contratos de empreiteiros e a definição de responsabilidades durante a obra para implementar o sistema de gestão da qualidade. Para que sejam definidas as responsabilidades, recomenda-se que sejam respondidas as seguintes perguntas sobre a implantação da qualidade no processo executivo e de controle da obra:

1. Quem se responsabilizará pela promoção de treinamento junto aos operários;
2. Quem será treinado;
3. Como será feito esse treinamento;
4. Quando e onde serão ministrados os treinamentos;
5. Quem serão os responsáveis pelas verificações e inspeções dos serviços;
6. Como serão feitas as inspeções;
7. Onde e quando serão verificados e inspecionados os serviços;
8. Como será registrada a qualidade dos serviços;
9. Quem terá poder de decisão e tomada de ações corretivas;
10. Quais as penalidades a serem adotadas junto ao(s) executor(es) do serviço em caso de retrabalho ou desperdício de materiais e mão de obra.

## **6. OCORRÊNCIA DE NÃO CONFORMIDADES DECORRENTES DE FALHAS NA FISCALIZAÇÃO**

### **6.1. ASPECTOS INTRODUTÓRIOS**

De acordo com Pereira (1985) denomina-se erro de execução a falha ou descuido cometido na execução de uma obra de edificações. Algumas falhas cometidas podem ocasionar danos parciais de pequena, média ou grande criticidade e outras podem comprometer totalmente o desempenho da edificação em construção. A forma de identificar e evitar que esses erros de execução sejam materializados e comprometam a edificação é a verificação entre o serviço executado e o serviço projetado. Embora a responsabilidade pela conformidade da edificação em construção seja de todos os intervenientes, empreendedor, projetista, construtor, etc., a missão de identificar não conformidades é da responsabilidade da equipe de fiscalização da obra.

Segundo a NBR ISO 9000 (ABNT, 2015) uma não conformidade é o "não atendimento de um requisito". A mesma norma conceitua defeito como uma "não conformidade relacionada a um uso pretendido ou especificado". Apesar dos dois termos manterem características semelhantes, é importante fazer a distinção. Para a NBR ISO 9001 o defeito é caracterizado quando o uso pretendido pelo cliente é afetado podendo ou não ter conotações legais principalmente as associadas a responsabilidade civil do produto objeto do defeito. Resumidamente pode-se dizer que todo defeito é uma não conformidade, entretanto nem toda não conformidade pode ser enquadrada como um defeito.

A NBR 15575 (ABNT, 2013) estabelece especificações, diretrizes e requisitos para o desempenho das edificações e conceitua o desempenho como o "comportamento em uso de uma edificação e de seus sistemas". Define ainda que os requisitos de desempenho são as "condições que expressam qualitativamente os atributos que a edificação habitacional e seus sistemas devem possuir, a fim de que possam atender aos requisitos do usuário". Com relação a não conformidade a NBR 15575 conceitua que uma falha é "ocorrência que prejudica a utilização do sistema ou do elemento, resultando em desempenho inferior ao requerido".

A NBR 15575 discorre sobre a necessidade de que o desempenho seja objetivamente determinado e para tanto, determina as especificações quantitativas dos requisitos de desempenho sejam expressas em termos de quantidades mensuráveis. Dessa forma, concluído cada sistema compete a empresa construtora avaliar se o mesmo atende aos dispositivos de projeto em relação ao desempenho da edificação.

Entendido os conceitos de não conformidade, falha e defeito denota-se a importância da atuação efetiva da fiscalização no controle da qualidade da obra de forma a preventivamente evitar a ocorrência da não conformidade ou quando esta já estiver materializada, identificar e registrar a não conformidade possibilitando seu tratamento de forma a evitar a materialização do defeito.

Independentemente da etapa executiva e do tipo de não conformidade registrado, há fatores causais preponderantes. Segundo Bomtempo (2016), as principais causas de não conformidades em obras de edificações são: erros de projeto; os erros de execução e os erros oriundos do fator humano.

Com relação aos erros de projeto são aqueles relativos ao dimensionamento, especificação e detalhamento dos sistemas que comporão a edificação, sua qualidade e durabilidade. De acordo com Pereira (1985) os erros de projeto ocorrem no momento da concepção, normalmente tem uma detecção mais difícil, devido a grande quantidade de cálculos, especificações e materiais indicados em projeto.

Os erros de execução são aqueles correspondentes a aquisição ou aplicação incorreta dos materiais de construção ou inadequação a seleção ou na aplicação da técnica construtiva. Os erros de execução fazem com que o desempenho esperado pelo projeto para a edificação não seja efetivado.

Já os erros oriundos do fator humano são aqueles relativos a falta de qualificação, negligência ou distração do pessoal envolvido na atividade em questão. Os erros de fatores humanos numa visão macro podem constituir os erros de projeto e os erros de execução, uma vez, que em todos os processos sempre haverá o envolvimento de um ser humano por mais que o processo seja sistematizado, automatizado e informatizado.

Da mesma forma, Vykopalová (2013), ratifica que maior parte das não conformidades em obras de edificações são geradas por erros da ação humana.

Trindade (2015), ressalta que tanto defeitos construtivos como defeitos de projeto, possuem na maior parte das vezes, falhas humanas como responsáveis, devido a baixa qualidade de mão de obra.

Observando os resultados dos estudos de Bomtempo (2016), Vykopalová (2013) e Trindade (2015) denota-se que apesar de outros fatores causais é significativo a ocorrência devido a fatores humanos.

Portanto, a atenção da fiscalização deve estar voltada, principalmente, para os erros causados pelo homem. Como nenhuma atividade técnica, mesmo com ajuda de equipamentos mecânicos, pode ser realizada sem interação humana, a eficácia dessas atividades é influenciada principalmente por fatores pessoais (traços de personalidade – físico e mental) ou fatores externos (ocasionais, ambientais, sociais e técnicos), que podem interferir na ação antrópica.

A ocorrência de não conformidades em edificações oriundas de falhas executivas durante as obras poderiam ser evitadas se preventivamente estas fossem detectadas pelo processo de fiscalização. Assim sendo, é importante estudar as não conformidades mais recorrentes em edificações de forma a identificar e entender as falhas nos processos de fiscalização.

Para permitir a visão sistêmica da ocorrência das não conformidades ao longo da execução das obras de edificações, a abordagem deste capítulo foi desenvolvida considerando as etapas executivas de obras de edificações descritas no item 2.4. desta monografia.

## 6.2. ETAPA DE LOCAÇÃO DA OBRA

De acordo com Cândido (2016), erros de locação podem acontecer devido a marcação inconsistente de referência de nível por conta do topógrafo, e assim causar falhas na execução do gabarito e demais marcações. É importante verificar se os projetos de locação estão atualizados, pois estes sofrem muitas alterações.

Cândido (2016), ressalta ainda para a importância do chumbamento dos pontaletes que marcam o gabarito, não permitindo mudanças de nivelamento e esquadro.

## 6.3. ETAPA DE EXECUÇÃO DAS FUNDAÇÕES

### 6.3.1. Falhas em Fundações

O assentamento das fundações possui comportamentos diversos, de acordo com os diferentes tipos de solo, uma das falhas mais comuns em fundações é de recalque diferencial, de acordo com Verçosa (1991) apud Garcia (2017), é causador de fissuras, rachaduras, trincas e outras patologias de edificações.

Magalhães (2004) sugere que o recalque diferencial dos solos e, as consequências de falhas das construções podem ser causadas por outros fatores relacionados à fundações, por exemplo:

- a) Carga de trabalho superior a carga admissível do solo ou de camadas inferiores;
- b) Falta de homogeneidade do solo;
- c) Rebaixamento do lençol freático;
- d) Influência de cargas de entorno e vizinhança;
- e) Condições diferenciadas de apoio e carga;
- f) Solapamento, erosão, escavação;
- g) Influência de vegetação ou tubulação adjacente;
- h) Congelamento, inundações, terremotos.

Problemas nas fundações podem ocorrer também em decorrência de erros nas sondagens geotécnicas seja por falha na identificação do perfil do terreno ou pelo subdimensionamento da quantidade de sondagens efetuadas ao longo do terreno.

Pode-se ainda apontar como problema, a alteração de uso da edificação, modificações não previstas durante o projeto, execução de grandes escavações e variações não previstas do nível do lençol freático (GARCIA, 2017).

## 6.4. ETAPA DE EXECUÇÃO DAS ESTRUTURAS

De acordo com Mehta & Monteiro (1994), o concreto pode ser considerado durável quando foi adequadamente dosado, lançado e curado. Thomaz (2001) salienta,

que o desenvolvimento dos aços e cimentos, dos concretos de alto desempenho e dos métodos computacionais de cálculo e dimensionamento estrutural, têm propiciado a redução das seções das peças estruturais, o que torna de extrema importância os estados limites de utilização, bem como dos estados limites de segurança.

Segundo Mehta & Monteiro (1994), a degradação do concreto dificilmente é por uma única causa, em estágios mais avançados de degradação do material, mais de um fenômeno deletério estará em ação.

Nince (1996), em pesquisa feita nas estruturas de concreto armado na região Centro-Oeste, constatou em Goiânia as manifestações patológicas de maior incidência no concreto armado são as fissuras e a corrosão das armaduras, outras importantes patologias são: deformação estrutural, lixiviação de compostos hidratados, falta de qualidade e espessura do cobrimento, irregularidade geométrica e segregação do concreto.

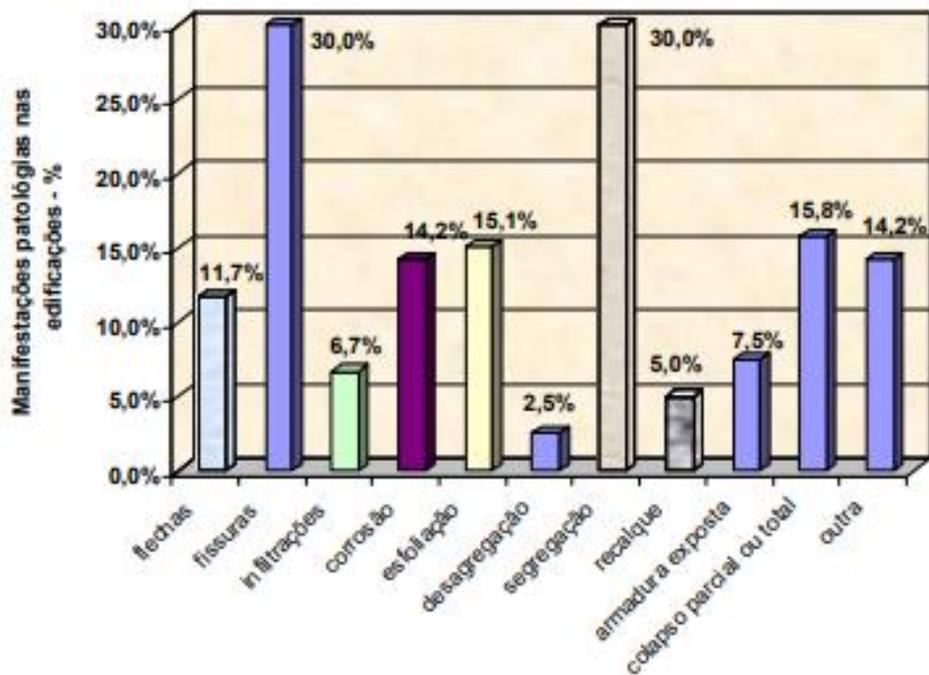


Figura 11: Incidência de manifestações patológicas em estruturas de concreto armado. Fonte: Nince, 1996.

### 6.4.1.Fissuras

De acordo com Joisel (1981), em todas as construções, que tem sua estrutura executada em concreto, existem fissuras, estas, podem surgir em alguns anos, depois de algumas semanas e até mesmo depois de transcorridas algumas horas. As causas destas fissuras são várias e seu diagnóstico difícil.

Segundo Figueiredo (1989), o termo fissura é utilizado para designar a ruptura ocorrida no concreto sob ações mecânicas ou físico-químicas. As fissuras são consideradas agressivas, segundo a NBR 6118:2003, quando seu aparecimento na superfície do concreto armado ultrapassa os seguintes valores:

- a) 0,2 mm para peças expostas em meio agressivo muito forte (industrial e respingos de maré);
- b) 0,3 mm para peças expostas a meio agressivo moderado e forte (urbano, marinho e industrial);
- c) 0,4 mm para peças expostas em meio agressivo fraco (rural e submerso)

A aparência das fissuras nos elementos estruturais, sua abertura, sua trajetória e seu espaçamento, podem indicar a causa ou as causas de suas ocorrências. Dal Molin (1988) em pesquisa sobre as fissuras em estruturas de concreto armado, detectou as principais causas de fissuras, com as respectivas incidências: movimentação térmica externa com 29,71%, sobrecargas com 14,34%, eletrodutos com 13,99%, corrosão das armaduras e retração por secagem, ambas com 11,89% e detalhes construtivos com 10,49%.

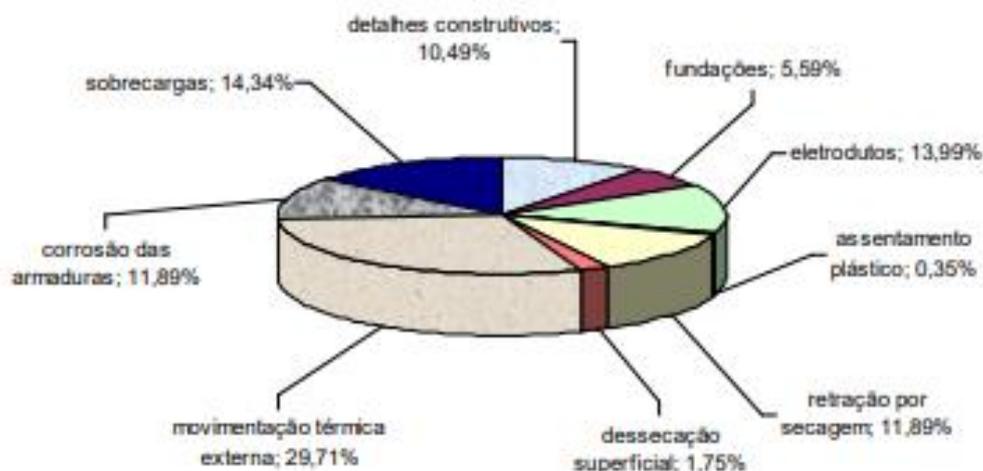


Figura 12: Tipos e incidência de fissuras em concreto armado. Fonte: Dal Molin, 1988.

#### 6.4.1.1. Fissuras por materiais constituintes ou falhas construtivas

Segundo Guzmán (2002), as fissuras relativas ao assentamento plástico surgem poucas horas após o concreto fresco ter sido lançado, vibrado e acabado, no entanto, a superfície do concreto tende a continuar assentando. Nesse momento, com o aparecimento de restrições, como de agregado graúdo e de barras de aço, são propícias a formação de fissuras que se desenvolverão acima dessas obstruções.

Dal Molin (1988) afirma que o assentamento plástico ocorre geralmente durante o período que antecede a pega, portanto deve este intervalo ser o menor possível visando diminuir a sedimentação do concreto.

A cura adequada pode evitar, em alguns casos, as fissuras por dessecação superficial, porém em ambientes com baixa umidade do ar, alta temperatura ou ventos fortes, a cura usual pode não evitar a patologia.

De acordo com Dal Molin (1988), as fissuras decorrentes da retração por secagem decorrem da contração volumétrica da pasta pela saída da água do concreto conservado em ar não saturado, esta retração acontece em função da evaporação da água interna do concreto, começando a partir da superfície em contato com o ambiente, prolongando-se em direção ao interior da peça. As fissuras provenientes de variações térmicas externas,

podem ser decorrentes devido a circunstâncias de influências externas, mudanças nas condições ambientais, incêndios e influências internas, como o calor de hidratação do cimento.

Para Aranha (1994), a aparência das fissuras por retração térmica é muito semelhante ao das fissuras por retração por secagem, sendo perpendiculares ao eixo principal dos elementos, de largura constante e produzindo o seccionamento do elemento. A falta ou execução inadequada de juntas de dilatação dará lugar a fissuras se o concreto não resistir.

#### 6.4.1.2. Fissuras por cargas estruturais

De acordo com Souza & Ripper (1998), os elementos estruturais são dimensionados com base nas solicitações a que estão submetidos, quando ocorre um acréscimo das cargas atuantes ou quando o concreto é executado com alguma falha, surgem às fissuras estruturais. As ocorrências podem ter origem na etapa do projeto, execução e/ou utilização.

Segundo Helene (2003), nas fissuras devido à flexão e esforço cortante, a seção de momento máximo e descontinuidade no diagrama de esforço cortante, as fissuras são aproximadamente ortogonais à armadura de flexão. Nessa região, a tensão de tração alcança seu valor máximo, superando a resistência do concreto. As fissuras são praticamente verticais no terço médio do vão e inclinam-se à aproximadamente a 45°, junto aos apoios, devido à influência do esforço cortante. Em ambos os casos, elas não ultrapassam a altura da linha neutra.



Figura 13: Representação esquemática das patologias observadas em vigas de concreto armado com fissuração devido ao esforço cortante e flexão. Fonte: Helene, 2003.

Nos elementos estruturais submetidos à torção diagonal, estes geram fissuras a  $45^\circ$  em cada face da peça, do tipo helicoidal. Na maioria dos casos os elementos estruturais submetidos à torção são, juntamente, submetidos à flexão e ao esforço cortante. Quando a tensão de tração na diagonal supera a resistência à tração do concreto, ocasiona uma ruptura brusca.



Figura 14: Representação esquemática da fissuração devido ao esforço de torção diagonal. Fonte: Helene, 2003.

Cánovas (1988), diz que as fissuras produzidas pela ação de esforço de tração axial são apresentadas perpendicularmente à direção do mesmo. Este tipo de deformação é pouco frequente no concreto armado, tendo em vista que as armaduras tendem a absorver as solicitações. Os elementos estruturais submetidos à compressão axial apresentam fissuras geralmente paralelas à direção de aplicação da força. Porém, vários outros fatores podem interferir na forma de apresentação das fissuras, entre algumas pode-

se citar: a esbeltez da peça, tipo de agregado utilizado na composição do concreto e coação transversal existentes nos extremos do elemento.

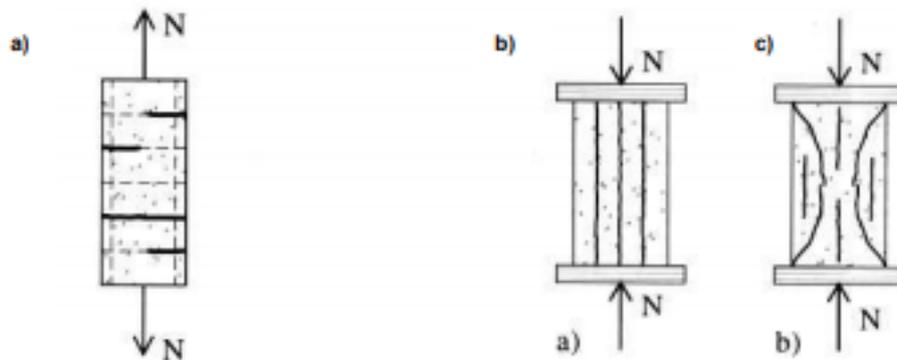


Figura 15: Representação esquemática da fissuração devido ao esforço de tração e compressão. Fonte: Cánovas, 1988.

#### 6.4.2. Deformação estrutural

Segundo Sabbatine (1998), as estruturas executadas na década de sessenta, possuíam vão médio de quatro metros, sendo que as atuais o vão médio possuem sete metros entre apoios, como consequência as estruturas apresentam maiores deformações. Em relação às mudanças do tempo de colocação em carga da estrutura, associadas a deformabilidade do concreto, entende que ocorreu uma mudança radical na amplitude de deformação lenta total da estrutura, que pode ser estimada em quatro vezes maior do que das estruturas da década de sessenta.



Figura 16: Estrutura em concreto armado escorada devido a deformação estrutural. Fonte: Brandão, 2007.

### 6.4.3. Corrosão de armaduras

De acordo com Aranha (1994), uma das principais patologias que se tem observado nas estruturas de concreto armado, é a corrosão das armaduras. Identificando que a permeabilidade do concreto, devido à alta relação água/cimento e dosagem inadequada, e a falha na elaboração do projeto estrutural e/ou na execução da obra, quando não garantem os cobrimentos das armaduras normalizados, constituem nas principais causas da corrosão das armaduras.



Figura 17: Corrosão da armadura em pilar. Fonte: Cascudo, 1997.

A existência de gás carbônico na atmosfera, em conjunto com a umidade (considerada ótima varia entre 50% a 70%), reage principalmente com  $\text{Ca(OH)}_2$ , resultando o  $\text{CaCO}_3$ , reduzindo o pH da água dos poros da pasta de cimento para aproximadamente nove, destruindo a camada de passivação de óxido de ferro, podendo ocorrer corrosão desde que estejam presentes o oxigênio e a umidade (MEHTA & MONTEIRO, 1994).

Helene (2003), destaca que na corrosão há a transformação do aço metálico das armaduras em ferrugem, que provoca um aumento do volume de seis a dez vezes em relação ao volume original. Com esta expansão ocorre a fissuração e desprendimento do concreto localizado na região do cobrimento. Na Figura 18, são apresentados valores estimativos de diminuição da seção transversal das armaduras, com as respectivas consequências.

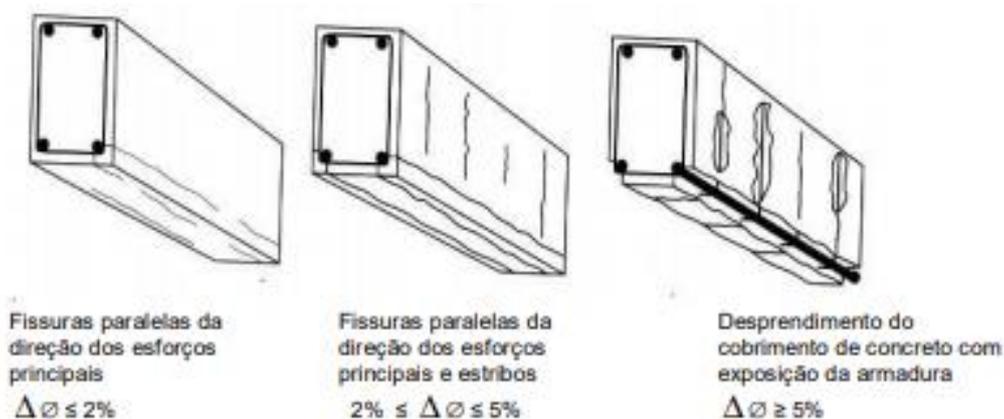


Figura 18: Representação esquemática das patologias comumente observadas em vigas de concreto armado afetadas por corrosão. Fonte: Helene, 2003.

#### 6.4.4. Lixiviação de compostos hidratados

Segundo Jorge (2001), a água como solvente por excelência de sais ácidos e bases orgânicas, bem como de uma pequena parcela de compostos orgânicos, tendo habilidade de dissolver mais substâncias do que qualquer outro líquido. A lixiviação é a ação extrativa ou de dissolução que os compostos hidratados da pasta de cimento podem sofrer quando em contato com água, principalmente as puras ou ácidas.

Mehta & Monteiro (1994), afirmam que quando estas águas entram em contato com a pasta de cimento, tendem a hidrolisar ou dissolver seus compostos contendo cálcio. Porém, no caso de água corrente ou infiltração sob pressão, caso encontrado em reservatórios de água e piscinas, onde ocorre diluição contínua, até que a maior parte do hidróxido de cálcio tenha sido retirado por lixiviação, expondo os outros constituintes cimentícios, estes como os silicatos e aluminatos, à decomposição química.

De acordo com Neville (1997), a lixiviação do hidróxido de cálcio, com a formação de carbonato de cálcio insolúvel são responsáveis pelo aparecimento de eflorescências. Algumas vezes aparece sob forma de estalactites.



Figura 19: Laje térrea com eflorescência devido ao processo de lixiviação. Fonte: Brandão, 2007.

#### 6.4.5. Falta de qualidade e espessura do cobrimento

A NBR 6118:2003 afirma que a durabilidade das estruturas é dependente da qualidade e da espessura do concreto do cobrimento da armadura, determinando a sua resistência à maioria dos fenômenos de degradação. A norma estabelece que na impossibilidade de ensaios comprobatórios de desempenho da durabilidade da estrutura frente ao tipo e nível de agressividade, deverão ser adotados os seguintes requisitos, para elementos estruturais de concreto armado:

Classe de agressividade ambiental	Agressividade	Relação água/cimento em massa	Cobrimento nominal mm	
I	Fraca	$\leq 0,65$	Laje	20
			Viga/Pilar	25
II	Moderada	$\leq 0,60$	Laje	25
			Viga/Pilar	30
III	Forte	$\leq 0,55$	Laje	35
			Viga/Pilar	40
IV	Muito Forte	$\leq 0,45$	Laje	45
			Viga/Pilar	50

Figura 20: Correspondência entre classe de agressividade ambiental e cobrimento nominal. Fonte: NBR 6118:2003.

#### 6.4.6. Irregularidade geométrica

De acordo com Aranha (1994), as irregularidades geométricas dos elementos de concreto armado são modificações, em relação ao previsto no projeto estrutural e/ou de fôrmas, na geometria dos elementos, podendo ocorrer em nível de planeza, esquadro ou nas alterações das dimensões das seções das peças acima do tolerado pela NBR 14931:2004.

<b>Dimensão (a)</b> <b>cm</b>	<b>Tolerância (t)</b> <b>Mm</b>
$a \leq 60$	$\pm 5$
$60 < a \leq 120$	$\pm 7$
$120 < a \leq 250$	$\pm 10$
$a > 250$	$\pm 0,4\%$ da dimensão

Figura 21: Tolerâncias dimensionais para seções transversais de elementos estruturais. Fonte: ABNT - NBR 14931:2004

Cuidados nas execuções das fôrmas e do escoramento podem evitar irregularidades geométricas dos elementos em concreto armado.



Figura 22: Elementos em concreto armado com irregularidades geométricas. Fonte: Brandão, 2007.

#### 6.4.7. Segregação do concreto

Mehta & Monteiro (1994) definem a segregação do concreto como sendo a separação do concreto fresco de tal forma que a sua distribuição deixa de ser uniforme, comprometendo sua compactação, o que é essencial para atingir o potencial máximo de resistência e durabilidade (Figura 233). Sendo que, as principais causas da segregação é uma combinação de consistência inadequada, massas específicas excessivamente distintas, armaduras em alta densidade, condições inadequadas de transporte, lançamento e adensamento do concreto.



Figura 23: Concreto armado com segregação. Fonte: Brandão, 2007.

### 6.5. ETAPA DE EXECUÇÃO DE ALVENARIA DE VEDAÇÃO

Magalhães (2014) cita que as paredes de alvenaria com uso de vedação, configuram e compartimentam os ambientes, além disso, elas devem proteger sobre a ação dos agentes externos, instaurando condições de habitabilidade nas edificações.

Bernardes et al. (1998) mostram os seguintes índices de ocorrência de patologias e falhas mais comuns nas alvenarias: trincas e fissuras com 31%, desnivelamento de

superfície com 20%, defeitos de pintura com 16%, desalinhamento com 14 %, falta de prumo e manchas de pintura com 11% e 8%, respectivamente, observados na Figura 24: Distribuição dos defeitos das paredes. Fonte: Bernardes et al, 1998

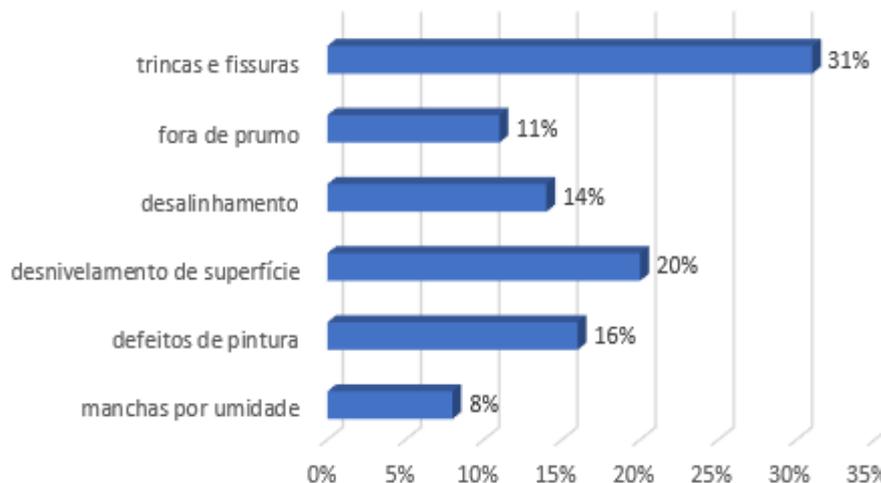


Figura 24: Distribuição dos defeitos das paredes. Fonte: Bernardes et al, 1998

Algumas das patologias presentes na alvenaria são objeto de estudo deste trabalho, são elas:

### 6.5.1. Fissuras em alvenarias

De acordo com Silva e Abrantes (1998), a fissuração não estrutural de alvenarias, mesmo com o conhecimento das características dos materiais, normalização controle de qualidade e certificação, é um problema presente nas edificações.

Duarte (1998) explica que as principais causas de fissuras em alvenarias são por tensões de tração originadas de esforços ortogonais de compressão, de cisalhamento ou tração direta, e têm direção ortogonal à direção do esforço atuante.

Thomaz (1989) se utiliza dos fenômenos causadores das fissuras, para classificá-las da seguinte maneira: sobrecargas, movimentações térmicas, retração e expansão, deformação de elementos da estrutura, recalques de fundação, reações químicas e falhas nos detalhes construtivos.

Magalhães (2004) ao realizar um levantamento referente as causas das fissuras em alvenarias de edificações no estado do Rio Grande do Sul, e constatou que 31,84% das

fissuras eram decorrentes de variações de temperaturas, seguidas por recalques de fundação com 27,80%, conforme a Figura 25, onde são apresentados as demais causas e suas incidências.

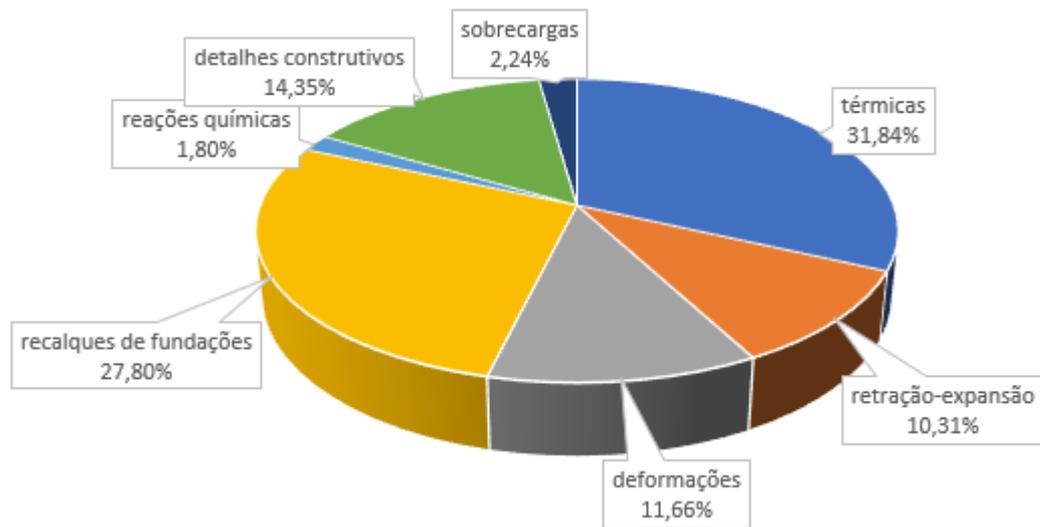


Figura 25: Incidência de fissuras em alvenarias segundo as causas. Fonte: Magalhães, 2004.

#### 6.5.1.1. Fissuras causadas por variações de temperatura

No estado do Rio de Janeiro, assim como no Rio Grande do Sul, as variações de temperatura são expressivas durante o ano. Magalhães (2004) resume as configurações típicas de fissuras causadas por variação de temperatura com a Figura 26, causa que obteve maior percentual de incidência.

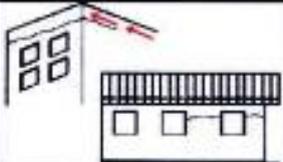
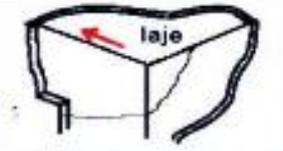
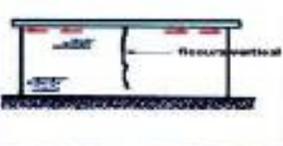
<b>TÉRMICAS</b>	<b>Fissuras causadas por variações de temperatura</b>
	Fissuras horizontais por movimentação térmica da laje
	Fissuras inclinadas por movimentação térmica da laje
	Fissuras inclinadas em paredes transversais por movimentação térmica da laje
	Fissuras verticais por movimentação térmica da laje
	Fissuras inclinadas por movimentação térmica da estrutura de concreto armado
	Fissuras de destacamento por movimentação térmica da estrutura de concreto armado
	Fissuras verticais por movimentação térmica da alvenaria
	Fissuras de destacamento de platibandas por movimentação térmica

Figura 26: Quadro resumo das configurações típicas de fissuras em alvenarias, causadas por variações de temperatura. Fonte: Magalhães, 2004.

### 6.5.1.2. Fissuras causadas por retração e expansão

Para Magalhães (2004), as fissuras causadas por retração podem ser provocadas de duas formas: pela retração dos materiais constituintes da própria alvenaria (blocos,

argamassa de assentamento) ou pela movimentação por retração de outros elementos construtivos.

Scartezini (2002) define a retração da argamassa como um fenômeno físico que ocorre com materiais de base cimentícia, no qual o volume, inicialmente preenchido pelo material no estado plástico, diminui de acordo com as condições de umidade do sistema e a evolução da matriz do cimento.

Thomaz (1989) afirma que as fissuras causadas pela variação de umidade são bem semelhantes àsquelas provocadas pelas variações de temperatura, sendo que as intensidades das mesmas podem variar em função da variação da temperatura, propriedades higrotérmicas e umidade. De acordo com o referido autor, as fissuras causadas pela variação da umidade, podem manifestar-se de diversas formas, como segue:

- a) No encontro de paredes onde os componentes da alvenaria foram assentados com juntas aprumadas, ocorreram movimentações higroscópicas que poderão provocar o destacamento entre as paredes, conforme Figura 27;

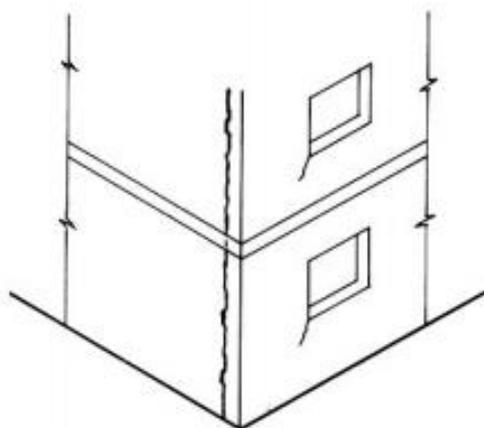


Figura 27: Fissuração vertical da alvenaria no canto do edifício, devido à expansão dos blocos cerâmicos por absorção da umidade. Fonte: Thomaz, 1989.

- b) na base de paredes pode aparecer trinca horizontal (Figura 28), decorrentes de falhas na execução da impermeabilização, caracterizando-se pela diferença entre as movimentações devido à umidade das fiadas inferiores em relação a fiadas superiores;



Figura 28: Trinca horizontal na base da alvenaria por efeito da umidade do solo. Fonte: Brandão, 2007.

- c) podem acontecer fissuras no topo de alvenarias pela falta de proteção por rufos que ocasiona absorção de água pela argamassa localizada no topo da parede, que se movimenta diferentemente das localizadas no corpo da alvenaria;
- d) nas regiões localizadas da fachada decorrentes de falhas construtivas em elementos de saliência e outros detalhes, devido a interrupção do fluxo de água.

#### 6.5.1.3. Fissuras causadas por deformação de elementos estruturais

Brandão (2007) afirma que controlar a deformação na estrutura tem por início o projeto estrutural, portanto não se pode indicar um limite máximo de deformação para a estrutura, sem conhecer o tipo de vedação que será utilizada.

Franco (1998) enfatiza que na concepção estrutural, o arranjo dos elementos da estrutura, na maioria das vezes contempla somente os critérios voltados ao funcionamento da própria estrutura, mas não das outras partes da edificação, como alvenarias e esquadrias. Assim, a incorporação de elementos em balanço, transições, apoio de pouca rigidez podem ser o suficiente para atender aos critérios de funcionamento da estrutura, mas não dos elementos que a utilizam como apoio.

#### 6.5.1.4. Fissuras causadas por detalhes construtivos

De acordo com Bernardes et al. (1998), as principais fissuras em alvenarias causadas por falhas nos detalhes construtivos, são decorrentes da falta ou deficiência dos elementos de ligação alvenaria/estrutura, falhas na execução da fixação e falta de vergas e/ou contravergas.

Thomaz (1989) afirma que no caso das fissuras devido à falta ou deficiência dos elementos de ligação alvenaria/estrutura, as diferenças entre as propriedades dos dois materiais provocam deslocamentos diferenciais, que induzem a fissuração na interface de ligação entre eles. A forma de evitar o surgimento destas trincas e fissuras é conseguida através da colocação de ferros a cada fiada, perfeitamente ligados à peça estrutural, denominada fio-cabelo ou ferro-cabelo.

A norma brasileira NBR 8545:1984 recomenda o emprego de barras de aço de diâmetro de 5.0 mm a 10.0 mm, distanciadas e com comprimento de aproximadamente de 60 cm, engastadas no pilar e na alvenaria 10 cm e 50 cm, respectivamente (Figura 29).

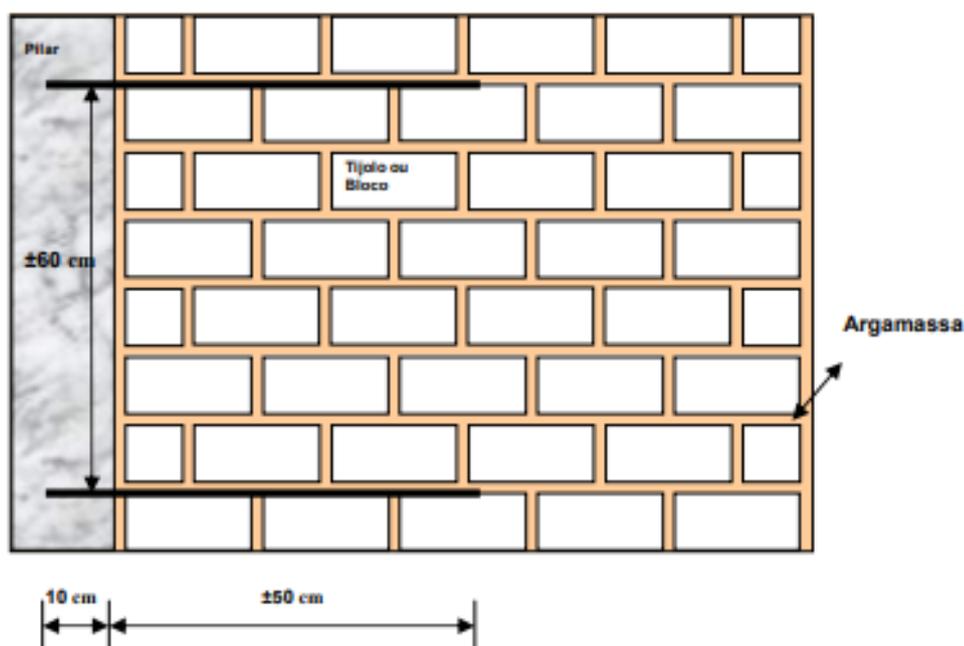


Figura 29: Esquema da ligação alvenaria com pilar de concreto armado. Fonte: ABNT - NBR 8545, 1984.

A NBR 8545:1984 recomenda que em obras com mais de um pavimento, o travamento da alvenaria, respeitado o prazo mínimo de sete dias, somente poderá ser

executado após o levantamento da alvenaria do pavimento superior, imediatamente acima, até uma altura igual à alvenaria em questão. Recomenda, ainda, a citada norma, que a fixação ou travamento seja executado conforme a três formas exemplificadas:

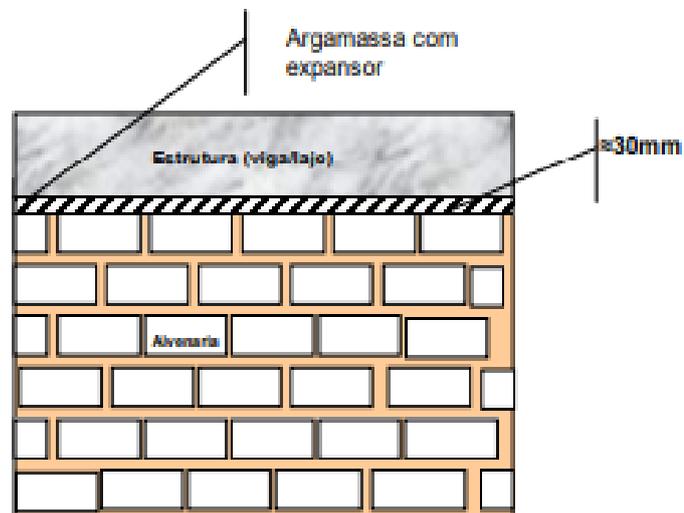


Figura 30: Esquema do travamento com argamassa expansiva. Fonte: ABNT - NBR 8545:1984.

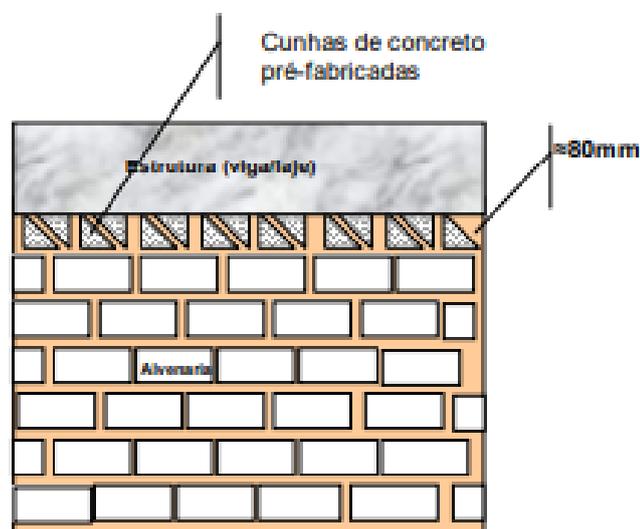


Figura 31: Esquema do travamento com cunhas pré-fabricadas. Fonte: ABNT - NBR 8545:1984

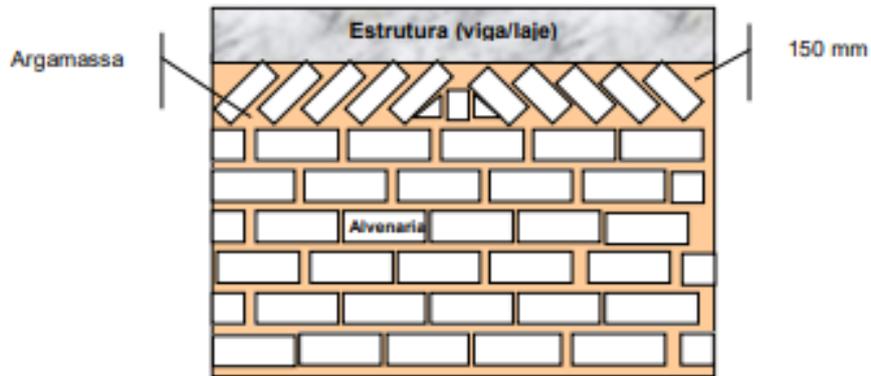


Figura 32: Esquema do travamento com argamassa e bloco cerâmico. Fonte: ABNT - NBR 8545:1984.

A NBR 8545:1984 recomenda, também, a moldagem ou colocação sobre o vão de portas e janelas de vergas, e sob o vão de janela ou caixilhos de contravergas, com altura mínima de 10 cm, devendo estas exceder a largura da abertura em pelo menos 20 cm, conforme pode ser verificado na Figura 33.

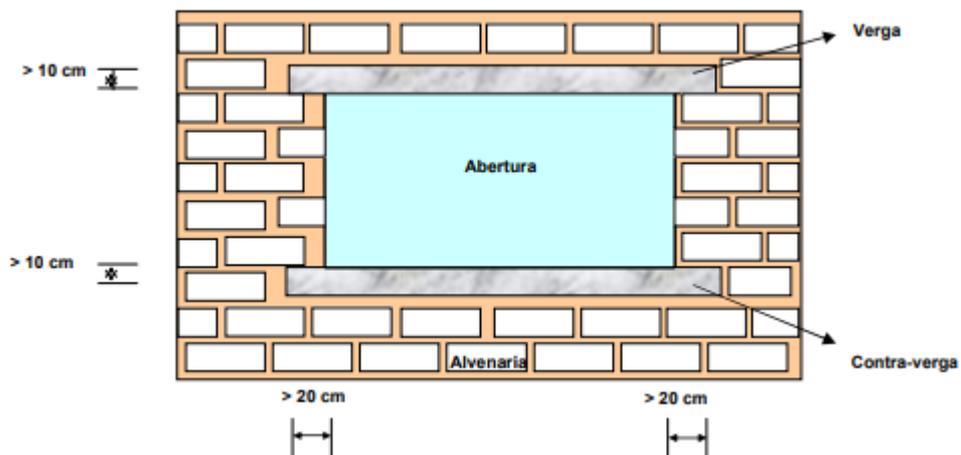


Figura 33: Esquema da posição e dimensões da verga e contraverga. Fonte: ABNT - NBR 8545:1984.

### 6.5.2. Defeitos no esquadro, alinhamento e prumo das alvenarias

Segundo Thomaz (2001), são frequentes os problemas relativos a falhas na locação das alvenarias, constantemente representadas por falta de esquadro nos encontros de paredes. Além de falhas no esquadro, Bernardes et al. (1998), também indica que são, constantemente verificadas falhas no alinhamento, prumo e nivelamento das superfícies das alvenarias.

Souza & Mekbekian (1996) recomendam a utilização de escantilhão ou pontalete graduado e linha de náilon no assentamento dos blocos, visando garantir os nivelamentos das fiadas e o alinhamento e prumo das alvenarias, sendo que a verificação deve ocorrer no termino de cada fiada. Com relação ao esquadro das alvenarias de vedação, recomenda-se que o mesmo deverá ser verificado por intermédio de um esquadro de alumínio (60x80x100 cm), admitindo um desvio máximo de dois milímetros na ponta do lado maior.

A NBR 8545:1984 recomenda a utilização do escantilhão como guia para controle das juntas horizontais, do prumo de pedreiro para controle do alinhamento vertical da alvenaria (prumada), e ainda, de uma linha esticada após o levantamento dos cantos, fiada por fiada, para que o prumo e a horizontalidade das fiadas da alvenaria fiquem garantidos.

Problemas por recalque diferenciais e nas pinturas são apresentados nos itens, 6.2 e 6.11, respectivamente, onde possuem maior fator de relevância.

## 6.6. ETAPA DE EXECUÇÃO DE INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS

Para falhas e patologias nas instalações prediais hidráulicas e sanitárias, foi realizada uma pesquisa por Amorim et al. (1993), em 29 edifícios residenciais com mais de quatro pavimentos na cidade de São Carlos, tendo sido utilizado o índice Ocorrência Anual por Apartamento - OAPA, que consistia na divisão do número de incidências patológicas constatadas em um determinado edifício, pelo produto do período, em anos, e o número de apartamentos. Na pesquisa citada, verificou-se que os maiores índices foram devidos à ruptura de flexíveis, vazamento de água na junção aquecedores/tubulações, entupimento em prumadas e infiltração da água da piscina na cobertura.

Com relação ao vazamento nas tubulações de água fria, em ramais e prumadas, deve ser verificada a qualidade dos materiais utilizados (Figura 34), bem como se não ocorreu falha na mão de obra. Descartado as duas situações, deve-se pensar na possibilidade de ocorrência de falha na concepção do projeto, principalmente, no que se refere aos valores de: pressão máxima da água, que não deve ser superior a 400 kPa, em

condições estáticas, e, o de velocidade máxima da água que em qualquer trecho, não deve atingir valores superiores a 3 m/s, conforme recomendado pela NBR 5626:1998.



Figura 34: Trechos de tubulações unidas a fogo sem utilização de conexões. Fonte: Brandão, 2007.

A velocidade da água acima do recomendado pela norma, e, principalmente, a pressão hidráulica excessiva podem provocar vazamentos nas tubulações. Nas peças de utilização tende a aumentar, desnecessariamente, o consumo de água.

## 6.7. ETAPA DE EXECUÇÃO DE INSTALAÇÕES ELÉTRICAS

Bernardes et al. (1998), elaborou um estudo, no qual foram detectadas 81 não-conformidades nas instalações elétricas, assim classificadas: defeito no acabamento das instalações elétricas, erro no fechamento de circuitos, cabos soltos e falta de espelho, os respectivos índices de ocorrências podem ser observados na Figura 35.

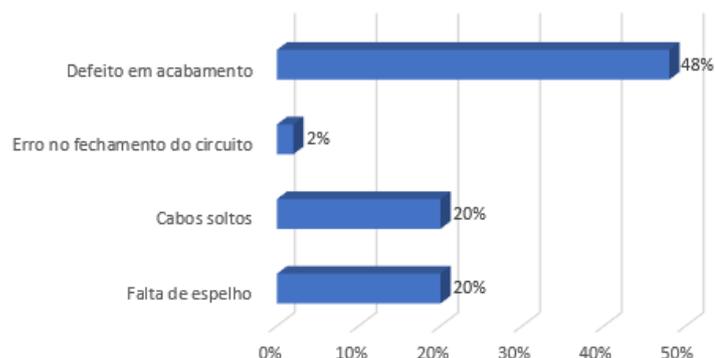


Figura 35: Distribuição dos efeitos nas instalações elétricas. Fonte: Bernardes et al., 1998.

Magalhães (2002), em sua pesquisa sobre a qualidade no projeto e execução de instalações elétricas, enfatiza que a maioria das falhas verificadas na execução das instalações consiste na falta de observação de detalhes construtivos, como posicionamento (prumo, cota e locação) incorreto de caixas de passagem para interruptores e tomadas, caixas reentrantes em paredes, eletrodutos salientes, curvas com raio pequeno e falta de identificação de circuitos, falhas essas que comprometem substancialmente o produto final que é a instalação.

Magalhães (2002) conclui, em sua pesquisa, que o uso de materiais e componentes inadequados, em conjunto com as deficiências de projeto, pode tornar-se causa direta de acidentes em instalações elétricas, como choques elétricos e até incêndios de grandes proporções. Embora, nem sempre existam estatísticas oficiais, o citado autor, afirma que não são raras ocorrências de:

- a) acidentes, alguns deles fatais, provocados, diretos ou indiretamente, por choques elétricos em indústrias, clubes, supermercados, canteiros de obras, residências, etc.;
- b) incêndios de origem elétrica, causados por curtos-circuitos e faltas a arco, nos mais diversos locais;
- c) consumo excessivo de energia elétrica provocada por correntes de fuga e perdas elevadas, principalmente, em estabelecimentos industriais e comerciais.

## 6.8. ETAPA DE EXECUÇÃO DE IMPERMEABILIZAÇÃO

Em uma pesquisa, realizada por Antonelli et al. (2002), sobre manifestações patológicas em lajes impermeabilizadas, realizada em cinquenta edifícios habitados em Goiânia, de padrões médio e médio-alto, foi constatado que 86% dos edifícios inspecionados apresentaram problemas, dos quais 45% tiveram origem em erros na execução dos diversos sistemas e 42% foram devidos a deficiências ou ausências de um projeto de impermeabilização, conforme Figura 36.

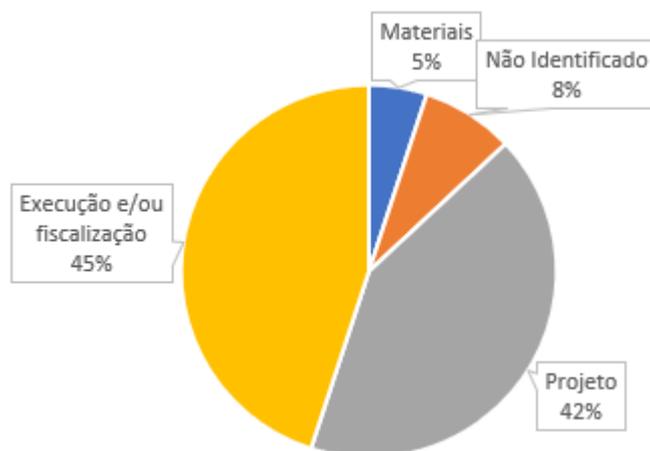


Figura 36: Origens dos problemas levantados na pesquisa de campo. Fonte: Antonelli et al., 2002.

Sendo que as principais causas dos problemas referentes à impermeabilização detectados na pesquisa realizada pelos citados autores, foram as fissuras no rodapé das paredes com 60% das ocorrências, seguido de infiltrações na periferia de ralos e tubulações com 45%, conforme pode ser observado na Figura 37. Onde a pesquisa mostra ocorrência, em conjunto, de mais de um dos problemas citados em várias ocasiões do estudo.

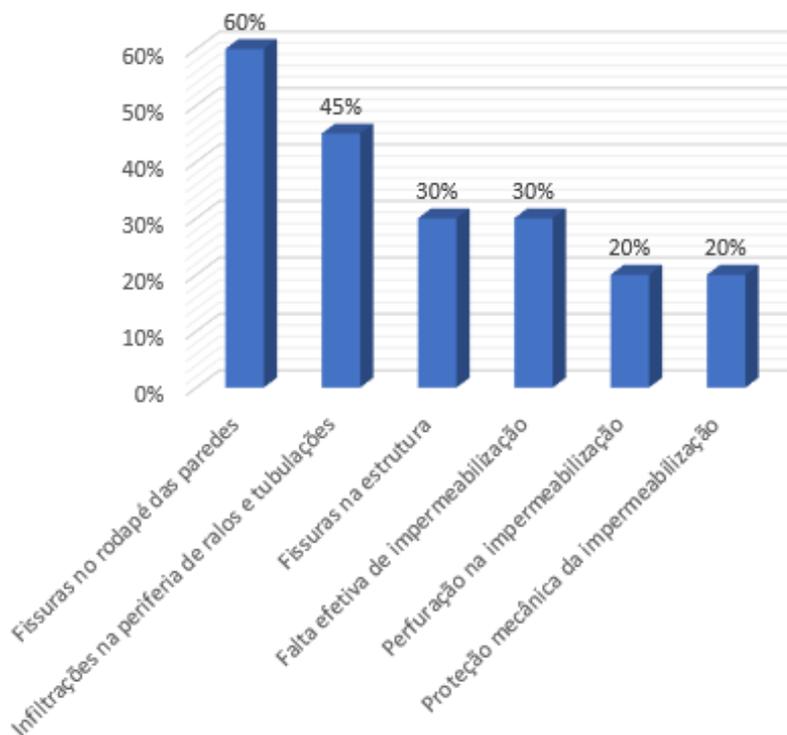


Figura 37: Principais causas de problemas levantados na pesquisa de campo. Fonte: Antonelli et al., 2002.

Para evitar o surgimento de infiltrações devido a fissuras no rodapé das paredes ou planos verticais, se faz necessário seguir as recomendações da NBR 9575:2010 no que diz respeito a embutir a impermeabilização nos planos verticais, a uma altura mínima de vinte centímetros acima do nível do piso acabado ou dez centímetros do nível máximo que a água pode atingir, assim como, os planos verticais a serem impermeabilizados devem ser executados com elementos rigidamente solidarizados às estruturas, até a cota final de arremate da impermeabilização, prevendo-se os reforços necessários.

Antonelli et al., (2002) identificaram falhas nos serviços de arremates junto aos ralos e tubulações, bem como em todo o elemento que atravesse a impermeabilização, foi a causa de 45% das patologias. Neste sentido, Verçosa (1991) recomenda que o sistema de impermeabilização deve estar dentro dos ralos e escoamentos pluviais, para que a água não venha a se infiltrar abaixo da membrana ou escorrer para dentro da peça. Dentro do ralo a membrana deve estar bem aderente ao mesmo, evitando assim, no caso de transbordamento, a infiltração da água entre o elemento e o sistema de impermeabilização.

Brandão (2007), cita que às falhas no sistema de impermeabilização, devido a fissuras na estrutura, possuem a característica de apresentar manchas, eflorescências e até mesmas estalactites ao longo da fissura em questão. Muitas vezes, será necessário um estudo prévio do comportamento estrutural, visando especificar o material adequado e possível reforço na impermeabilização, objetivando garantir o perfeito funcionamento do sistema.

A camada de proteção mecânica é o estrato com a função de absorver e dissipar os esforços estáticos ou dinâmicos atuantes por sobre a camada impermeável, desse modo protegê-la contra a ação deletéria destes esforços (NBR 9575:2010). Falhas na proteção mecânica tornam o sistema de impermeabilização mais vulnerável, principalmente, na região destinada a trânsito de veículos, e nas regiões sujeitas a limpeza de piso com jato de água sob pressão.

## 6.9. ETAPA DE EXECUÇÃO DE ESQUADRIAS

Segundo Bernardes et al. (1998), as não-conformidades das esquadrias, apresentam as seguintes ocorrências: má vedação, dificuldade no deslizamento, vibração, problemas nos trincos e fechaduras, fora de esquadro e guarnições

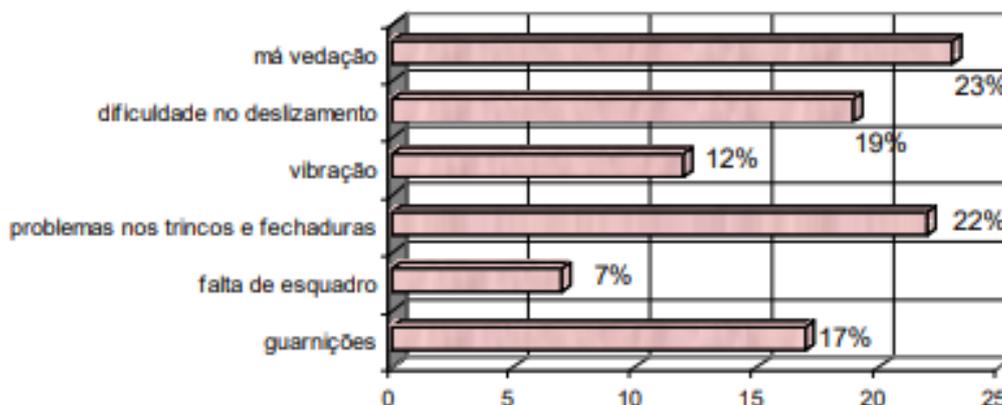


Figura 38: Distribuição dos defeitos das esquadrias. Fonte: Bernardes et al., 1998.

Em pesquisa realizada sobre a instalação de esquadrias, Iizuka (2001) entende que as manifestações patológicas nas esquadrias podem ser classificadas em: umidade, produto e alvenaria. Ainda, segundo o autor, em pesquisas realizadas pelo Instituto de Pesquisa Tecnológicas do Estado de São Paulo – IPT, 60% a 70% dos problemas de umidade devido à infiltração de água, originam-se nos envoltórios (janelas, portas, paredes e telhados) e que a idade da edificação agrava os problemas de umidade.

Conforme pode ser observado na Figura 39, foram classificados os principais fenômenos devido à infiltração de água nas esquadrias (Iizuka, 2001).

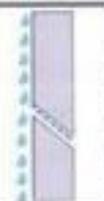
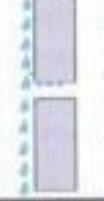
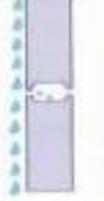
	FENÔMENOS		POSSÍVEIS SOLUÇÕES	
FORÇA DA GRAVIDADE		caimento da junta favorável a infiltração de água de chuva pelo seu peso próprio.		<ul style="list-style-type: none"> <li>• inverter o caimento da junta;</li> <li>• criar barreira interna para que a água retorne para o exterior.</li> </ul>
TENSÃO SUPERFICIAL		a água da chuva que vem escorrendo pela face, infiltra contornando-a e entrando pela junta.		<ul style="list-style-type: none"> <li>• acrescentar pingadeira.</li> </ul>
CAPILARIDADE		largura menor que 0,5 mm cria condições favoráveis à ocorrência do fenômeno da capilaridade, permitindo a infiltração de água.		<ul style="list-style-type: none"> <li>• prever um "bolsão" para captar a água;</li> <li>• aumentar a largura da junta.</li> </ul>
ENERGIA CINÉTICA		a força do vento e sua energia cinética podem carrear a água para dentro da junta.		<ul style="list-style-type: none"> <li>• prever barreira para reduzir a velocidade do vento.</li> </ul>
DIFERENÇA DE PRESSÃO		a pressão externa maior que a interna favorece a infiltração de água.		<ul style="list-style-type: none"> <li>• eliminar a diferença entre a pressão externa e a interna.</li> </ul>

Figura 39: Principais fenômenos da infiltração de água nas esquadrias. Fonte: Iizuka, 2001.

## 6.10. ETAPA DE EXECUÇÃO DE REVESTIMENTOS

### 6.10.1. Patologias em Revestimentos de Argamassa

Brandão (2007) cita que os elementos que constituem o revestimento de argamassa são: a base do revestimento (alvenaria, concreto e outros), argamassa de preparo da base (chapisco), a regularização (emboço), que pode ser em camada única, e a argamassa de acabamento (reboco).

De acordo com Segat (2005), a falta de critérios de seleção de argamassas em relação às diferentes funções que o revestimento deve cumprir, levam a execução de revestimentos com qualidades inferiores aos previstos. As funções que devem ser

estabelecidas são: proteção, impermeabilização, acabamento decorativo e etc., bem como, as compatibilizações com as solicitações a que o revestimento está exposto, como: vento, chuva e agentes poluentes.

Cincotto (1989) classificou as principais patologias nos revestimentos de argamassa em: descolamento, vesículas, fissuras, eflorescências e manchas decorrentes de umidade e da contaminação atmosférica.

Segat (2005), realizou em pesquisa de campo, uma análise em trezentos sobrados geminados executados na cidade de Caxias do Sul (RS), foram verificados 1788 planos de fachadas originais, tendo sido registrado 2303 incidências de manifestações patológicas nos revestimentos.

A Figura 40 apresenta a distribuição das manifestações patológicas, obtidas na pesquisa de Segat (2005), levantadas pelo método da incidência. Nesse método, cada tipologia de manifestação é contabilizada apenas uma vez, independentemente da quantidade de vezes que incide em um mesmo plano.

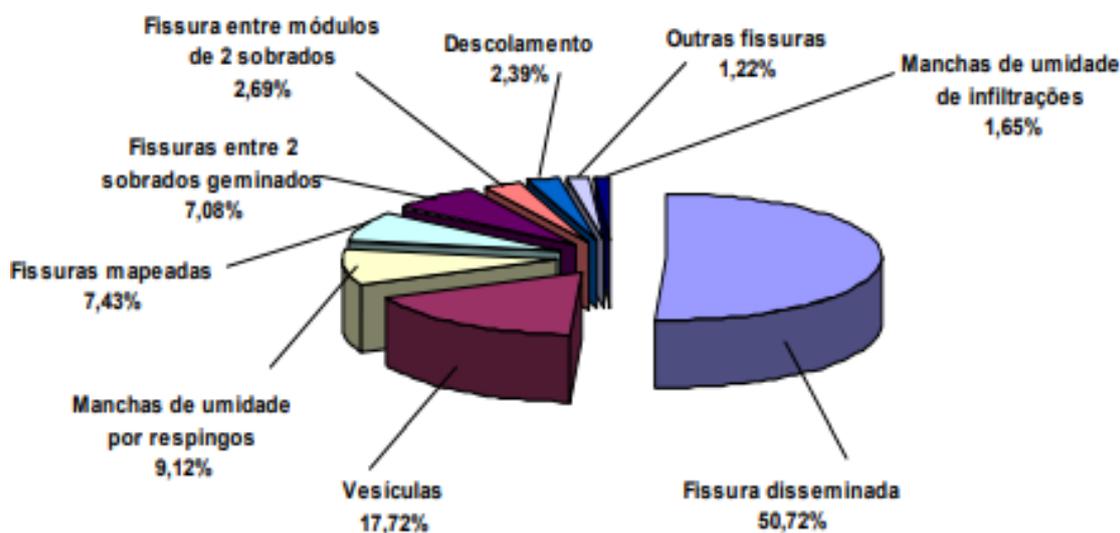


Figura 40: Distribuição das manifestações de patologias em revestimentos de fachadas. Fonte: Segat, 2005.

Considerando as principais patologias detectadas na pesquisa referente aos revestimentos de argamassa, são elas: os descolamentos, vesículas, fissuras, eflorescências e manchas de umidade e bolor.

### 6.10.1.1. Descolamentos

De acordo com Cincotto et al. (1995), os descolamentos consistem na separação de uma ou mais camadas dos revestimentos de argamassa, podendo manifestar-se em áreas restritas ou mesmos na totalidade de um painel de alvenaria (Figura 41). Devido ao desprendimento do revestimento esse local apresenta som cavo sob percussão.



Figura 41: Descolamento da argamassa de revestimento. Fonte: ABCP, 2006.

De acordo com Leal (2003), as causas mais recorrentes de descolamentos, sendo estes de forma isolada ou combinada, são:

- a) Proporção incorreta de argamassa, excesso de cimento;
- b) Emprego de materiais com alto teor de finos, principalmente, silto-argilosos;
- c) Qualidade da cal;
- d) Emprego de aditivos plastificantes;
- e) Aplicação da argamassa sobre base contaminada, engordurada ou impermeabilizada;
- f) Aplicação da argamassa em superfície muito lisa, sem utilização de chapisco;
- g) Aplicação de camada muito espessa;
- h) Aplicação com pouca força por parte do aplicador;
- i) Pintura precoce dos revestimentos a base de cal.

Os descolamentos, segundo Cincotto et al. (1995), podem ser classificados em “descolamento com empolamento”, “descolamento em placas” e “descolamento com pulverulência”:

- a) descolamento com empolamento é caracterizado pela formação de bolhas, devido ao deslocamento do emboço da superfície do reboco, geralmente é causado pela hidratação retardada do óxido de magnésio da cal;
- b) descolamento em placas apresenta-se em forma de placa endurecida, podendo ser quebrada com dificuldade, ocorre principalmente devido a presença de placa de mica na superfície de contato com a camada inferior, argamassa rica em cimento, argamassa aplicada em camada muito espessa ou corrosão da armadura do concreto de base. O deslocamento em placas pode, inclusive, ser apresentado sob forma de placas quebradiças que se desagregam com facilidade, causadas por argamassa fraca e ausência de camada de chapisco;
- c) descolamento com pulverulência, que é caracterizado pelo desprendimento da película de tinta, que arrasta o reboco que se desagrega com facilidade, é causado devido ao excesso de finos no agregado, argamassa magra ou rica em cal, ausência de carbonatação da cal ou argamassa aplicada em camada muito espessa.

#### 6.10.1.2. Vesículas

Conforme Cincotto et al. (1995), a presença de materiais dispersos na argamassa, que se manifestam posteriormente a variação volumétrica, originam as vesículas nos revestimentos (Figura 42). Essas podem apresentar-se nas partes internas das empolas as cores: branca, devido à hidratação retardada de óxido de cálcio da cal; preta, devido à presença de pirita ou de matéria orgânica na areia; vermelho acastanhado, pela a presença de concreções ferruginosas na areia.



Figura 42: Vesículas na argamassa de revestimento. Fonte: ABCP, 2006.

Brandão (2007) cita que em casos de aplicação prematura de tinta impermeável ou ocorrência de infiltração de umidade, podem ocorrer vesículas nos revestimentos de argamassa em forma de bolhas, contendo umidade no interior.

### 6.10.1.3. Fissuras

De acordo com Bauer (1997), a incidência de fissuras geralmente está associada a fatores relativos à execução do revestimento de argamassa, solicitações higrotérmicas e, principalmente, decorrentes da retração hidráulica. A fissuração pode ocorrer em função de fatores intrínsecos, como por exemplo:

- a) consumo de cimento;
- b) teor de finos;
- c) quantidade de água de amassamento;
- d) de outros fatores que podem ou não contribuir na fissuração, como a resistência de aderência à base, o número e espessura das camadas, o intervalo de tempo decorrido entre a aplicação das camadas, a perda de água de amassamento por sucção da base ou pela ação de agentes atmosféricos.

Scartezini (2002), inclui as fissuras causadas pela retração térmica, que ocorrem pela diminuição de temperatura após pico, proveniente do acúmulo de calor de hidratação ou aquecimento por exposição.

De acordo com Cincotto et al. (1995) as fissuras de argamassa de revestimento, podem ser classificadas de acordo com sua forma, em fissuras horizontais, mapeadas e geométricas.

Cincotto et al. (1995), afirma que as fissuras horizontais se apresentam ao longo de toda a alvenaria, com aberturas variáveis, são causadas pela expansão na argamassa de assentamento dos óxidos de magnésio, consequência da hidratação retardada. Acontecem, também, na argamassa de assentamento devido à reação cimento-sulfatos, ou em razão da presença de argilo-minerais expansivos no agregado.

Para Thomaz (1989), as fissuras horizontais, causadas pela hidratação retardada da cal da argamassa de assentamento, são percebidas geralmente nos locais onde os esforços de compressão decorridos do peso próprio da alvenaria é menor (topo da alvenaria), Figura 43. Já as fissuras causadas por ataque de sulfatos, apresentam-se semelhantes às causadas pela retração da argamassa de revestimento, sendo diferenciada pelas aberturas mais pronunciadas, acompanhando as juntas de assentamento horizontais e verticais (Figura 44).

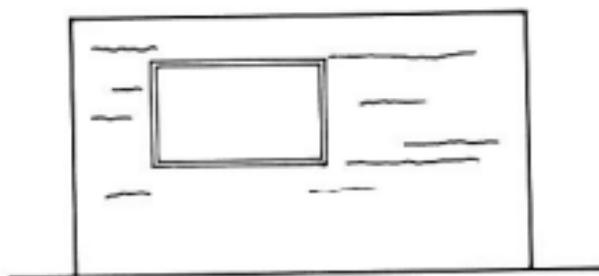


Figura 43: Fissuras horizontais no revestimento provocadas pela expansão da argamassa de assentamento.  
Fonte: Thomaz, 1989.

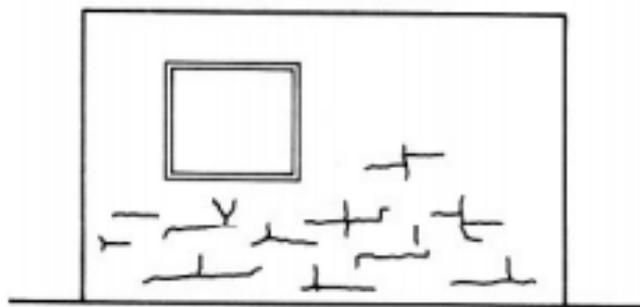


Figura 44: Fissuras horizontais no revestimento provocadas pelo ataque de sulfatos. Fonte: Thomaz, 1989.

Segundo Cincotto et al. (1995), as fissuras mapeadas possuem forma variada e distribuí-se por toda a superfície do revestimento em monocamada, ocorrendo inclusive o descolamento do revestimento em placas, constituindo um revestimento de fácil desagregação. As fissuras mapeadas surgem devido à retração da argamassa por excesso de finos de agregado, a utilização de cimento como único aglomerante e devido à água de amassamento.



Figura 45: Fissuras mapeadas devido à retração da argamassa. Fonte: Angelim, 2000.

O consumo em excesso de água de amassamento, maior que o necessário para garantir a hidratação, foi uma das causas apontadas por Angelim (2000), para a ocorrência de fissuras devido à retração em argamassas com altos teores de finos, decorrentes do aumento de água livre na argamassa, e em consequência, a quantidade de vazios na fase endurecida.

Finalmente, de acordo com Cincotto et al. (1995), as fissuras geométricas são caracterizadas por acompanhar o contorno da alvenaria, que são geralmente causadas por retração da argamassa de assentamento por uso excessivo de cimento ou de finos de agregado, ou ainda pela movimentação higrotérmica do componente.

#### 6.10.1.4. Eflorescências

As eflorescências nas argamassas são caracterizadas pelo surgimento de manchas, que afloram à superfície modificando o aspecto visual do revestimento (Figura 46). De acordo com Souza (1997), as eflorescências podem se apresentar como depósitos pulverulentos ou incrustações, com alterações de cor da superfície dos revestimentos, em tons esbranquiçado, acinzentado, esverdeado, amarelado ou pretos.



Figura 46: Manchas em revestimento cerâmico devido à eflorescência. Fonte: ABCP, 2006.

Segundo Bauer (1997), as eflorescências são depósitos salinos, principalmente, alcalinos e alcalinos terrosos, na superfície de alvenarias ou revestimentos, provenientes da migração de sais solúveis presentes nos materiais ou componentes da alvenaria. Ainda, de acordo com o autor, os três fatores que devem existir concomitantemente para que ocorram as eflorescências, são:

- a) Sais solúveis existentes nos materiais ou componentes;
- b) Presença de água para solubilizá-los;
- c) Pressão hidrostática para que a solução migre para a superfície.

### 6.10.1.5. Manchas de Umidade e Bolor

De acordo com Bauer (1997), das manifestações mais comuns, encontram-se os problemas de umidade em edificações, que são denominados como: manchas de umidade, bolor, fungos, algas, eflorescências, descolamentos de revestimentos, friabilidade de argamassas por dissoluções de compostos com propriedades cimentícia, fissuras e mudanças de coloração/tonalidade de revestimentos. Os mecanismos que podem gerar umidade nos materiais, são:

- a) Absorção capilar de água: Mecanismo típico ascendente ocorre, geralmente, nas fachadas e em regiões que se encontram em contato com o terreno e sem impermeabilização;
- b) Absorção de águas de infiltração ou de fluxo superficial de água: ocorre por falta ou falha no sistema de impermeabilização vertical e/ou drenagem;
- c) Formação de água de condensação: ocorre quando a temperatura do ar e a temperatura das alvenarias de uma edificação estão diferentes;
- d) Absorção higroscópica de água e condensação capilar: ocorre com mais frequência em locais subterrâneos, devido formação da “umidade de equilíbrio”.

Brandão (2007) cita que a incidência de umidade constante, principalmente em áreas sem contato direto com iluminação solar são propícias ao surgimento de bolor, que tende a desagregar o revestimento. Shirakawa et al. (1995), definem que “bolor” e “mofo” são utilizados para descrever a colonização de diversos tipos de fungos filamentosos, sobre substratos, inclusive nas argamassas inorgânicas.

De acordo com Shirakawa et al. (1995), o termo bolor é mais bem aceito para designar o crescimento de fungos. Junto ao aparecimento do bolor, surgem manchas que se caracterizam, principalmente, por cores escuras Figura 47.



Figura 47: Manchas de umidade no revestimento com predominância de bolor. Fonte: Brandão, 2007.

## 6.10.2. Patologias em Revestimentos Cerâmicos

De acordo com Campante & Baía (2003), as patologias nos revestimentos cerâmicos podem ter origem na fase de projeto, onde são escolhidos materiais incompatíveis com as características de uso da edificação ou são desconsideradas as interações dos revestimentos com outros elementos de construção; ou podem se originar na fase de execução, quando os assentadores não possuem o domínio da técnica de execução, ou ainda da falta de controle dos responsáveis pela obra. As principais patologias em revestimentos de cerâmicas são: deterioração das juntas, destacamento de placas e defeitos no assentamento das peças.

### 6.10.2.1. Deterioração das juntas

Campante e Baía (2003) recomendam aguardar 72 horas do assentamento das placas para iniciar o rejuntamento, visando evitar o surgimento de tensões pela retração de secagem da argamassa colante. Souza & Mekbekian (1996) enfatizam que deverão ser observados os seguintes cuidados ao se iniciar o rejuntamento das placas: limpar as juntas com escova ou vassoura piaçava, visando eliminar toda a sujeira, inclusive os restos da

argamassa colante, posteriormente, as juntas deverão ser umedecidas, salvo se o fabricante da argamassa de rejuntamento não recomendar.

Campante & Baía (2003) ainda salientam que a deterioração das juntas, apesar de afetar diretamente a argamassa de preenchimento das juntas de assentamento (rejunte) e de movimentação, compromete todo o revestimento cerâmico, interferindo na estanqueidade do mesmo e na capacidade de absorver deformações.

#### 6.10.2.2. Destacamento de placas

Campante & Baía (2003), afirmam que os destacamentos são caracterizados pela perda de aderência das placas cerâmicas do substrato, ou das argamassas colantes, decorrentes das tensões surgidas nos revestimentos ultrapassarem a capacidade de aderência das placas cerâmicas (Figura 48). O som cavo é o primeiro sinal de destacamento das placas, seguido de estufamento e, conseqüentemente, do destacamento, propriamente dito.



Figura 48: Destacamento do revestimento cerâmico em fachada. Fonte: Comunidade da Construção, 2004.

Ainda, de acordo com Campante & Baía (2003) as causas para estes problemas são:

- a) instabilidade do suporte, devido às acomodações da edificação;
- b) fluência da estrutura de concreto armado, variações higrotérmicas e temperatura;

- c) ausência de detalhes construtivos: vergas e juntas de dessolidarização;
- d) utilização de argamassa colante com tempo em aberto vencido;
- e) assentamento sobre superfície contaminada;
- f) imperícia ou negligência na execução.

### 6.10.2.3. Defeitos nos assentamentos das peças

Com relação ao nivelamento das peças cerâmicas, o mesmo deve ser garantido durante o assentamento, segundo Souza & Mekbekian (1996), a utilização de linhas de referência, garante a horizontalidade e a verticalidade das juntas, e, os de espaçadores plásticos mantêm a uniformidade.

De acordo com Campante & Baía (2003), se tratando de cortes mal executados, recomenda-se que os mesmos devem ser planejados e executados antes da aplicação, utilizando cortadores manuais e torqueses para as placas com baixa resistência mecânica, serra circular e furadeira elétrica, para as de maior resistência, visando garantir o acabamento. As arestas dos cortes deverão ser cobertas pelas canoplas das peças hidráulicas e pelos espelhos das caixas de luz.

## 6.11. ETAPA DE EXECUÇÃO DE PINTURA

De acordo com Verçoza (1991), as patologias nas pinturas podem ser classificadas em: manchas, descoloração, esfarinhamento, gretamento e descolamento. Das patologias, as manchas são as mais recorrentes, podendo ser causadas devido a diversos fatores:

- a) descoloração localizada: quando parte de uma superfície, por exemplo, recebe diretamente luz solar e outra não;
- b) origem química: acontece no caso das eflorescências, que poderá ser acumulada entre o substrato e a pintura, podendo ocorrer descolamento ou atravessar a película de tinta e depositar-se na superfície, formando manchas;
- c) saponificação: gorduras, óleos e resinas nas superfícies podem causar reação química com a tinta, esta reação entre uma substância alcalina com uma graxa ou óleo, acarreta a perda de brilho da tinta, manchas esbranquiçadas e o esfarinhamento;

- d) fungos e outros micro-organismos: causam manchas localizadas;
- e) má aplicação: causam manchas generalizadas, principalmente quando causadas devido a espessuras das películas;
- f) descoloração angular: causada por irregularidades na superfície, formando manchas visuais, como consequência da aplicação desordenada;
- g) umidade: a diluição da tinta pela umidade, quando da aplicação, causam manchas;
- h) reboco não curado: as manchas são causadas pela umidade do reboco que pode demorar a desaparecer, principalmente, no período do inverno; e
- i) meio ambiente: provocadas pela diferença de alcalinidade ou acidez entre a pintura e o ambiente, ocorre com mais incidência em zonas industriais.

## 6.12. ETAPA DE EXECUÇÃO DE FORROS

De acordo com Peres (2001), os principais problemas com forros são: umidade, fissuras, trincas e descolamento de revestimento. Conceitos já descritos, no item 6.9, para revestimentos.



Figura 49: Forro em gesso com presença de umidade. Fonte: Peres, 2001.

## 6.13. ETAPA DE EXECUÇÃO DE COBERTURAS

Conforme a NBR 15575:2013 define, um sistema de cobertura é um conjunto de elementos que são dispostos no topo da construção com a função de assegurar às águas pluviais estanqueidade e proteger os demais elementos da edificação da deterioração por agentes naturais, além de contribuir de maneira positiva para o conforto termo acústico do local.

Frazão (2015), destaca que assim como qualquer outro sistema que compõe uma edificação, o sistema de cobertura também está passível de sofrer com as patologias que podem surgir durante a vida útil da mesma, comprometendo assim, seu nível de desempenho requerido. Infiltração, problemas na madeira, peso extra das telhas, falta de acompanhamento da execução e mão de obra não qualificada são algumas das possíveis causas de surgimento de problemas em estruturas de cobertura feitas de madeira.

De acordo com Frazão (2015), a cobertura, por estar sempre exposta às condições climáticas adversas, deve, como propósito principal, manter-se estanque, para impedir que alguns dos seus elementos entre em contato com as águas pluviais. Tratando-se de cobertura feita de estrutura de madeira, esse é um requisito básico para o bom desempenho de suas funcionalidades, já que a madeira, por ser um material que apresenta comportamento higroscópico, isto é, suas dimensões e seu teor de umidade são altamente influenciáveis pela umidade do meio em que está inserido, poderá sofrer com o inchamento ou retração de suas peças.

Frazão (2015), afirma que a infiltração ocorre quando o sistema de cobertura não possui sua impermeabilização feita de maneira correta ou quando, por de alguma maneira, ela deixou de agir e passou a abrir espaço para a percolação da água. Em se tratando sobre a telha, e no caso de sua incapacidade de manter a estrutura de cobertura estanque, surge a opção de argamassar as juntas. Nesse caso, a sobrecarga correspondente a inclusão desse novo material provoca deformações, que não estavam previstas, na estrutura de madeira. Essas deformações podem ainda agravar o problema da falta de estanqueidade do sistema.

## 6.14. ETAPA DE LIMPEZA

É muito comum no final de uma construção, enfrentar o problema da sujeira. A limpeza pós obra é sinônimo de finalização perfeita de uma edificação.

Para quem construiu, entregar ao seu cliente um projeto lindo, porém sujo, é desmerecer o seu próprio trabalho. E para o cliente final que aguardou a construção seu imóvel, estressar-se com a limpeza pós obra ou correr o risco de ter um piso manchado, respingos de tinta nas esquadrias, metais e vidros empoeirados, é inadmissível e inaceitável, por isto a importância da limpeza pós obra.

A limpeza revela pequenos defeitos que muitas vezes não são vistos durante a obra por conta dos resíduos, como pisos mal aplicados ou falhas no rejunte.

## 6.15. RELAÇÃO DA FALHA COM A FISCALIZAÇÃO

De acordo com os problemas encontrados nos itens 6.1 até 6.13, pode-se observar as falhas em relação a fiscalização, como:

Tabela 1: Relação Falha x Fiscalização - Locação de Obra. Fonte: o Autor, 2018.

PROCEDIMENTO DA OBRA	FALHAS ENCONTRADAS NA PESQUISA	AÇÕES DA FISCALIZAÇÃO QUE FALHARAM
LOCAÇÃO DE OBRA	Erro na marcação da referência de nível;	<b>Verificação da marcação do nível e do gabarito junto ao topógrafo;</b>
	Erro na marcação do gabarito;	
	Uso de projeto desatualizados;	<b>Ausência de controle de distribuição de projetos e de comunicação da fiscalização com os projetistas, permitindo o uso de revisões erradas durante a locação da obra;</b>
	Fixação dos pontaletes.	<b>Verificação da marcação do gabarito junto ao topógrafo.</b>

Tabela 2: Relação Falha x Fiscalização – Fundações. Fonte: o Autor, 2018.

PROCEDIMENTO DA OBRA	FALHAS ENCONTRADAS NA PESQUISA	AÇÕES DA FISCALIZAÇÃO QUE FALHARAM
FUNDAÇÕES	Recalque diferencial na fundação;	Verificação do projeto de fundações, nos aspectos: de compatibilidade com o tipo de solo (verificado em sondagem), influência das cargas do entorno e carga ao qual a fundação está sujeita.

Tabela 3: Relação Falha x Fiscalização – Estruturas. Fonte: o Autor, 2018.

PROCEDIMENTO DA OBRA	FALHAS ENCONTRADAS NA PESQUISA	AÇÕES DA FISCALIZAÇÃO QUE FALHARAM
ESTRUTURAS	Fissuras;	Acompanhamento da metodologia de execução, dos materiais empregados, segundo especificação e da verificação do projeto estrutural de acordo com as cargas solicitadas.
	Deformação estrutural;	Verificação do projeto estrutural em conformidade com as cargas solicitadas.
	Corrosão em armaduras;	Controle da impermeabilização ao redor do elemento estrutural, para não permitir contato com água.
	Lixiviação de compostos hidratados;	
	Falta de qualidade e espessura do cobrimento;	Acompanhamento da execução da montagem de fôrmas, armaduras e concretagem dos elementos estruturais.
	Irregularidade geométrica;	Acompanhamento da montagem, principalmente das fôrmas da estrutura.
	Segregação do concreto.	Controle da especificação dos materiais previstos com os utilizados para a execução da estrutura.

Tabela 4: Relação Falha x Fiscalização - Alvenaria de Vedação. Fonte: o Autor, 2018.

PROCEDIMENTO DA OBRA	FALHAS ENCONTRADAS NA PESQUISA	AÇÕES DA FISCALIZAÇÃO QUE FALHARAM
ALVENARIA DE VEDAÇÃO	Trincas e fissuras;	<b>Verificação dos materiais utilizados, como blocos cerâmicos e argamassa de assentamento, de acordo com especificação.</b>
	Fora de prumo;	<b>Controle da execução da marcação das fiadas, com seu devido prumo, alinhamento e nível.</b>
	Desalinhamento;	
	Desnívelamento da superfície;	

Tabela 5: Relação Falha x Fiscalização - Instalações Hidráulicas. Fonte: o Autor, 2018.

PROCEDIMENTO DA OBRA	FALHAS ENCONTRADAS NA PESQUISA	AÇÕES DA FISCALIZAÇÃO QUE FALHARAM
INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS	Vazamento em tubulações;	<b>Acompanhamento dos serviços de instalação hidráulica, principalmente das execuções de conexões, registros, além de verificar as etapas de obra executadas nas proximidades das instalações, para que não danifiquem o sistema hidráulico.</b>
	Entupimento de prumadas;	
	Infiltração;	
	Materiais de baixa qualidade;	<b>Análise da especificação dos materiais junto ao setor de compras.</b>
	Instalações com velocidade de água acima da permitida.	<b>Verificação do projeto hidráulico, com atenção no dimensionamento.</b>

Tabela 6: Relação Falha x Fiscalização - Instalações elétricas. Fonte: o Autor, 2018.

PROCEDIMENTO DA OBRA	FALHAS ENCONTRADAS NA PESQUISA	AÇÕES DA FISCALIZAÇÃO QUE FALHARAM
INSTALAÇÕES ELÉTRICAS	Defeito em acabamento;	Verificação do acabamento das instalações.
	Erro no fechamento do circuito;	Verificação da compatibilidade do projeto de instalações elétricas com a execução dos serviços da instalação.
	Cabos soltos;	
	Falta de espelho.	Verificação do acabamento das instalações.

Tabela 7: Relação Falha x Fiscalização – Impermeabilização. Fonte: o Autor, 2018.

PROCEDIMENTO DA OBRA	FALHAS ENCONTRADAS NA PESQUISA	AÇÕES DA FISCALIZAÇÃO QUE FALHARAM
IMPERMEABILIZAÇÃO	Fissuras no rodapé das paredes;	Acompanhamento da execução da impermeabilização na junção de paredes e piso e nos detalhes de execução de proteção de ralos e tubulações.
	Infiltrações na periferia de ralos e tubulações;	
	Fissuras na estrutura;	Controle da execução do serviço de impermeabilização em pavimentos superiores.
	Falta efetiva de impermeabilização;	Exigência da execução de impermeabilização.
	Perfuração na impermeabilização;	Controle dos materiais e da metodologia de aplicação da impermeabilização.
	Proteção mecânica da impermeabilização.	Verificação dos procedimentos de execução da proteção da impermeabilização, conforme especificação.

Tabela 8: Relação Falha x Fiscalização – Esquadrias. Fonte: o Autor, 2018.

PROCEDIMENTO DA OBRA	FALHAS ENCONTRADAS NA PESQUISA	AÇÕES DA FISCALIZAÇÃO QUE FALHARAM
<b>ESQUADRIAS</b>	Má vedação;	<b>Acompanhamento da impermeabilização durante a instalação da esquadria.</b>
	Dificuldade no deslizamento;	<b>Durante a execução da instalação das esquadrias, verificar as especificações definidas na concepção dos materiais, controlar o nivelamento, esquadro e prumo da esquadria durante a instalação, atentando para a percepção da execução dos serviços de alvenaria de vedação foram feitos como especificado.</b>
	Vibração;	
	Problemas nos trincos e fechaduras;	
	Falta de esquadro;	
	Guarnições.	

Tabela 9: Relação Falha x Fiscalização - Revestimentos em Argamassa. Fonte: o Autor, 2018.

PROCEDIMENTO DA OBRA	FALHAS ENCONTRADAS NA PESQUISA	AÇÕES DA FISCALIZAÇÃO QUE FALHARAM
<b>REVESTIMENTOS EM ARGAMASSA</b>	Descolamento;	<b>Acompanhamento da execução do revestimento, atentando para espessura, especificação dos materiais, superfície que vai receber o revestimento e metodologia de execução.</b>
	Vesículas;	<b>Permissão da execução da pintura antes que o revestimento em argamassa esteja totalmente pronto.</b>
	Fissuras;	<b>Verificação da especificação dos materiais utilizados na argamassa para revestimento.</b>
	Eflorescências;	<b>Controle da execução, principalmente da impermeabilização, a presença de água nos revestimentos argamassados, são as principais causas.</b>
	Manchas de umidade e bolor.	

Tabela 10: Relação Falha x Fiscalização - Revestimentos Cerâmicos. Fonte: o Autor, 2018.

PROCEDIMENTO DA OBRA	FALHAS ENCONTRADAS NA PESQUISA	AÇÕES DA FISCALIZAÇÃO QUE FALHARAM
REVESTIMENTOS CERÂMICOS	Deterioração das juntas;	<p><b>Acompanhamento da execução do corte e assentamento das peças cerâmicas, verificando se o revestimento anterior está em boas condições, além de analisar a especificação dos materiais utilizadas para o assentamento.</b></p>
	Destacamento de placas;	
	Defeito no assentamento das peças.	

Tabela 11: Relação Falha x Fiscalização – Pintura. Fonte: o Autor, 2018.

PROCEDIMENTO DA OBRA	FALHAS ENCONTRADAS NA PESQUISA	AÇÕES DA FISCALIZAÇÃO QUE FALHARAM
PINTURA	Descoloração;	<p><b>Controle da execução do serviço de pintura, mas principalmente, da verificação dos procedimentos em serviços de revestimento em argamassa, que precedem a pintura, onde se iniciam a maior parte dos problemas em pinturas.</b></p>
	Esfarinhamento;	
	Gretamento;	
	Descolamento.	

Tabela 12: Relação Falha x Fiscalização – Forros. Fonte: o Autor, 2018.

PROCEDIMENTO DA OBRA	FALHAS ENCONTRADAS NA PESQUISA	AÇÕES DA FISCALIZAÇÃO QUE FALHARAM
FORROS	Presença de Umidade;	<b>Acompanhamento da execução da impermeabilização da cobertura.</b>
	Trincas;	
	Descolamento do revestimento.	<b>Verificação da execução do serviço de revestimento do forro, percebendo se a área estava limpa, se a colocação foi feita de maneira correta com seu devido acabamento.</b>

Tabela 13: Relação Falha x Fiscalização – Coberturas. Fonte: o Autor, 2018.

PROCEDIMENTO DA OBRA	FALHAS ENCONTRADAS NA PESQUISA	AÇÕES DA FISCALIZAÇÃO QUE FALHARAM
COBERTURAS	Infiltração;	<b>Verificação da execução do telhamento, observando falhas nos materiais e/ou da metodologia de execução do serviço.</b>
	Problemas com as madeiras da estrutura da cobertura;	<b>Controle da montagem da estrutura da cobertura, e da correta aquisição dos materiais, conforme especificação.</b>
	Peso extra das telhas;	<b>Acompanhamento da especificação dos materiais e controle da aquisição.</b>

Tabela 14: Relação Falha x Fiscalização – Limpeza. Fonte: o Autor, 2018.

PROCEDIMENTO DA OBRA	FALHAS ENCONTRADAS NA PESQUISA	AÇÕES DA FISCALIZAÇÃO QUE FALHARAM
LIMPEZA	Piso manchado;	<b>Verificação dos detalhes da limpeza para a entrega da edificação.</b>
	Respingo de tinta nas esquadrias;	
	Metais e vidros sujos.	

## **7. CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS**

### **7.1. Conclusões**

Para a elaboração deste trabalho, desenvolveu-se um levantamento bibliográfico e teórico sobre os métodos de execução, contratação e fiscalização utilizados por empresas que atuam na construção de obras de edificações, com atenção para a utilização do sistema de gestão da qualidade nos procedimentos de planejamento, gerenciamento e execução.

Além disso, foram levantadas falhas e patologias recorrentes nos diferentes procedimentos e etapas de obra, assim como a comparação destes problemas com a atuação da fiscalização, observando os erros do processo de inspeção e controle dos processos de concepção e execução dos serviços do início ao fim da obra.

Concluiu-se que a atuação das equipes de fiscalização possui falhas, descritas nas tabelas 1 a 13 do item 6.15, durante a execução dos serviços de uma obra de edificação e que a fiscalização deve ser efetuada com mais precisão na execução dos serviços citados neste trabalho, pois são os que apresentam maior recorrência em problemas de retrabalho e manutenção nas edificações. Elaborar um sistema de gestão da qualidade com efetiva participação na fiscalização pode haver custos, mas possui um retorno em qualidade e menores custos de assistência técnica das empresas construtoras.

Este trabalho, além de citar os principais problemas através de revisão bibliográfica, também corrobora com o desenvolvimento da questão principal da presente monografia, de indicações de quais as principais falhas da fiscalização que interferem na execução das obras de edificações e as ações da fiscalização que devem ser tomadas para enfrentar as falhas em outras ocasiões, o que colabora para melhor compreensão sobre os desafios que a fiscalização pode enfrentar com as não conformidades na execução de edificações.

Deve-se atentar ainda para a questão da falha humana da fiscalização onde é de grande importância o desenvolvimento de ferramentas sistematizadas para a inspeção, registro e análises dos resultados, onde nestas ferramentas apresentem o conteúdo do que inspecionar em cada processo, amostragem representativa para inspeção, como

inspecionar, a metodologia, como registrar, como calcular e analisar os critérios de aceitação e rejeição dos serviços.

## **7.2. Sugestões para trabalhos futuros**

De acordo com o que foi estudado e proposto, e devido aos grandes desafios que este tema ainda pode obter, pode ser considerado a realização dos seguintes estudos:

- a) Uso da tecnologia em auxílio dos processos de fiscalização de obras de edificações;
- b) Certificação de empresas de fiscalização de obras de acordo com a ISO 9001.
- c) Comparação dos sistemas de fiscalização de empresas de pequeno, médio e grande porte da construção civil.
- d) Aplicação do sistema de gestão da qualidade em obras públicas.

## BIBLIOGRAFIA

- ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. (2015). NBR ISO 9001 - Sistema de Gestão da Qualidade - Requisitos.
- \_\_\_\_\_. (1984). Execução de alvenaria sem função estrutural de tijolos e blocos cerâmicos. Rio de Janeiro: NBR 8545.
- \_\_\_\_\_. (1998). Instalação predial de água fria. Rio de Janeiro: NBR 5626.
- \_\_\_\_\_. (2003). Projeto de estruturas de concreto - Procedimento. Rio de Janeiro: NBR 6118.
- \_\_\_\_\_. (2004). Execução de estruturas de concreto - Procedimento. Rio de Janeiro: NBR 14931.
- \_\_\_\_\_. (2010). Impermeabilização - Seleção e Projeto. São Paulo: NBR 9575.
- \_\_\_\_\_. (2013). Edifícios Habitacionais - Desempenho. São Paulo: NBR 15.575.
- ALLEN, E., & IANO, J. (2009). *Fundamentos da engenharia de edificações - Materiais e métodos*. São Paulo: Bookman Editora.
- ALVA, G. M. (2007). Projeto Estrutural de Sapatas. Departamento de Estruturas e Construção Civil. Universidade Federal de Santa Maria.
- AMBROZEWICZ, P. H. (2003). SIQ-C: metodologia de implantação: procedimentos, serviços e materiais. Curitiba: Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial - SENAI.
- AMORIM, S., VIDOTTI, E., & CASS, A. (1993). Patologias das instalações prediais hidráulico-sanitárias, em edifícios residenciais em altura, na cidade de São Carlos. Avanços em tecnologia e gestão da produção de edificações. São Paulo: Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído - ENTAC.
- ANGELIM, R. R. (2000). Influência da adição de finos calcários, silicosos e argilosos no comportamento das argamassas de revestimento. Goiânia: Universidade Federal de Goiás.
- ANTONELLI, G. R., CARASEK, H., & CASCUDO, O. (2002). Levantamento das manifestações patológicas de lajes impermeabilizadas em edifícios habitados de Goiânia-GO. Foz do Iguaçu: Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído - ENTAC.
- ARANHA, P. M. (1994). Contribuição ao estudo das manifestações patológicas nas estruturas de concreto armado na região amazônica. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND - ABCP. (2006). Revestimentos cerâmicos em fachadas estudo das causas das patologias. Disponível em:

<[http://www.abcp.org.br/arquivos/curso\\_revestimento/PatologiaNormalizacao.pdf](http://www.abcp.org.br/arquivos/curso_revestimento/PatologiaNormalizacao.pdf)>. Acesso: fevereiro de 2018.

- BAUER, R. J. (1997). Patologia em revestimentos de argamassa inorgânica. Salvador: Simpósio Brasileiro de Tecnologia da Argamassa - SBTA.
- BERNARDES, C., ARKIE, A., FALCÃO, C. M., KNUDSEN, F., VANOSI, G., BERNADES, M., & YAOKITI, T. U. (1998). Qualidade e custo das não-conformidades em obras de construção civil. São Paulo: Editora Pini.
- BOMTEMPO, T. B. (2016). Engenharia Civil Forense: Principais causas de incidentes em obras de engenharia civil e procedimentos de investigação. Brasília: Universidade de Brasília.
- BRANDÃO, R. M. (2007). Levantamento das manifestações patológicas nas edificações, com até cinco anos de idade, executadas no estado do Goiás. Goiânia: Escola de Engenharia Civil. Universidade Federal de Goiás.
- CALLEGARI, S. (2007). Análise de compatibilização de projetos em três edifícios residenciais multifamiliares. Florianópolis, Santa Catarina, Brasil: Centro Tecnológico da Universidade Federal de Santa Catarina.
- CAMPANTE, E. F., & BAÍA, L. M. (2003). Projeto e execução de revestimento cerâmico. São Paulo: O Nome da Rosa.
- CÂNDIDO, M. (2016). Patologia e recuperação de obras. Disponível em: <[http://professor.pucgoias.edu.br/SiteDocente/admin/arquivosUpload/17831/material/aula\\_6.pdf](http://professor.pucgoias.edu.br/SiteDocente/admin/arquivosUpload/17831/material/aula_6.pdf)>. Acesso em: fevereiro de 2018.
- CÁNOVAS, M. F. (1988). Patologia e terapia do concreto armado. São Paulo: Editora Pini.
- CARDOSO, F. F. (1998). Os Fornecedores de Serviços de Engenharia e Projetos e a Competitividade das Empresas de Construção de Edifícios. São Paulo.
- CARPINETTI, L. C., & ROSSI, L. H. (1998). Gerenciamento da qualidade na construção civil. São Carlos: EESC/USP.
- CASARIL, C. C., & FRESCA, T. M. (2007). Verticalização urbana brasileira: histórico, pesquisadores e abordagens. Brasil: Revista Faz Ciência.
- CASCUDO, O. (1997). O controle da corrosão de armaduras em concreto: inspeção e técnicas eletroquímicas. São Paulo: Editora Pini.
- CBIC. (2017). Esquadrias para edificações, desempenho e aplicações: orientações para especificação, aquisição, instalação e manutenção. Brasília: Câmara Brasileira da Indústria da Construção/SENAI.
- CINCOTTO, M. A. (1989). Patologia das argamassas de revestimento: análise e recomendações. São Paulo: IPT.

- CINCOTTO, M. A., SILVA, M. A., & CARASEK, H. (1995). Argamassas de revestimento: características, propriedades e métodos de ensaios. São Paulo: Boletim 68/IPT.
- COMUNIDADE DA CONSTRUÇÃO. (2004). Revestimento cerâmico em fachadas, estudo das causas patológicas. Fortaleza: Relatório de Pesquisa.
- CRUZ, G. P. (2011). Coordenação e compatibilização de projetos para construção de edifícios: estudos de casos em instituições públicas e privadas. Viçosa, Minas Gerais, Brasil: Universidade Federal de Viçosa.
- CUNHA, G. C. (2012). A importância do setor de construção civil para o desenvolvimento da economia brasileira e as alternativas complementares para o funding do crédito imobiliário no Brasil. Rio de Janeiro, Brasil: Universidade Federal do Rio de Janeiro.
- DAL MOLIN, D. C. (1988). Fissuras em estruturas de concreto armado: análise das manifestações típicas e levantamentos de casos ocorridos no estado do Rio Grande do Sul. Porto Alegre: Pós Graduação em Engenharia Civil - UFRGS.
- DUARTE, R. B. (1998). Fissuras em alvenarias: causas principais, medidas preventivas e técnicas de recuperação. Porto Alegre: CIENTEC. (Boletim Técnico, 25).
- DUARTE, S. B., & REZENDE, R. S. (1993). *A Importância do estudo das falhas na engenharia*. UFRGS.
- FGV PROJETOS. (2012). A produtividade da construção civil brasileira. Brasília, Distrito Federal: Câmara Brasileira da Indústria da Construção.
- FICHER, S. (1994). Edifícios altos no Brasil. São Paulo: Espaços e debates.
- FIGUEIREDO, E. P. (1989). Terapia das construções de concreto: metodologia de avaliação de sistemas epóxi destinados à injeção de fissuras passivas das estruturas de concreto. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul .
- FORMOSO et al. (1996). As perdas na construção civil: conceitos, classificações e seu papel na melhoria do setor. Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil: Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- FRANCO, L. S. (1998). O desempenho estrutural e a deformabilidade das vedações em edifícios. São Paulo: Seminário Tecnológico e Gestão na Produção de Edifícios Verticais - EDUSP.
- FRAZÃO, J. C. (2015). Patologias relacionadas às coberturas: estudo de caso em edificações unifamiliares de interesse social na cidade de Campo Mourão - PR. Campo Mourão: Universidade Tecnológica Federal do Paraná.
- GARCIA, R. F. (2017). Identificação de melhorias no controle da qualidade para obtenção da conformidade em obras de edificações. Rio de Janeiro-RJ: Escola Politécnica/UFRJ.

- GOMES, F. V. (2011). Projeto de Instalações Elétricas. Universidade Federal de Juiz de Fora.
- GRAY et al. (1994). The successful management of design. Centre for strategic studies in construction. University of Reading.
- GUZMÁN, D. S. (2002). Durabilidad y patología del concreto. ASOCRETO.
- HELENE, P. (2003). Manual de Rehabilitación de Estructuras de Hormigón: reparación, refuerzo y protección. Guarulhos: Bandeirantes Indústria Gráfica.
- IIZUKA, M. T. (2001). Instalação de esquadrias de alumínio: prática e inovação. São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas de São Paulo - IPT.
- JACOSKI, C. A. (2003). Integração e interoperabilidade em projetos de edificações - Uma implementação com IFC/XML. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina.
- JOISEL, A. (1981). Fisuras y grietas em morteros y hormigones: sus causas y remédios. Barcelona: Editores Técnicos Asociados S. A.
- LAWSON, B. (1980). How Designers Think. The design process demystified. Londres: The Architectural Press.
- LEAL, U. (2003). Fachadas e paredes estão doentes: apesar da maior oferta de argamassas e do compromisso dos fabricantes com a qualidade dos produtos, mais trincas e fissuras são visíveis nas edificações. São Paulo: Técnica - a revista do engenheiro civil.
- LIMER, C. V. (1997). *Planejamento, Orçamentação e Controle de Projetos e Obras*. Rio de Janeiro: LTC Editora.
- MAGALHÃES, E. F. (2004). Fissuras em alvenarias: configurações típicas e levantamento de incidências no estado do Rio Grande do Sul. Porto Alegre-RS: Escola de Engenharia. Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- MAGALHÃES, F. (2002). Qualidade no projeto e na execução de instalações elétricas prediais de baixa tensão. São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas de São Paulo - IPT.
- MARANGON, M. (2009). Geotecnia de Fundações. Universidade Federal de Juiz de Fora.
- MAYR, L. R. (2000). Falhas de projeto e erros de execução: Uma questão de comunicação. Florianópolis, Santa Catarina, Brasil: Universidade Federal de Santa Catarina.
- MEHTA, P. K., & MONTEIRO, P. J. (1994). Concreto, estrutura, propriedades e materiais. São Paulo: Editora Pini.

- MELHADO, S. B., & AGOPYAN, V. (1995). O conceito de projeto na construção de edifícios: diretrizes para sua elaboração e controle. São Paulo: Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP.
- MIRANDA, S. D. (2014). A influência da NBR 15575 na prática da arquitetura na cidade de Pelotas, RS. Pelotas: Universidade Federal de Pelotas.
- MOLINA, M. L., & AZEVEDO JUNIOR, W. (2014). Formação em Engenharia Civil: Desafios para o currículo na UFJF. Juiz de Fora - MG: COBENG 2014.
- MOURA, G. R., & SOARES JUNIOR, W. S. (2013). Transformações e tendências na história da engenharia civil: do trabalho manual à sustentabilidade. *VIII Encontro Internacional de Produção Científica*.
- NÁPOLES NETO, A. D., & VARGAS, M. (1998). *História das Fundações - Fundações Teoria e Prática*. São Paulo: Pini.
- NEVILLE, A. M. (1997). Propriedades do concreto. São Paulo: Editora Pini.
- NINCE, A. A. (1996). Levantamento de dados sobre deterioração de estruturas na região Centro-Oeste. Brasília: Universidade de Brasília.
- NÓBREGA JUNIOR, C. L., & MELHADO, S. B. (2013). Coordenador de projetos de edificações: estudo e proposta para perfil, atividades e autonomia. São Paulo: Revista USP.
- OLIVEIRA, E. J. (2012). Proposta de manual de execução e avaliação de serviços da construção civil: vedações horizontais e verticais. Curitiba: Universidade Tecnológica Federal do Paraná.
- OLIVEIRA, L. A., & FILHO, C. V. (Maio de 2012). O projeto de edifícios habitacionais considerando a norma brasileira de desempenho: análise aplicada para as vedações verticais. *Gestão e Tecnologia de Projetos*.
- OLIVEIRA, R., LOPES, J., & ABREU, I. (28 de Outubro de 2011). O enquadramento e desafios da actividade de fiscalização nas obras de construção. Porto, Portugal.
- PERES, R. M. (2001). Levantamento e identificação de manifestações patológicas em prédio histórico - um estudo de caso. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- RODRIGUES, J. E. (2010). Metodologia da fiscalização de obras - Revestimento Exterior. Porto, Portugal: Faculdade de Engenharia, Universidade do Porto.
- ROMANO, F. V. (2003). Modelo de referência para o gerenciamento do processo de projeto integrado de edificações. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina.
- ROSAS, J. P. (Junho de 2008). *Metodologia da fiscalização de obras*. Porto, Portugal: Faculdade de Engenharia, Universidade do Porto.

- SABBATINE, F. H. (1998). As fissuras com origem na interação vedação-estrutura. São Paulo: Seminário de Tecnologia e Gestão na Produção de Edifícios Verticais - EPUSP.
- SALGADO, M. S. (2000). A qualidade do projeto segundo a norma ISO 9001: Roteiro para discussão. Brasil: Universidade Federal do Rio de Janeiro.
- SAVES, V. G. (2011). Estudo das Fundações em estacas: tipos, cálculo, cuidados, execução. Departamento de Engenharia Civil. Universidade Federal de São Carlos.
- SCARTEZINI, L. M. (2002). Influência do tipo e preparo do substrato na aderência dos revestimentos de argamassas: estudo da evolução ao longo do tempo, influência da cura e avaliação da perda de água da argamassa fresca. Goiânia: Universidade Federal de Goiás.
- SEGAT, G. T. (2005). Manifestações patológicas observadas em revestimentos de argamassa: estudo de caso em conjunto habitacional popular na cidade de Caxias do Sul - RS. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- SHIN, H. B. (2016). Norma de desempenho NBR 15575: Estudos das práticas adotadas por construtoras e dos impactos ocorridos no mercado da construção civil. Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro.
- SHIRAKAWA, M. A., MONTEIRO, M. B., SELMO, S. M., & CONCOTTO, M. A. (1995). Identificação de fungos em revestimentos de argamassa com bolor evidente. Goiânia: I Simpósio Brasileiro de Tecnologia da Argamassa - SBTA.
- SILVA FILHO, M. P. (2014). Manual de obras e serviços de engenharia: fundamentos da licitação e contratação. Brasília: AGU.
- SILVA, J. A., & ABRANTES, V. (1998). Avaliação do risco de fissuração de alvenarias de tijolos sob ações de caráter térmico. São Paulo: Congresso Latino-americano em tecnologia e gestão na produção de edifícios, soluções para o terceiro milênio. EPUSP.
- SINAPI. (Dezembro de 2017). Cadernos Técnicos de Composições. Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil, Caixa Econômica Federal.
- SOUZA, C. F. (2009). Instalações hidráulico-sanitárias. Departamento de Engenharia Agrícola. Universidade Federal de Viçosa.
- SOUZA, G. F. (1997). Eflorescências nas argamassas de revestimento. Salvador: III Simpósio Brasileiro de Tecnologia da Argamassa - SBTA.
- SOUZA, M. F., & RODRIGUES, R. B. (2008). Sistemas estruturais de edificações e exemplos. Departamento de Estruturas. Faculdade de Engenharia Civil - UNICAMP.
- SOUZA, R. D., & MEKBEKIAN, G. (1996). *Qualidade na Aquisição de Materiais e Execução de Obras*. São Paulo: Editora Pini.

- SOUZA, V. C., & RIPPER, T. (1998). Patologia, recuperação e reforço de estruturas de concreto. São Paulo: Editora Pini.
- SPERANDIO, K. P. (2016). Estudo teórico e prático da coordenação de projetos de edificações na cidade de Belo Horizonte. Belo Horizonte: Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais.
- THOMAZ, E. (1989). Trincas em edifícios: causas, prevenção e recuperação. São Paulo: Editora Pini.
- \_\_\_\_\_. (2001). Tecnologia, gerenciamento e qualidade na construção. São Paulo: Editora Pini.
- THOMAZ, E., MITIDIERI FILHO, C. V., CLETO, F. R., & CARDOSO, F. F. (2009). Código de práticas nº 01 - Alvenaria de vedação em blocos cerâmicos. São Paulo: Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.
- TRINDADE, D. S. (2015). Patologia em estruturas de concreto armado. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria.
- TZORTZOPOULOS, P. (1999). Contribuições para o desenvolvimento de um modelo do processo de projeto de edificações em empresas construtoras incorporadoras de pequeno porte. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- VARGAS, R. V. (2005). Gerenciamento de projetos: estabelecendo diferenciais competitivos. Rio de Janeiro: Brasport.
- VERÇOZA, Ê. J. (1991). Patologia das Edificações. Porto Alegre-RS: Editora Sagra.
- VITTORINO, F. (2017). Visão Geral da ABNT NBR 15.575. São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas.