



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL

NUNES SILVA NUNES

**INCIDÊNCIA DE VICIOS CONSTRUTIVOS RECORRENTES NAS
EDIFICAÇÕES**

João Pessoa - PB

2015

NUNES SILVA NUNES

**INCIDÊNCIA DE VICIOS CONSTRUTIVOS RECORRENTES NAS
EDIFICAÇÕES**

Trabalho de Conclusão de Curso submetido à banca examinadora do Departamento de Engenharia Civil e Ambiental da Universidade Federal da Paraíba, como requisito obrigatório para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientador: Professor Dr. Enildo Tales Ferreira

João Pessoa - PB

2015

*A Deus, aos meus filhos Jonas e Larissa, ao meu pai Eloy, aos meus irmãos Paulo, Edinho, Diana, Dione, Miguel, Alberto, Leonardo, Daniele, e Daiane, e em especial ao meu irmão caçula Joãozinho e minha mãe Zefinha já falecidos, **Dedico.***

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus por me dá gratuitamente todos os dias o dom da vida, e por ter estado comigo sempre, em todos os momentos cuidando de mim.

Aos meus filhos, Jonas e Larissa, que são a minha fonte de vontade de viver.

Ao meu pai, Eloy, por ter estado presente quando precisei me apoiando e me incentivando.

Aos meus queridos irmãos, Paulo, Edinho, Diana, Dione, Miguel, Alberto, Leonardo, Daniele, e Daiane, obrigado por estarem sempre ao meu lado, eu sei que vocês torcem muito por mim. Contem comigo sempre!

Ao meu tio, Taioca, e ao meu primo, Júnior, pelo apoio nas horas difíceis, serei sempre grato pelo que fizeram por mim.

A minha companheira, Patrícia, por ter me acompanhado nessa caminhada, sempre me apoiando, me dando forças e me incentivando. Obrigado pela paciência e compreensão nesses dias estressantes. Você estará sempre em meu coração.

Aos meus colegas de curso e futuros colegas de profissão, obrigada por todos os momentos juntos.

A todos os professores da UFPB, que foram fundamentais na minha formação acadêmica, obrigada por todo o conhecimento transmitido.

Ao professor e orientador Enildo Tales, por toda paciência e dedicação.

“Confie no Senhor de todo o seu coração e não se apoie na sua própria inteligência. Lembre-se de Deus em tudo o que fizer, e ele lhe mostrará o caminho certo.”

(Provérbios 3.5-6)

RESUMO

Tendo como referência a boa prática construtiva de edificações, procurou-se neste trabalho expor formas de condução do processo construtivo que visassem evitar os vícios construtivos. Apresentou-se também as causas de defeitos recorrentes na construção civil. Como forma de mostrar claramente como esses vícios estão presentes nas edificações se realizou estudo de caso na escola Francisco Campos, localizada na cidade de João Pessoa PB, no bairro Anatólia, identificando erros construtivos e suas possíveis causas. Para obtenção dos dados foram inspecionados itens das várias etapas da construção, e também se fez uma entrevista com funcionário da instituição.

A partir da obtenção dos dados foi possível compilar em tabelas e gráficos os erros identificados nessa edificação na fase de construção. Verificou-se também que nas etapas de instalação hidrossanitária e execução da alvenaria ocorreram as maiores incidências de erros que provocaram os vícios construtivos identificados neste trabalho.

PALAVRAS CHAVE: Vícios construtivos. Defeitos. Edificações.

ABSTRACT

According summary and references to good constructive practice of buildings in this study sought to expose ways of conveyance of the constructive process that aim to avoid the constructive vices. They apresentaded themselves also the defect reasons often happen at the civil construction. As a way to show clearly how these vices are currentedin buildings it was held a case study at Escola Francisco Campos from João Pessoa city/PB, in neighborhood Anatolia, identifying constructive defects and their possible reasons. To get the datas were inspected some items from the several construction stages. It and also did an interview with an establishment functionary. From getting the datas it was able to compile at tables and graphics their defect building identified at the construction stage. It has verified also in stages of installation hidros sanitária and masonry execution ocorre the most defects incidents that favor constructives vices identified in this study.

KEY WORDS: Construtive vices. Defects. Buildings.

LISTA DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1 - Mapeamento das causas de falhas internas durante o processo..... | 21 |
| Figura 2 - Detalhes do escoramento e contraventamentos em pilares..... | 26 |
| Figura 3- Modelo de forma em viga..... | 27 |
| Figura 4 - Pastilhas de argamassa..... | 29 |
| Figura 5- Verificação de prumo na alvenaria..... | 32 |
| Figura 6 - Nivelamento de alvenaria..... | 33 |
| Figura 7 - Uso de calha, rufo, e pingadeira em platibanda..... | 36 |
| Figura 8 - Procedimentos para evitar infiltrações em janelas..... | 37 |
| Figura 9 - Sequência dos serviços de instalação elétrica..... | 41 |
| Figura 10 - Principais defeitos causados por má execução nos serviços de pintura..... | 44 |
| Figura 11 - Escola Francisco Campos..... | 45 |
| Figura 12 - Manchas acima do rodapé..... | 50 |
| Figura 13 - Infiltração em laje..... | 51 |
| Figura 14 - Infiltração em pilar..... | 52 |
| Figura 15 - Armadura exposta em pilar..... | 52 |
| Figura 16 - Trincas à 45° em alvenaria acima de esquadrias..... | 53 |
| Figura 17 - Alvenaria fora de esquadro..... | 54 |
| Figura 18 - Ampliação sem junta de dilatação..... | 54 |
| Figura 19 - Desplacamento de revestimento..... | 55 |
| Figura 20 - Desplacamento de revestimento..... | 55 |
| Figura 21 - Infiltração causada por falta de manutenção do telhado..... | 56 |
| Figura 22 - Manchas de mofo..... | 57 |
| Figura 23 – Descascamento de pintura..... | 57 |
| Figura 24 - Ponto de tomada e de disjuntor fora dos padrões..... | 58 |
| Figura 25 – Torneira com vazamento..... | 59 |
| Figura 26 – Porta de banheiro que não abre totalmente por causa de bacia sanitária..... | 60 |
| Figura 27 - Porcentagem por etapa em relação ao total de itens com erros..... | 62 |
| Figura 28 - Porcentagem por fase em relação ao total de itens com defeitos..... | 63 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|--|----|
| Tabela 1- Possíveis causas de ocorrência de falhas nos processos na construção civil. | 21 |
| Tabela 2 - Cobrimentos mínimos exigidos pela norma. | 30 |
| Tabela 3 - Resumo dos itens inspecionados em cada etapa. | 47 |
| Tabela 4 - Porcentagem dos itens que apresentaram defeitos e os que não foram verificados erros em relação ao total de itens inspecionados. | 61 |
| Tabela 5 - Porcentagem por etapa em relação ao total de itens com erros. | 61 |
| Tabela 6 - Porcentagem de vícios construtivos encontrados em cada fase. | 63 |

SUMÁRIO

| | | |
|----------|--|----|
| 1 | INTRODUÇÃO | 11 |
| 2 | OBJETIVOS | 13 |
| 2.1 | Objetivo geral | 13 |
| 2.2 | Objetivos específicos | 13 |
| 3 | METODOLOGIA | 14 |
| 4 | JUSTIFICATIVA | 15 |
| 5 | REVISÃO BIBLIOGRÁFICA | 16 |
| 5.1 | Vício construtivo | 16 |
| 5.2 | Vício redibitório..... | 16 |
| 5.3 | Desempenho | 17 |
| 5.4 | Vida útil | 17 |
| 5.5 | Origem dos vícios construtivos | 18 |
| 5.5.1 | <i>Concepção</i> | 18 |
| 5.5.2 | <i>Execução</i> | 19 |
| 5.5.3 | <i>Manutenção</i> | 20 |
| 5.6 | Mapeamento e identificação de causas de falhas no processo..... | 20 |
| 5.7 | Cuidados de execução e falhas comuns na construção de algumas etapas das edificações | 22 |
| 5.7.1 | <i>Serviços preliminares</i> | 23 |
| 5.7.2 | <i>Fundações</i> | 23 |
| 5.7.3 | <i>Estruturas utilizando concreto armado</i> | 24 |
| 5.7.4 | <i>Dificuldades na Interpretação de Projetos</i> | 24 |
| 5.7.5 | <i>Fôrmas e Escoramento</i> | 25 |
| 5.7.6 | <i>Preparo do Concreto</i> | 27 |
| 5.7.7 | <i>Lançamento e Adensamento</i> | 28 |
| 5.7.8 | <i>Cobrimento da armadura</i> | 29 |
| 5.7.9 | <i>Cura</i> | 30 |
| 5.7.10 | <i>Desforma</i> | 30 |
| 5.7.11 | <i>Alvenaria</i> | 31 |
| 5.7.11.1 | <i>Alvenaria de Vedação</i> | 31 |
| 5.7.12 | <i>Impermeabilização alicerces</i> | 34 |
| 5.7.13 | <i>Cobertura</i> | 35 |
| 5.7.14 | <i>Esquadrias</i> | 36 |
| 5.7.15 | <i>Revestimentos</i> | 37 |
| 5.7.15.1 | <i>Argamassa</i> | 38 |
| 5.7.15.2 | <i>Chapisco</i> | 38 |
| 5.7.15.3 | <i>Emboço</i> | 38 |
| 5.7.15.4 | <i>Reboco</i> | 39 |
| 5.7.15.5 | <i>Azulejos</i> | 39 |
| 5.7.16 | <i>Pisos</i> | 40 |
| 5.7.17 | <i>Instalações elétricas e telefonia</i> | 41 |

| | | |
|--------|---|----|
| 5.7.18 | <i>Instalações hidrossanitárias</i> | 42 |
| 5.7.19 | <i>Pintura</i> | 43 |
| 6 | RESULTADOS | 45 |
| 6.1 | Estudo de Caso: Vícios Construtivos verificados na Escola Estadual Francisco Campos | 45 |
| 6.2 | Defeitos e falhas verificadas na escola | 46 |
| 6.2.1 | <i>Fundação</i> | 50 |
| 6.2.2 | <i>Impermeabilização de rodapé</i> | 50 |
| 6.2.3 | <i>Estrutura</i> | 51 |
| 6.2.4 | <i>Alvenaria</i> | 53 |
| 6.2.5 | <i>Revestimentos</i> | 54 |
| 6.2.6 | <i>Cobertura</i> | 55 |
| 6.2.7 | <i>Esquadrias</i> | 56 |
| 6.2.8 | <i>Pintura</i> | 57 |
| 6.2.9 | <i>Conforto térmico</i> | 58 |
| 6.2.10 | <i>Instalação elétrica</i> | 58 |
| 6.2.11 | <i>Instalações hidrossanitárias</i> | 59 |
| 6.2.12 | <i>Funcionalidade</i> | 59 |
| 6.3 | Análise dos Resultados | 60 |
| 7 | CONSIDERAÇÕES FINAIS | 65 |
| | REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... | 66 |

1 INTRODUÇÃO

De acordo com ATHANAZIO; TRAJANO (1998), os defeitos aparecem nos edifícios por conta de várias causas. Este fato é compreensível, tendo em vista a diversidade das condições que caracterizam os canteiros de obra, a linha de materiais e técnicas empregadas e a multiplicidade de usos possíveis que a edificação receberá durante a sua existência.

Quando uma construção é executada usando-se corretamente as especificações e normas inerentes ao processo, espera-se que não ocorram problemas derivados de erros de execução. No entanto na prática todas as obras, até mesmo as mais simples e pequenas apresentam erros corriqueiros. A obra é algo muito complexo com muitos eventos independentes, e muitas vezes os colaboradores responsáveis pela sua execução não possuem o conhecimento técnico necessário ao cumprimento do processo e também não são acompanhadas e fiscalizadas adequadas e periodicamente por profissional competente; isso gera más escolhas de execução que futuramente se converterão em fonte de problemas e de gastos.

Devemos salientar que durante a execução da obra nem todos os erros são cometidos pelos operários. Necessita-se de um bom projeto que seja bem detalhado, para que o construtor possa interpretá-lo de forma correta, e assim executar o que realmente foi definido em projeto, caso contrário, isso também poderá acarretar em danos a edificação.

Pelas normas brasileiras, consideram-se como vícios construtivos todos os erros, falhas, defeitos e danos causados a uma edificação que dificultam a vida dos usuários dos imóveis, mesmo que decorridos após a sua ocupação. (WATANABE, 2010; NBR 13752, 1996).

Quem executa uma edificação tem a responsabilidade de estabelecer e garantir segurança, funcionalidade e durabilidade, priorizando indispensavelmente todos os termos para que se possa obter o sucesso do empreendimento, e garantir a qualidade da obra. O resultado final da empreitada pode ser comprometido se se descuidar de qualquer uma das fases do processo (CUNHA, et. al. 1996).

Os pequenos defeitos também trazem lições de grande importância a serem aprendidas pelos profissionais, entre as principais causas de problemas na edificação estão às pequenas imperfeições, as pequenas desatenções, os pequenos equívocos, (CUNHA, et. al. 1996).

O acompanhamento da obra por parte do engenheiro responsável é de extrema importância, visto que a fiscalização e as verificações são a principal forma de evitar os defeitos que ocorrem nas construções (RIPPER, 1986).

As construções não são classificadas em mais importantes e menos importantes, elas classificam-se em construções grandes e pequenas. E todas as obras sem exceção devem ser projetadas e executadas de maneira a atender aos usuários da melhor forma possível. Sob hipótese nenhuma se deve negligenciar uma construção apenas pelo seu porte ou sua destinação (CUNHA, et. al. 1996).

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Identificar na literatura técnicas para construção de edificações, os tipos de vícios construtivos recorrentes nas fases de concepção, execução e manutenção e avaliar as suas possíveis causas.

2.2 Objetivos específicos

➤ Relatar erros de concepção de projetos, execução e manutenção encontrados na escola Francisco Campos, localizada na cidade de João Pessoa PB, como também identificar suas possíveis causas;

➤ Avaliar quais as etapas e fases da construção da edificação em estudo apresentará maior incidência de vícios construtivos, e por isso necessitam de maior atenção por parte de quem projeta e executa uma edificação.

3 METODOLOGIA

Para o desenvolvimento desse trabalho foi realizada uma inspeção visual na Escola Francisco Campos na cidade de João Pessoa PB, procurando-se verificar a presença de vícios construtivos como recalque diferencial da estrutura, defeitos na alvenaria, em fim, problemas causados por uma má concepção, execução e manutenção da edificação, que foram catalogadas através de registro fotográfico para serem apresentadas neste trabalho.

Foram consultadas bibliografias acerca do tema, com o objetivo de melhor caracterizar as técnicas de construção empregadas que provocaram os vícios construtivos recorrentes nas fases de concepção, execução e manutenção de edificações, e expor as possíveis causas dos erros cometidos nestes processos.

O trabalho foi finalizado com apresentação dos dados em forma de relatório onde estão catalogados e analisados os defeitos encontrados na escola em estudo, atribuindo suas possíveis causas, e identificando quais fases e etapas do processo construtivo precisam de maior atenção por parte de todos os envolvidos.

4 JUSTIFICATIVA

A realização deste estudo é de grande relevância visto que o engenheiro civil deve ser um profissional capaz de saber não apenas como executar o trabalho em suas diversas fases, mas também ter a sensibilidade de perceber a tempo, quando uma determinada tarefa não esta sendo executada de acordo com o previsto nas normas, e assim, evitar que erros construtivos ocorram nas edificações. Portanto o presente trabalho é importante para a vida profissional do engenheiro, uma vez que proporciona um aprofundamento sobre o tema que deverá ser repassado aos seus colaboradores (mestre da obra, encarregado) para que a edificação seja executada de acordo com as normas.

5 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

5.1 Vício construtivo

A literatura define defeitos, falhas e erros construtivos como vícios. Vício é qualquer problema que impede que algo adquirido possa ser utilizado para os fins a que se destina sem que o torne inutilizável ou se diminua o seu valor.

Ao inspecionar qualquer edificação já concluída, não raramente nos deparamos com vários problemas criados por vícios construtivos. Logo encontramos uma porta que não fecha, uma torneira que não para de pingar, uma janela que deixa água entrar na edificação, uma vaga de garagem de difícil baliza, uma trinca que afete a estética ou a estrutura, entre outros, que são considerados vícios. Falta de conhecimento técnico, negligências e esquecimentos que criam dificuldades para a vida dos moradores tirando o sossego, a segurança e afetando a saúde e o bem estar de quem convive com esses vícios (WATANABE, 2010).

A NBR 13752 (ABNT, 1996) pág. 5, define vício como:

Anomalias que afetam o desempenho de produtos ou serviços, ou os tornam inadequados aos fins a que se destinam, causando transtornos ou prejuízos materiais ao consumidor. Podem decorrer de falha de projeto ou de execução, ou ainda da informação defeituosa sobre sua utilização ou manutenção.

Em geral a maioria dos vícios construtivos não arruína totalmente uma edificação, mas atrapalham e muito a vida dos moradores que ocupam o seu espaço convivendo com infiltrações, trincas, fissuras, defeitos em pisos, em esquadrias, falhas no sistema elétrico, instalações hidráulicas, etc.

5.2 Vício redibitório

A NBR 13752 (ABNT, 1996) em outro paragrafo da pág. 5, define vício redibitório como:

“Vícios ocultos que diminuem o valor da coisa ou a tornam imprópria ao uso a que se destina, e que, se fossem do conhecimento prévio do adquirente, ensejariam pedido de abatimento do preço pago, ou inviabilizariam a compra.”

5.3 Desempenho

A definição de desempenho de edificações está associada ao comportamento dos mesmos quando em utilização. Uma edificação é um produto que deve apresentar determinadas características que o capacitem a desempenhar objetivos e funções para os quais foi projetada, quando submetida a determinadas condições de exposição e uso. Assim, ela é considerada de bom desempenho quando atende aos requisitos para o qual foi projetada. Tal conceito é amplamente aplicado na indústria da construção, focando quase sempre o desempenho alvo requerido para os processos de negócio e o atendimento às necessidades dos usuários ao longo do ciclo de vida das construções (BORGES, 2010).

A regularização da norma de desempenho, a NBR 15.575 (ABNT, 2010) definiu os requisitos mínimos que uma edificação deve atender para estar dentro dos padrões de qualidade requeridos pelos usuários.

A NBR 15.575 partes 1 a 6 - Edifícios habitacionais de até cinco pavimentos – Desempenho, estabelece condições mínimas de desempenho, de vida útil e de prazo de garantia para os sistemas que compõem as edificações, entre eles estrutura, coberturas, sistemas hidrossanitários e elétricos, pisos internos, fachadas e paredes internas.

5.4 Vida útil

Segundo a NBR 15575 (ABNT, 2010), vida útil é o período de tempo em que o edifício e os seus componentes mantêm o desempenho esperado, quando submetidos às manutenções especificadas em projeto.

Esta norma estabelece ainda prazos de prescrição para algumas partes da edificação de até cinco pavimentos como:

- Estrutura: vida útil de projeto deve ser maior ou igual a 40 anos.
- Pisos internos: vida útil de projeto deve ser maior ou igual a 13 anos.
- Vedação vertical externa: vida útil de projeto deve ser maior ou igual a 40 anos.
- Vedação vertical interna: vida útil de projeto deve ser maior ou igual a 20 anos.
- Cobertura: vida útil de projeto deve ser maior ou igual a 20 anos.
- Hidrossanitário: vida útil de projeto deve ser maior ou igual a 20 anos.

5.5 Origem dos vícios construtivos

Ao se falar de vícios construtivos, que são problemas decorrentes de erros de projeto e de execução, é de extrema importância saber encontrar as suas origens e causas para poder definir as melhores formas de evitá-los. É comum encontrar uma estrutura de um edifício que carregue consigo um erro construtivo de concepção ou execução e que não acarreta danos importantes, como também é possível uma estrutura estar fortemente comprometida por conter vários pequenos erros (GARCIA; LIBORIO, 1998).

5.5.1 Concepção

Após a realização de todo o planejamento de uma edificação, o próximo passo a ser tomado é a preparação do projeto, onde todas as normas de dimensionamento devem ser respeitadas. Um bom projeto deve fornecer o máximo de informações necessárias para que não haja problemas na sua leitura ou interpretação pelos encarregados na obra.

Assim o projeto deve ser bem explicativo e conter todos os detalhes necessários. Um projeto que mostra cotas a mais é sempre melhor do que um que mostra cotas a menos, pois a interpretação é feita pelos trabalhadores da obra que muitas vezes estão cansados e apressados aumentando a possibilidade de cometer erros, e falhas nas cotas podem levar a problemas desagradáveis (RIPPER, 1986).

Um dos vícios construtivos encontrados em projetos diz respeito a sua funcionalidade onde pela busca de se ter uma maior quantidade de ambientes ou porque não se dispõe de área suficiente há o esquecimento quanto à mobilidade, detectada pela má ocupação funcional do espaço.

O gerenciamento de projetos admite a ideia básica de que há falhas que não poderão ser detectadas pelos mecanismos convencionais de controle e compatibilização de projetos, pois esses mecanismos são fundamentados no conhecimento atual de variáveis envolvidas. Entretanto, essas falhas estão implícitas nos diferentes projetos de uma edificação (VANNI, 1998).

A concepção apresenta dois fatores importantes que são listados abaixo:

a) Fase mais importante para a qualidade do empreendimento, onde são considerados os parâmetros de utilização, estética, conjunto, segurança, manutenção, mobilidade e outros. Para se uma boa concepção deve-se ter pleno conhecimento dos objetivos e características da proposta definida no planejamento e detalhar as especificações técnicas dos materiais,

projetos e serviços, produzindo um inventário de toda a obra (VASCONCELOS; PORTO, 2006).

b) A fase de projeto merece especial atenção por ser a responsável por grande parte dos problemas de qualidade na construção civil (VASCONCELOS; PORTO, 2006).

“A adoção de um raciocínio que busca “o que pode dar errado” implicará em projetos mais confiáveis” (VANNI, 1998).

Ao se estabelecer uma filosofia de investigar e corrigir os possíveis erros, defeitos e falhas de projetos, mais próximo fica-se de conseguir diminuir os erros de execução por má interpretação de projetos.

5.5.2 Execução

A fase de execução de uma obra é com certeza uma das fases que necessita de mais atenção quanto aos danos futuros à edificação, pois é nela onde são cometidos a maioria dos vícios construtivos.

A falta de fiscalização efetiva na maioria das obras quer do estado, quer dos clientes, faz com que frequentes falhas de execução venham a comprometer a sua qualidade. A necessidade do engenheiro encarregado de ter que cuidar de vários detalhes técnicos, administrativos e financeiros afeta também a qualidade do seu trabalho (CUNHA, et. al. 1996).

A causa dos erros nas obras segundo BLANCO (2007) é oriunda do uso de materiais inadequados, de falha de formação técnica ou da má fé de alguns construtores, que sabem do problema, mas são negligentes para não perder produtividade e aumentar gastos ao fazer os devidos reparos.

O Secovi-SP, realizou uma pesquisa em várias edificações de São Paulo que mostrou a distribuição dos defeitos ocasionados por falhas de execução em edificações residenciais com até cinco anos de uso (BLANCO, 2007).

A pesquisa, apesar de parcial, mostrou que os principais problemas de execução estão relacionados às instalações hidráulicas.

Há complexidade em todas as fases de construção de uma obra, inclusive na execução, onde se encontram a origem e as causas da maioria dos vícios construtivos. Conhecendo-se bem a origem e a causa de cada falha podem-se atribuir responsabilidades e traçar os mecanismos de ação.

5.5.3 *Manutenção*

Fase que ocorre após o término da construção, quando chega o dia tão esperado pelos usuários, o recomeço em uma nova moradia, e é a partir deste momento que se inicia o desgaste do imóvel. O uso inadequado de ambientes em conjunto com uma má execução de partes do imóvel implica em perda de desempenho e problemas que dificultam a qualidade de vida dos usuários da edificação.

Deve-se verificar se as portas e janelas fecham sem muito esforço, se não há trincas e fissuras nas paredes ou elementos estruturais, se as torneiras ou conexões apresentam vazamentos, se as cerâmicas e azulejos estão de acordo, se não há perda de desempenho elétrico com chuveiros e utensílios ligados, se não há goteiras ou infiltrações, se não há empoçamento de água nos banheiros por falta de caimento, se não há volta de mau cheiro dos ralos e pias, entre outros. Cuidados que são de grande importância para o desempenho esperado de uma edificação (BLANCO, 2007).

A parcela de responsabilidade do usuário é prezar pela conservação do bem. Porém, muitos usuários, por não terem a cultura de fazer a manutenção do imóvel, acabam atribuindo aos construtores responsabilidades que na verdade são suas (BLANCO, 2007).

BLANCO (2007) cita um exemplo onde diz que se um proprietário que possui uma edificação de dez anos e nunca lavou ou pintou a fachada, não cuidou dos rufos ou negligenciou a limpeza das calhas resultando em infiltração e eflorescência, ele não pode atribuir isso a um problema construtivo. É estritamente um erro de manutenção e o usuário é quem deverá arcar com os reparos.

Acidentes e despesas com manutenção poderiam ser minimizados ou evitados, se inspeções periódicas fossem realizadas nas edificações com o objetivo de determinar falhas e anomalias (PRADO, 2007).

Assim destaca-se a manutenção periódica como a melhor alternativa para melhorar o desempenho da edificação.

5.6 Mapeamento e identificação de causas de falhas no processo

Uma ideia muito difundida nos últimos é a da prevenção. Ela traz benefícios à sociedade em todos os ramos de atividade, inclusive na engenharia da construção (PRADO, 2007).

O mapeamento é uma ferramenta que tem a grande responsabilidade de ajudar a prevenir falhas no processo. Ele é muito importante para identificar e analisar os possíveis erros em uma edificação, servindo como base para ações de planejamento que serão necessárias para melhorar empreendimentos futuros.

MALDANER (2003) realizou um estudo de causas de falhas que possibilita descobrir as possíveis falhas no processo que gera vícios e consequentemente desperdícios, custos adicionais e perda de desempenho na edificação. A figura 1 através de mapeamento e identificação de falhas tenta reproduzir os erros e gerenciar ações para tomar medidas de correção. O primeiro passo é identificar e selecionar as possíveis falhas. Posteriormente seleciona-se o que poderia tê-las causado. Identifica-se quais das falhas irão despender maiores custos de reparos futuros e foca-se nestas etapas a fim de evita-los.



Figura 1 - Mapeamento das causas de falhas internas durante o processo.

Fonte: Maldaner, 2003 p.99

Após mapear as falhas do processo e indicar as possíveis causas, As causas das falhas são separadas em grupos como mostra à tabela 1 abaixo:

Tabela 1- Possíveis causas de ocorrência de falhas nos processos na construção civil.

| GRUPO | POSSÍVEIS CAUSAS |
|----------------|------------------------------|
| Projeto | Falta de projetos executivos |
| | Falta de detalhamento |

| | |
|------------------------------------|--|
| | Inexistência de projetos complementares |
| Mão-de-obra | Baixa produtividade |
| | Falta de treinamento |
| | Falta de motivação |
| | Desconhecimento do processo |
| Procedimentos e Tolerâncias | Falta de procedimentos |
| | Falta ou inexistência de tolerâncias |
| | Falhas no controle de execução dos procedimentos |
| | Falta de treinamento |
| Materiais | Má utilização dos materiais |
| | Má qualidade dos materiais |
| | Utilização errônea dos materiais |
| | Falta de utilização racional dos materiais |
| | Geração de desperdícios |

Fonte: Autor com base em Maldaner, 2003, p. 99-100.

Após o levantamento dos dados é possível buscar na obra quais são as causas dos erros e onde eles estão inseridos no contexto da tabela, para então tomar medidas de prevenção e correção.

O mapeamento dos vícios construtivos de uma edificação é uma ferramenta que auxilia de forma eficaz no controle de custos de manutenção, porque melhora o seu desempenho. Mapear as causas das falhas facilita e melhora o processo de construção da edificação, pois se pode identificar quais fases necessitam de maior atenção por parte dos construtores e dos responsáveis pela obra, reduzindo gastos e aumentando a produtividade por minimização de reparos.

5.7 Cuidados de execução e falhas comuns na construção de algumas etapas das edificações

Para que a obra seja executada corretamente e de acordo com as especificações previstas no projeto é necessário que o engenheiro e o encarregado responsáveis pela execução da mesma acompanhem e verifiquem todas as etapas do processo construtivo. Obedecer às normas, acompanhar e verificar todas as etapas de projeto é a principal forma de evitar que erros recorrentes em obras possam acontecer (RIPPER, 1986).

Muitos cuidados devem ser tomados na construção de uma obra, isso pode evitar que falhas de execução e defeitos venham a ocorrer nas edificações.

5.7.1 *Serviços preliminares*

Estudando-se bem o terreno onde a obra será construída, verificando se é plano ou pouco inclinado para a rua, se não existem grandes movimentações de terra, se é seco, se possui resistência para suportar a construção, se possui facilidade de acesso, se não está sujeito à erosão, etc. De posse dessas informações tem-se maior possibilidade de projetar com mais finalidade e segurança. Terrenos que foram aterrados sobre materiais sujeitos a decomposição orgânica devem ser evitados (MILITO, 2001).

A fim de evitar erros na execução dos serviços preliminares MILITO (2001) lista algumas notas que devem ser seguidas:

- i - Nos cálculos dos volumes de corte e aterro, os valores são mais precisos se o número de divisões for maior.
- ii - Na execução do gabarito, as tábuas devem ser fixadas em nível.
- iii - A locação da obra deve, de preferência, ser efetuada pelo engenheiro e conferida pelo mesmo.
- iv - A marcação pelo eixo, além de mais precisa, facilita a conferência pelo engenheiro.
- v – Averiguar os afastamentos da obra, em relação às divisas do terreno. (observar código de urbanístico da cidade de João Pessoa)
- vi – Verificar no terreno a existência ou não de obras subterrâneas (galerias de águas pluviais, ou redes de esgoto, elétrica) e suas implicações.
- vii – Constatar se o terreno em relação às ruas está sujeito à inundação ou carece de drenagem para águas pluviais.
- viii – Verificar a perfeita locação da obra no que se refere aos eixos das paredes, pilares, sapatas, blocos e estacas.

5.7.2 *Fundações*

Para fundação do tipo sapatas deve-se efetuar primeiramente um lastro de concreto magro ou brita sob a base da sapata de modo a garantir proteção à armadura inferior, e para sua impermeabilização. Em obras que necessitem ser efetuadas sapatas em divisa deve ser previsto em projeto o devido dimensionamento para não haver invasão do terreno vizinho. Em

pequenas obras as sapatas podem possuir altura constante de modo a facilitar a sua execução. Dependendo das cargas atuantes e da resistência do solo, poderá ser efetuadas abaixo das sapatas, estacas escavadas a trado para a diminuição dos recalques (CARDÃO, 1983).

Se forem usadas estacas deve-se prever no dimensionamento as suas excentricidades. No caso da quebra de uma estaca deve ser consultado o engenheiro calculista para devida relocação de estaqueamento do bloco. Abaixo do bloco deve-se efetuar camada de lastro de concreto para melhor assentamento e proteção da armadura inferior (MILITO, 2001).

5.7.3 *Estruturas utilizando concreto armado*

A estrutura da edificação é uma das fases mais importantes, digna de receber grande atenção, pois falhas em sua execução se transformarão em problemas difíceis de serem sanados, como também pode por em risco a integridade física dos moradores.

SOUZA & RIPPER (1998), listam os principais erros que costumam ocorrer nessa fase:

i) Etapas que contém erros na concretagem:

- Dificuldades na interpretação do projeto; formas e escoramento; preparo do concreto; lançamento e adensamento; juntas de concretagem; cura; desforma e descimbramento.

ii) Deficiência nas armaduras:

- Má interpretação do projeto; insuficiência de armaduras; mau posicionamento das armaduras; cobrimento de concreto insuficiente; dobramento inadequado das barras; deficiência nas ancoragens; deficiência nas emendas; má utilização de anticorrosivos.

iii) Utilização incorreta dos materiais:

- fck inferior ao especificado em projeto (quando fabricado in-loco); aço diferente do especificado; solo com características diferentes; dosagem inadequada do concreto.

Os sacos de cimento que serão utilizados na obra devem ser armazenados em locais secos e empilhados em altura menor ou igual a dez sacos e estar dentro do prazo de validade (CARDÃO, 2001).

5.7.4 *Dificuldades na Interpretação de Projetos*

Surgindo dúvidas ou falhas de projeto o responsável da obra deve consultar o projetista, pois só ele sabe o objetivo do elemento construtivo em questão. No caso de

aparecerem estas dificuldades, o engenheiro responsável deve decidir apenas se estiver seguro da solução do problema.

As verificações das ferragens, das escoras, das formas, dos eletrodutos, e de todos os sistemas que estejam envolvidos com a concretagem devem ser efetuadas antes de se concretar (RIPPER, 1986). Após a concretagem qualquer falha que tenha ocorrido despenderá de grande incomodo e custo para sua reparação.

Os principais problemas encontrados quanto ao uso do concreto acontecem por mau detalhamento de projetos de armaduras, de formas, etc, e problemas na execução da concretagem, desde a colocação das formas até desforma e descimbramento (RIPPER, 1986).

No entanto um bom projeto não garante que falhas graves de execução não venham a ocorrer na obra. Por exemplo: tem-se um projeto bem concebido, mas durante sua execução falta acompanhamento de profissional especializado.

5.7.5 *Fôrmas e Escoramento*

Fôrmas devem ser instaladas com a menor tolerância possível observando as especificações de projeto. Para fabricação de uma fôrma rígida, as seguintes condições são necessárias.

a) Pilar

Prever contraventamento segundo duas direções perpendiculares entre si. Ser bem apoiadas sobre o terreno com estacas firmemente batidas ou apoiadas nas formas da estrutura inferior (RIPPER, 1986).

Vários pregos devem ser usados para prender as tabuas de contraventamento de modo que elas possam resistir à tração. Em pilares altos deve-se efetuar mais de um contraventamento com a finalidade de se evitar a flambagem. Na parte inferior dos pilares, as gravatas devem ser de 30 a 40 cm. Na base dos pilares deve-se deixar uma janela para limpeza e lavagem do fundo. No caso de pilares com mais de 2,00 m de altura deve-se deixar janelas para concretagem em etapas, para evitar a segregação dos materiais inertes como mostra a figura 2 (RIPPER, 1986).

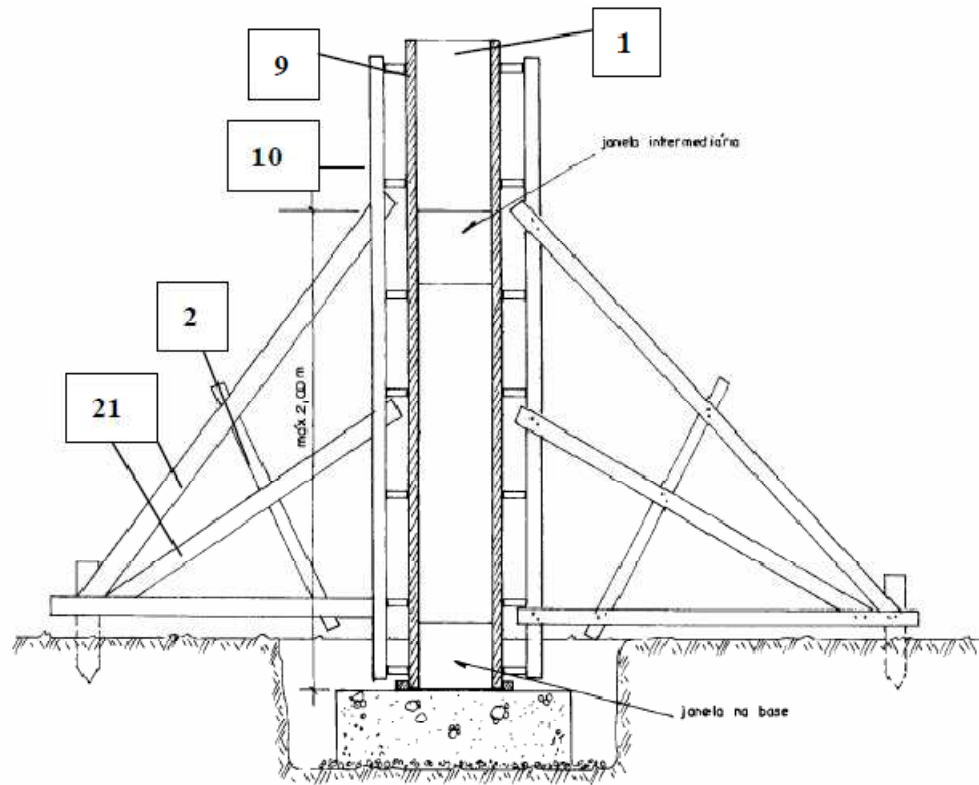


Figura 2 - Detalhes do escoramento e contraventamentos em pilares.

Fonte: Milito, 2001, p. 235

b) Vigas e Lajes

É necessário verificar se as formas possuem contraventamentos suficientes para não sofrerem deformações exageradas durante a concretagem. A figura 3 mostra um exemplo de escoramento de viga.

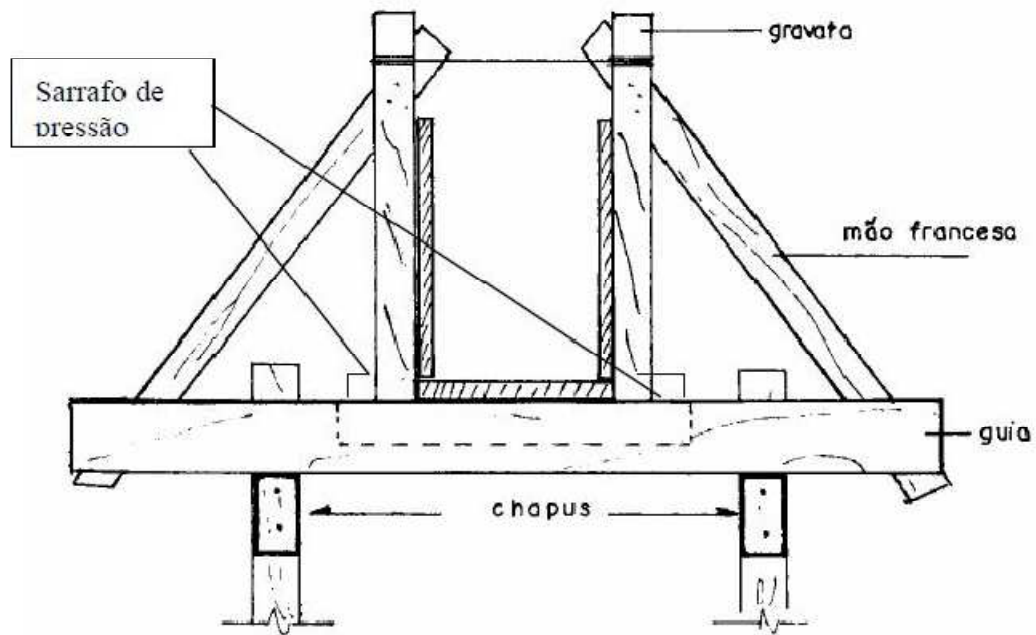


Figura 3- Modelo de forma em viga.

Fonte: Milito, 2001, p. 238.

Ter cuidado especial nos apoios dos pontaletes sobre o terreno evita recalques e conseqüentemente a deformação de vigas e lajes. Quanto menor a resistência do solo maior devem ser as tábuas. Devem-se usar cunhas duplas nos pés dos pontaletes para facilitar o processo de desforma. Apenas um terço dos pontaletes deve ter emenda, devem ser pregadas sobrejuntas de sarrafos em volta de toda a emenda. Prever travamentos horizontais nos pontaletes maiores que 3,00 m e contraventamentos para evitar flambagem (RIPPER, 1986).

É necessário prever também um bom escoramento lateral nas formas laterais das vigas com mãos francesas em diversas alturas. O escoramento lateral inclinado evita o empenamento das formas sobre pressão do concreto fresco e garante o alinhamento das peças, evitando as desagradáveis “barrigas” ou superfícies tortas. Para vigas de grandes vãos deve-se prever contra flechas com cerca de $1/300$ do vão (RIPPER, 1986).

5.7.6 Preparo do Concreto

Segundo RIPPER (1986), podem ser considerados três casos de preparo do concreto:

- Concreto usinado entregue por fornecedor;
- Para obras de grande porte com betoneira ou central no canteiro de obra;
- Para obras de pequeno porte com betoneira no canteiro de obra e sem controle tecnológico.

Quando o concreto usado é fabricado in-loco a tarefa do responsável pela obra é assegurar rigorosamente o cumprimento pontual das diversas formas de controles, tomando sempre as providências necessárias caso tenha que melhorar um traço para atingir a resistência determinada. Os encarregados da execução Devem sempre supervisionar e verificar se o traço exigido está sendo seguido, pois a falta de resistência do concreto é fundamental para o desempenho da edificação. Através de ensaio de corpos de prova pode-se verificar qual resistência o concreto atingirá (RIPPER, 1986).

O concreto usinado já possui controle tecnológico próprio, mas é importante que se faça, ao chegar, o recolhimento de material para quatro corpos de prova de cada caminhão, dois que serão ensaiados após sete dias da concretagem e dois que serão ensaiados quando completarem vinte e oito dias. É algo necessário e importante para garantir maior segurança caso ocorra problemas na estrutura, pois na central do concreto também podem ser cometidos erros (RIPPER, 1986).

A consistência depende da facilidade que se quer para o adensamento da peça que irá ser concretada e também da resistência prevista em projeto (CARDÃO, 1983).

5.7.7 Lançamento e Adensamento

O concreto deverá ser lançado somente depois de verificados às formas e armaduras pelo engenheiro da obra ou encarregado de formas e armadura.

Uma supervisão e verificação eficientes são imprescindíveis para dar início a concretagem, pois nessa fase a maioria dos erros de execução podem ser evitados.

Deve-se verificar se as fôrmas estão de acordo com o projeto, se o escoramento e a rigidez dos painéis estão bem contraventados e travados, se estão limpas, molhadas e estanques, e verificar também se o fundo da peça está bem limpo, pois uma camada de serragem pode isolar completamente as peças (RIPPER, 1986).

Em relação às armaduras devem-se verificar as: bitolas, quantidade e posição das barras, distâncias, se possuem espaçadores para permitir o devido cobrimento da armadura, deslocamento da armadura principal da laje (RIPPER, 1986).

Segundo RIPPER (1986), a altura de queda para o concreto não pode ultrapassar, conforme as normas, 2m de altura, mas na prática admitem-se quedas de até 3m.

Casos em que a altura de queda é maior que 2m devem-se prever janelas para o melhor lançamento para evitar o acúmulo de agregados na base da peça. É sempre recomendável usar funis, trombas e calhas na concretagem de peças altas.

O lançamento se faz em camadas de 10cm a 30cm de espessura quando se tratam de lajes, vigas e muros. Deve-se observar durante a concretagem se há vazamentos e caso existam estancá-los com papéis ou sacos de cimento (RIPPER, 1986).

Dependendo da dimensão da edificação, o adensamento do concreto poderá ser feito com vibrador ou soquete, devendo-se tomar cuidados para que o concreto preencha a fôrma completamente sem deixar vazios, tomando a precaução de não vibrar de forma exagerada para não criar ninhos ou segregação dos agregados (RIPPER, 1986).

Os vibradores devem ser introduzidos no concreto em posição vertical ou pouco inclinados, desde não seja superior a 45° com relação à vertical. A duração da vibração depende da fluidez do concreto. A espessura da camada a ser vibrada deverá ser igual a $\frac{3}{4}$ do comprimento da agulha do vibrador.

Em lajes e pisos não é aconselhável o uso do vibrador sendo utilizada régua vibratória (RIPPER, 1986).

5.7.8 Cobrimento da armadura

Segundo MILITO (2001), A importância do cobrimento de concreto na armadura é de vital importância na durabilidade, mas também pelos benefícios adicionais, como por exemplo, a resistência ao fogo. É preocupante constatar que esse ponto é frequentemente negligenciado.

Na execução, deve ser dada atenção apropriada aos espaçadores para armadura e uso de dispositivos para garantia efetiva do cobrimento especificado (MILITO, 2001) (Figura 4).

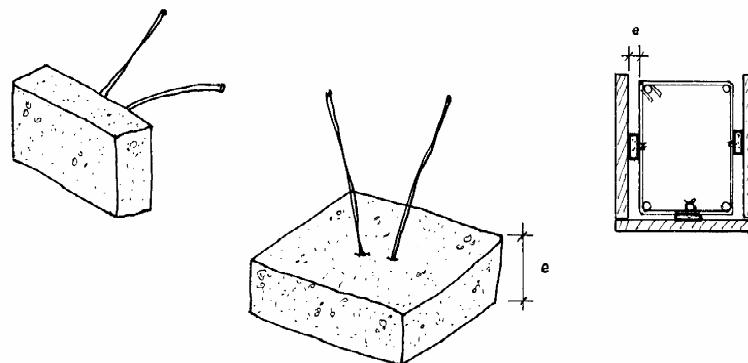


Figura 4 - Pastilhas de argamassa.

Fonte: Milito, 2001, p. 258.

Onde **e** representa o cobrimento da armadura.

De acordo com MILITO (2001) devemos em todos os casos garantir o total cobrimento das armaduras, lembrando que o aço para concreto armado estará apassivado e protegido da corrosão quando estiver em um meio fortemente alcalino propiciando pelas reações de hidratação do cimento, devemos fazer cumprir os cobrimentos mínimos exigidos no projeto e dado pela Norma. (Tabela 2).

Tabela 2 - Cobrimentos mínimos exigidos pela norma.

| PARA CONCRETO REVESTIDO COM ARGAMASSA DE ESPESSURA MÍNIMA DE 1CM | |
|---|-------|
| Em lajes no interior de edifícios | 0,5cm |
| Em paredes no interior de edifícios | 1,0cm |
| Em lajes e paredes externas | 1,5cm |
| Em vigas, pilares e arcos no interior dos edifícios | 1,5cm |
| Em vigas, pilares e arcos externos | 2,0cm |

Fonte: Autor com base em Milito, 2001.

5.7.9 Cura

Em quando o concreto não atingir a resistência especificada em projeto deve-se protegê-lo contra mudanças bruscas de temperatura, secagem rápida, exposição ao sol, a chuvas fortes, agentes químicos bem como contra choques e vibrações, pois podem produzir fissuração na massa de concreto ou prejudicar a aderência a armadura (RIPPER, 1986).

Muitos são os métodos utilizados para realizar a cura de grandes superfícies de concreto, entre eles os mais utilizados são: sacaria mantida molhada, areia ou serragem de madeiras umedecidas, manta plástica, e lâmina de água (RIPPER, 1986).

RIPPER (1986), afirma ainda, que quanto maior a espessura e o volume de concreto, maiores são os cuidados quanto à desidratação do concreto. Recomenda-se usar nestes casos, no início da cura do concreto, retardadores de pega ou produtos que deixem a superfície do concreto impermeável diminuindo sua desidratação.

5.7.10 Desforma

No caso de não terem sido usados cimento de alta resistência ou aditivos que acelerem o endurecimento RIPPER (1986), afirma que a retirada das formas não poderá ser feita antes dos seguintes prazos:

- faces laterais – 3 dias;

- retirada de algumas escoras – 7 dias;
- faces inferiores, deixando-se algumas escoras bem encunhadas – 14 dias;
- desforma total – 21 dias;

Esse tempo é necessário, por que as fôrmas ajudam a proteger o concreto evitando que ele perca umidade ajudando no processo de cura do concreto e evitando o aparecimento de trincas e fissuras.

O projeto de escoramento em obras com grandes vãos deve-se prever a retirada progressiva das escoras. Em marquises a retirada das escoras deve-se começar de fora para dentro. A retirada das escoras em grandes vãos também requer muito cuidado e deve ser feita do meio para as extremidades, pois uma má escolha na retirada pode causar tensões não previstas no concreto que provocar deformações excessivas, fissuras, trincas e até mesmo o colapso (RIPPER, 1986).

5.7.11 Alvenaria

5.7.11.1 Alvenaria de Vedação

Serão abordadas apenas paredes de tijolos furados, pois ainda são os mais utilizados nas obras convencionais.

De acordo com MILITO (2001), algumas instruções devem ser seguidas de modo a garantir uma boa execução das paredes de alvenaria.

- Junta de argamassa entre os tijolos deve estar completamente cheia;
- Painéis de paredes perfeitamente alinhadas e em prumo, pois, do contrário, é necessário uma grande espessura de revestimento; (figura 5).

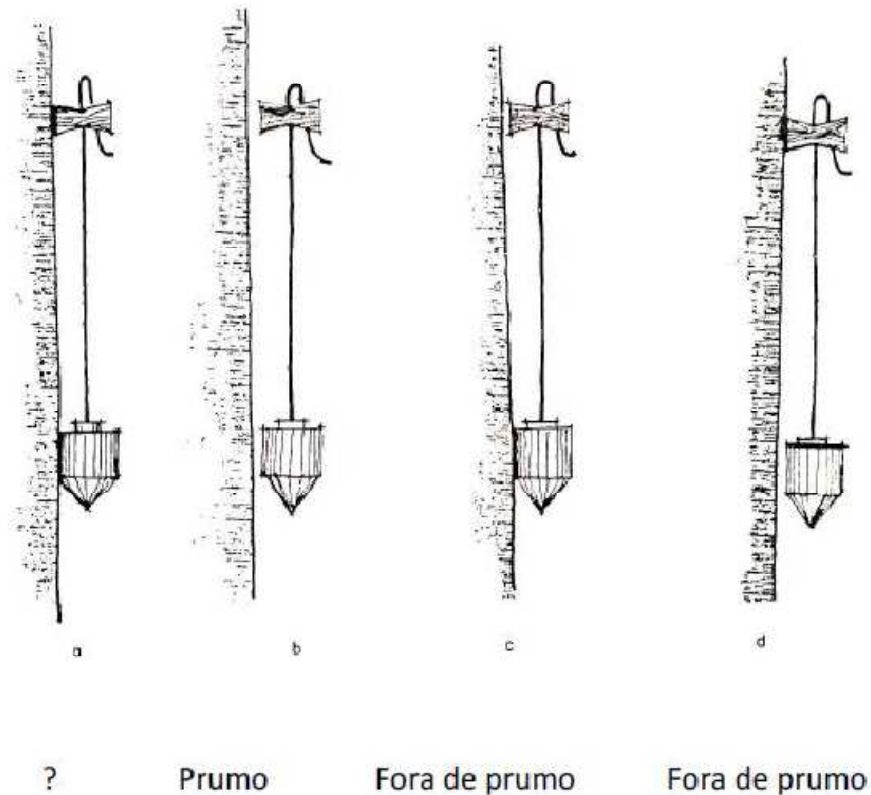


Figura 5- Verificação de prumo na alvenaria.

Fonte: Milito, 2001, p. 66

- Orientar a elevação das paredes (primeira fiada, cantos, prumo, nível);
- Previsão de verga e contra verga nos vão das alvenarias;
- Fiadas em nível para se evitar o aumento de espessura de argamassa de assentamento;
- Argamassa feita respeitando-se o manual do fabricante de modo a permitir fácil manuseio e trabalhabilidade por parte do pedreiro;
- Peitoris externos projetados de 3cm a 4cm para fora com bom caimento, de modo a permitir o escoamento da água da chuva evitando infiltrações;
- Desencontro de juntas para uma perfeita amarração;
- Nivelamento com o uso de escantilhão e linha de nylon para garantir o prumo nas duas direções da parede a fim de proporcionar o devido esquadro; (figura 6).

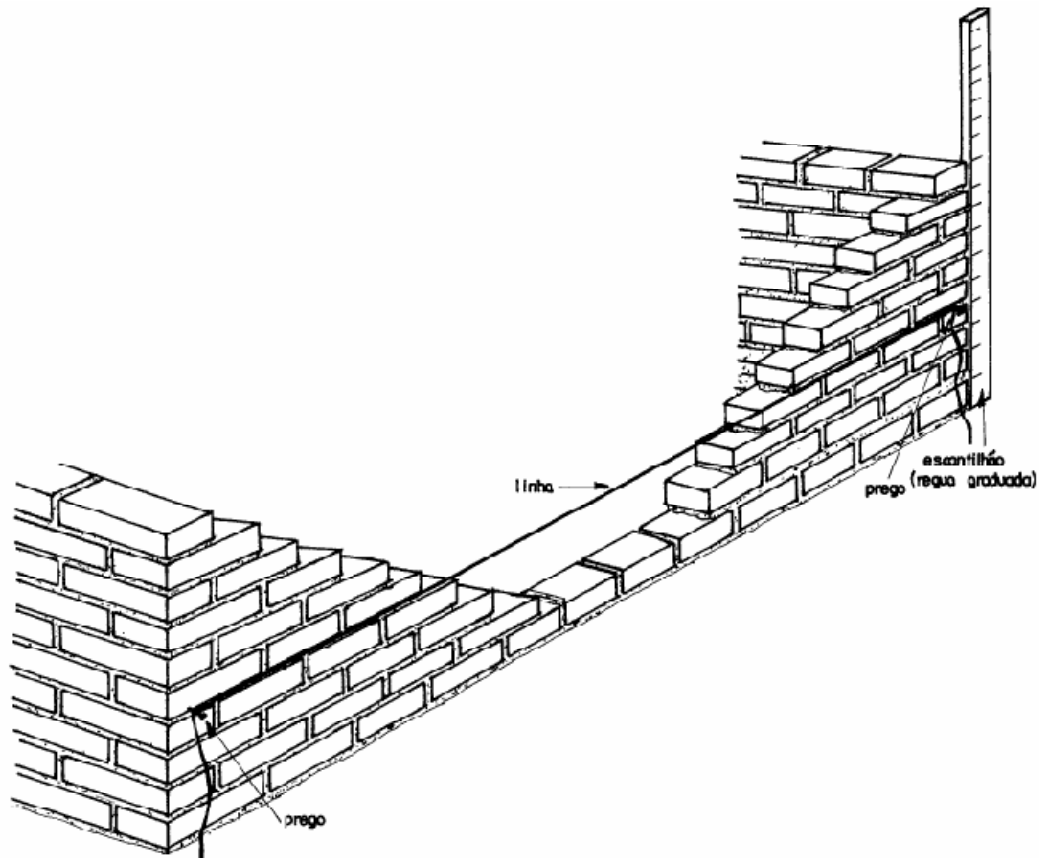


Figura 6 - Nivelamento de alvenaria.

Fonte: Milito, 2001, p. 66

Geralmente o pessoal de obra possui grande prática na execução de alvenaria. Porém alguns erros ainda continuam sendo recorrentes (RIPPER, 1986).

A não execução de cunhamento nas paredes, em estruturas com mais de um nível, pode provocar rachaduras por compressão na alvenaria, pois durante a cura da argamassa ocorre deformação da viga superior. Pode-se usar também argamassa expansora para substituir o cunhamento. O cunhamento é executado inclinando a última fiada dos tijolos furados formando uma cunha da parede com a viga ou laje (RIPPER, 1986).

A não colocação de verga e contra verga ainda é corriqueira, principalmente nas pequenas construções. Muitos construtores negligenciam esse reforço nas esquadrias para reduzir custos, não atentando para o fato de que futuramente isso venha a trazer rachaduras e gerar gastos com manutenção.

Quando for necessário construir uma ampliação que faz divisa com outra edificação existente não se deve amarrar as duas alvenarias e sim criar uma construção independente, pois a estrutura existente já está bem assentada no solo e a ampliação ainda passará por esse processo de assentamento natural. Se as alvenarias forem amarradas, isso ocasionará trincas e

rachaduras no local da amarração devido ao recalque diferencial. Esse processo necessita apenas da colocação de uma junta de dilatação entre as duas construções.

5.7.12 Impermeabilização alicerces

Das partes da execução da obra, esta geralmente é a que os operários possuem menor conhecimento técnico. A impermeabilização tem como principal objetivo evitar que a umidade, infiltração e pressão hidrostática venham a trazer problemas para os moradores (RIPPER, 1986).

Pode-se efetuar uma correta impermeabilização de várias maneiras. Neste tópico serão abordados apenas os cuidados que devem ser tomados na sua execução das obras.

Especialmente nas residências, não é bem cuidada a proteção da alvenaria e dos pisos contra a umidade. O resultado disto é mofo, estragos nas pinturas e revestimentos e problemas de saúde dos ocupantes. Depende-se exclusivamente dos construtores e do pessoal da obra a aplicação de impermeabilizações eficientes, e o proprietário deve se convencer que a economia neste serviço tem como consequência males e custos muito elevados dos consertos necessários para remediar as falhas iniciais e os problemas de saúde dos ocupantes (RIPPER, 1986).

Uma falha muito comum e de difícil conserto nas obras é a ineficiência ou a falta de impermeabilização nas laterais e topos das vigas baldrame. Isso induz a umidade a infiltrar-se por capilaridade no concreto danificando o revestimento aplicado sobre a alvenaria causando problemas patológicos (RIPPER, 1986).

De acordo com MILITO (2001), alguns cuidados devem ser respeitados quanto à impermeabilização.

- Uma impermeabilização não dá resistência à estrutura. Se a estrutura fissurar, a argamassa também o fará.
- Uma junta fissurada deve ser preenchida com uma massa elástica e não com argamassa rígida senão poderá fissurar novamente.
- A obstrução da água fará com que ela procure nova saída e inicie o trabalho pelas áreas porosas.
- Devem-se seguir rigidamente as instruções do manual do produto impermeabilizante.

5.7.13 Cobertura

De acordo com MILITO (2001), um telhado é composto de estrutura, cobertura e dos condutores de águas pluviais e divididos da seguinte forma:

- A estrutura é o elemento de apoio da cobertura, que pode ser de madeira, metálica, etc.
- A cobertura tem o propósito de proteger, impermeabilizar, proporcionar conforto térmico e pode ser de cerâmica, de fibrocimento, alumínio, de chapa galvanizada, etc.
- Os condutores são para o escoamento conveniente das águas de chuva e constituem-se de calhas, coletores, rufos e rincões, são de chapas galvanizadas e de p.v.c.

Planejar com cuidado possibilita a execução de uma boa cobertura. Esse planejamento se faz tomando-se medidas como verificar:

- O sentido de montagem;
- Recobrimentos (longitudinal e transversal);
- A largura útil das telhas;
- Os vãos máximos entre dois apoios;
- Balanços máximos;
- Presença de calhas;
- Dimensionamento das estruturas;
- Fixação das telhas;
- Proteção da madeira da estrutura do telhado e pintura das telhas;

Numa estrutura de um telhado em madeira, reconhece-se que o carpinteiro executou um bom trabalho quando os alinhamentos das peças são perfeitos, formando cada painel do telhado um plano uniforme. Um madeiramento defeituoso resultará num telhado ondulado e de péssimo aspecto (RIPPER, 1986).

Quando existir platibanda devem ser previstas calhas, rufos e pingadeiras com a finalidade de escoar a água e proteger a alvenaria contra infiltrações como mostra a figura 7 (MILITO, 2001).

As calhas devem ser previamente dimensionadas de modo a escoar toda a água mesmo na pior situação de chuva. A falta de limpeza periódica pode provocar o entupimento das calhas e como consequência infiltrações.

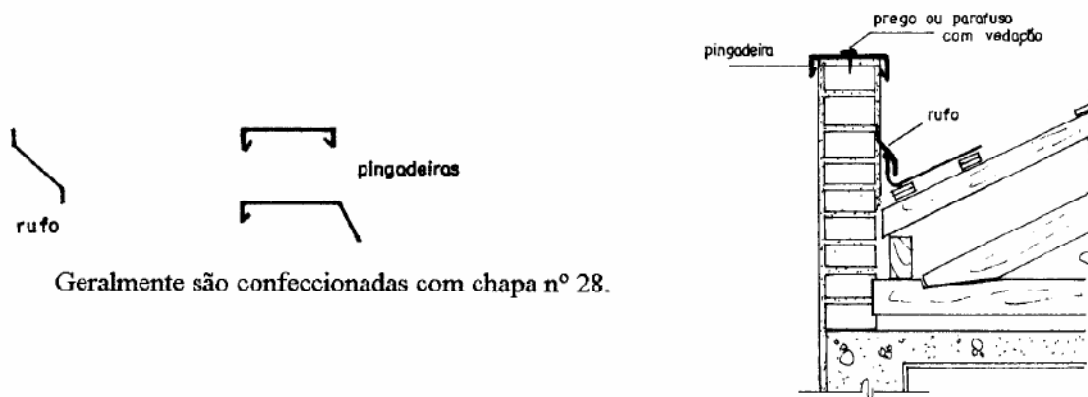


Figura 7 - Uso de calha, rufo, e pingadeira em platibanda.

Fonte: Milito, 2001, p. 127.

5.7.14 Esquadrias

O tipo de esquadria a serem instalados nos vãos de portas e, principalmente janelas depende da escolha do material que a constitui. No mercado temos disponíveis esquadrias de: madeira, alumínio, aço, PVC e vidro. Os principais critérios para optar por um ou outro destes materiais são estética, funcionalidade, durabilidade, manutenção e preço. A sequência para colocação das esquadrias objetiva uma maior facilidade na hora da montagem e cuidados para a prevenção de problemas futuros, sendo o principal deles as infiltrações. Nas janelas a adoção de pingadeira no peitoril com caimento para fora na parte inferior e superior visa evitar que a água das chuvas venha a infiltrar na alvenaria. O procedimento para evitar infiltrações em janelas pode ser visto na figura 8. Todas as esquadrias devem ser bem chumbadas para não sofrer deslocamentos após a sua colocação (BASTOS, 2011).

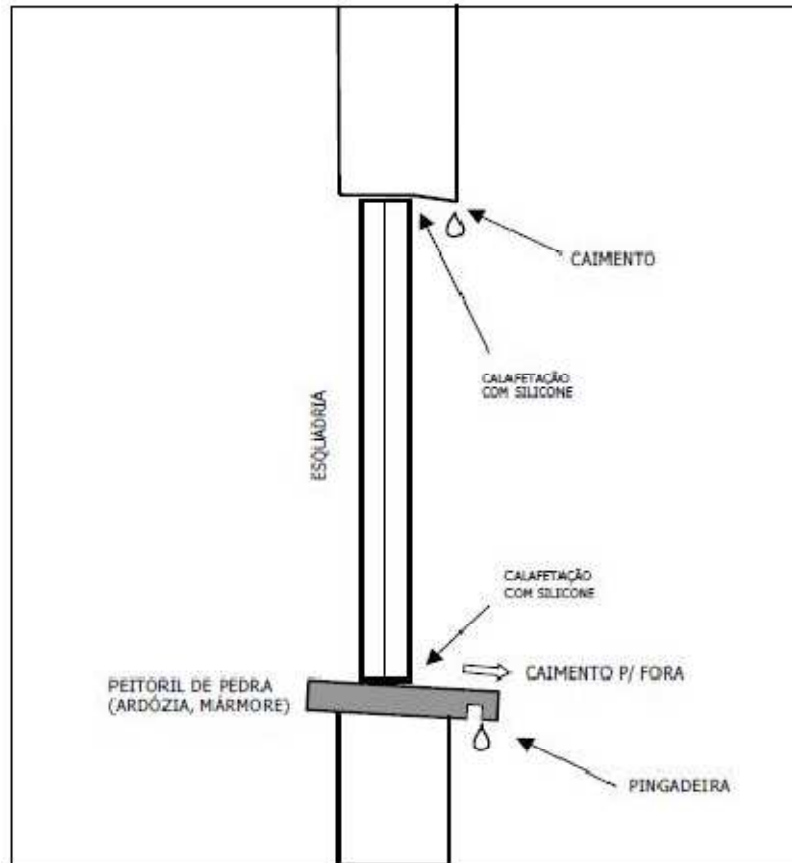


Figura 8 - Procedimentos para evitar infiltrações em janelas.

Fonte: Bastos, 2011, p. 127.

As dobradiças devem ser dimensionadas conforme o peso da folha da porta, pois essas peças são extremamente solicitadas e expostas ao desgaste contínuo. A fixação das dobradiças não deve ser feita com parafusos rosqueados e não pregados. É muito importante o correto alinhamento e prumo das dobradiças para que a suspensão da folha da porta não fique fora de linha, sem fechar bem e desgastando demais as dobradiças (RIPPER, 1986).

Portas externas, de madeira ou metálicas (exceto as portas de enrolar) devem ser dotadas de pingadeiras colocadas na parte inferior no lado externo da porta, isso evita a penetração de água dentro da edificação e o apodrecimento da parte inferior da porta caso seja de madeira ou o enferrujamento caso seja metálica (RIPPER, 1986).

5.7.15 Revestimentos

Nesta etapa da obra faz-se a regularização das superfícies de parede, tetos, muros e fachadas. São qualidades essenciais de um revestimento a durabilidade, a impermeabilidade, a resistência ao choque e a esforços de abrasão (BASTOS, 2011).

5.7.15.1 Argamassa

Revestimento geralmente executado em mais de uma camada.

O enchimento torna-se imprescindível apenas em casos especiais como: alvenaria de pedras irregulares, paredes totalmente fora de prumo ou de esquadro. No caso de ser necessária mais de uma camada, esperar que a anterior esteja totalmente endurecida (BASTOS, 2011).

O revestimento em argamassa normalmente é composto por três camadas citadas abaixo:

5.7.15.2 Chapisco

Primeira camada de menor espessura, executada com argamassa forte de cimento e areia grossa lavada, geralmente com 1:4 do volume, para aumentar a aderência da camada posterior na parede. O chapisco pode ser aplicado com colher de pedreiro ou com lançamento da argamassa com maquinário semelhante o que faz o lançamento do concreto, lançando a argamassa de forma a ficar bem espalhada.

É um erro comum em pequenas obras os construtores negligenciarem esta etapa. Não chapiscar as paredes pode causar deslocamentos e rachaduras no revestimento, por que a aderência entre o reboco e a alvenaria não é suficiente.

5.7.15.3 Emboço

Segunda camada do revestimento com espessura de 1,0 a 2,5 cm, de acabamento áspero. Deve ser aplicado somente após o endurecimento total do chapisco e com as tubulações de instalações elétricas e hidráulicas, de esgoto e gás já embutidas nas paredes (BASTOS, 2011).

A argamassa de emboço deve ter sua dosagem estudada a fim de se obter trabalhabilidade, baixa retração na secagem, resistência mecânica, elasticidade adequada e aderência suficiente à base depois de endurecida (BASTOS, 2011).

Consegue-se um bom emboço com a execução prévia de faixas verticais de massa, no caso de paredes e horizontais no caso de tetos. Essas faixas devem ser bem prumadas e alinhadas, executando primeiro as faixas dos cantos para poder esticar linhas de alinhamento para outras faixas (RIPPER, 1986).

5.7.15.4 Reboco

Camada aplicada após o endurecimento do emboço, de menor espessura, 0,5cm e acabamento mais liso, proporcionado pelos grãos finos da areia utilizada na argamassa (máximo 0,6 mm). Sua execução deve ser efetuada após a execução dos peitoris e guarnições de portas e janelas, mas antes de rodapés e alizares. Para dar acabamento ao reboco usa-se desempenadeira (BASTOS, 2011; RIPPER, 1986).

5.7.15.5 Azulejos

Tipo de revestimento aplicado nas paredes com propósito decorativo. Tem como finalidade principal proporcionar superfície lisa e impermeável em áreas úmidas como cozinhas, banheiros e saunas (BASTOS, 2011).

Segue-se segundo BASTOS (2011), alguns cuidados e procedimentos recomendados para a realização de um bom assentamento de azulejo:

- No caso de emboço mais antigo e seco, deve-se molhar um pouco a superfície antes da aplicação do azulejo;
- Os azulejos devem ser colocados no sentido do piso para o teto dos cômodos, calculando-se a altura das fiadas de modo a se obter peças inteiras na última de cima;
- A primeira fiada, mais próxima do piso, é colocada depois que o piso estiver pronto, o que permitirá o corte adequado dos azulejos;
- Os corte dos azulejos devem ser bem executados para que permitam a utilização dos dois pedaços;
- Juntas devem ter cerca de 2,0mm de largura e executadas colocando-se um espaçador entre as fiadas, formando a junta horizontal e afastando-se os azulejos para formar a junta vertical. O espaçador só é retirado após a pega suficiente da argamassa de assentamento. As juntas são recomendadas para melhor acabamento da parede azulejada e para evitar descolamento de azulejos por dilatação térmica das peças;
- O rejuntamento é bem executado quando se assume anteriormente o cuidado de se deixar limpo o espaço entre os azulejos logo após sua colocação;
- O emboço deve estar semiúmido antes da adesão das peças;
- Não deve haver umidade na parede por vazamentos ou infiltrações;

- Deve-se umedecer os azulejos antes da colocação, sem saturá-los, para argamassa feita em obra. Seguir recomendações do fabricante, no caso de uso de argamassa colante industrializada;
- Usar areia limpa, cimento novo ou argamassa colante dentro do prazo de validade;
- Cobrir completamente a superfície do azulejo com argamassa no assentamento e aplicar boa pressão sobre o azulejo na colocação;
- Após a aplicação dos azulejos, evitar qualquer tipo de esforço na parede durante o endurecimento da argamassa;

5.7.16 Pisos

O piso é dividido em lastro que é a primeira camada, depois vem o contrapiso e em cima deste efetua-se o revestimento de piso que podem ser dos mais diversos materiais como granito, borracha, tecido, mármore, cerâmica, madeira, etc. (BASTOS, 2011).

De acordo com (BASTOS 2011), a escolha do piso deve ser feita considerando-se principalmente a finalidade que o local irá servir, e devem atender as seguintes características:

- Ser resistente ao desgaste;
- Provocar o mínimo de ruído com o movimento das pessoas;
- Deve apresentar um mínimo de aderência que proporcione segurança no movimento das pessoas, evitando acidentes;
- Deve exigir pequena ou nenhuma despesa de manutenção;
- Deve ser de fácil limpeza para ser mantido em boas condições de higiene;
- Proporcionar aspecto agradável;

Juntas de dilatação devem ser prevista e efetuadas em grandes áreas de colocação de pisos. Cada tipo de piso requer junta específica, e sua localização deve coincidir com as juntas estruturais efetuadas no contrapiso (RIPPER, 1986).

Sempre verificar se a argamassa de regularização para pisos, que serão assentados com cola, esteja seca no ato da sua aplicação (MILITO, 2001).

Fibras (de aço, sintéticas, entre outras) que auxiliam na redução das fissuras podem ser adicionadas nos pisos de concreto. A cura deve ser efetuada da mesma forma que em lajes de concreto armado (RIPPER, 1986).

5.7.17 Instalações elétricas e telefonia

As instalações elétricas e de telefonia são compostas por eletrodutos, condutores, chaves, caixas, luminárias e demais equipamentos e meios necessários ao fornecimento de energia elétrica ao interior das edificações, todos dimensionados e especificados em projeto por engenheiro eletricista.

A etapa de instalações elétricas em uma edificação começa com a ligação provisória de energia para o canteiro de obras, passa pela instalação de tubos e caixas embutidas durante as concretagens, continua após a alvenaria com trechos embutidos nas paredes e termina com a passagem da fiação pelos eletrodutos e suas ligações em tomadas e interruptores. A sequência das etapas necessárias para a instalação elétrica está esquematizada na Figura 9 (BASTOS, 2011).

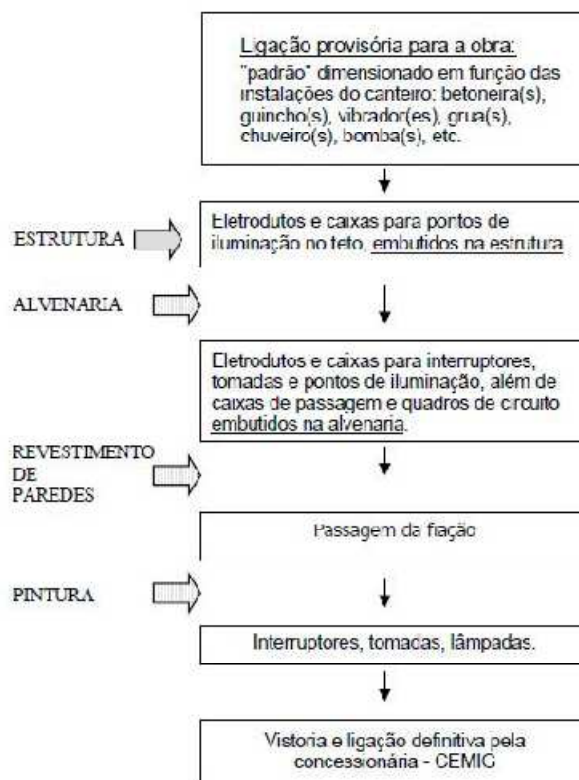


Figura 9 - Sequência dos serviços de instalação elétrica.

Fonte: Bastos, 2011, p. 90

BASTOS (2011) identifica alguns cuidados a serem seguidos na execução das instalações elétricas que estão listados abaixo:

- Instalar os trechos horizontais embutidos nas lajes antes da concretagem e os trechos verticais embutidos nas paredes somente após a alvenaria;
- Observar atentamente os diâmetros dos eletrodutos especificados em projeto;

- Utilizar tubos flexíveis com os devidos cuidados para que não ocorra o seu amassamento durante as concretagens;
- Analisar as alturas em relação ao piso acabado das caixas embutidas em paredes que devem ser de 1,10m a 1,40m para interruptores e campainhas, 0,30m para tomadas baixas e 1,90m a 2,10m para arandelas e chuveiros;
- A fiação deve ter a sua execução após o revestimento de paredes, com as caixas fixas em seus lugares;
- Diferenciar os diversos circuitos do projeto com cores diferentes dos fios sempre que possível;

5.7.18 Instalações hidrossanitárias

Segundo BLANCO (2007), essa é a etapa de uma construção que trará mais problemas para os futuros moradores como vazamentos, entupimentos, vazão insuficiente, retorno de mau cheiro, entre outros.

Para evitar despesas extras como ter que quebrar paredes para efetuar reparos, o que soma mais custo, é muito importante realizar essa etapa da melhor maneira possível, sempre conferindo os procedimentos adotados e verificando o projeto que deve apresentar todo o processo detalhado contendo todas as informações necessárias (BLANCO, 2007).

As instalações hidráulicas e as de esgoto sanitário são etapas executadas após a alvenaria ter sido finalizada. Devem ser executadas por profissional competente (encanador) que as executará com base em especificações de projeto.

BASTOS (2011) lista algumas especificações a serem consideradas para uma melhor execução das instalações hidrossanitárias:

- Atenção para o posicionamento adequado nas paredes, da tubulação, conexões para torneiras, registros, chuveiros, etc (alturas e distâncias horizontais) - cortes nas alvenarias baseados;
- Cuidado para o posicionamento correto, durante as concretagens, das aberturas na estrutura para passagem de tubos;
- Cuidados para a tubulação de água quente: passagem por tubos e conexões de cobre ou PVC especial; aquecedor (elétrico, gás, energia solar);
- Verificar se há o devido caimento da água para o ralo no Box do chuveiro;
- Teste das instalações antes do revestimento das paredes: tampar todas as saídas com conexões e encher a caixa d'água e a tubulação;

5.7.19 Pintura

A pintura é um dos últimos serviços a ser executado em uma obra e muitas vezes não se dá a devida importância à qualidade dos trabalhos de pintura. Para reduzir gastos, terceiriza-se o serviço, procuram-se firmas de pintura de segunda linha ou simplesmente pintores que oferecem serviços mais em conta.

Uma pintura mal executada pode desvalorizar um serviço muito bem executado, enquanto uma pintura de boa qualidade pode agregar a valor uma obra de baixo custo (RIPPER, 1986).

Algumas recomendações são indicadas por Milito (2001), e devem ser aplicadas para a boa execução de uma pintura:

- Antes de pintar uma superfície, certifica-se de que a mesma esteja adequadamente preparada e que a tinta a ser aplicada seja compatível com a superfície;
- Não pintar o reboco antes que o mesmo esteja completamente seco e curado;
- Não aplicar massa corrida P.V.A. em superfícies externas;
- Não aplicar tinta diretamente sobre paredes caiadas;
- Não utilizar produtos látex (P.V.A.) e acrílico sobre superfícies de madeira ou ferro (exemplos: massa corrida para corrigir imperfeições de portas antes de pintar; primeira demão de látex nas portas antes de aplicar o esmalte);
- Não utilizar verniz fosco ou esmalte fosco em superfícies externas devido a sua pouca resistência à umidade. O verniz ou esmalte brilhantes são mais resistentes;
- Não utilizar massa corrida diluída com água como se fosse uma tinta de fundo;

Na figura 10 podemos analisar as principais causas e efeitos que ocorrem por uma má execução de pintura.

| CAUSA | EFEITO |
|--|---|
| Tinta não é bem mexida na lata antes da aplicação | Pintura sem pigmentação, semelhante a um verniz ou manchada. |
| Diluição em demasia | A tinta, com baixa viscosidade, escorre proporcionando pouca cobertura. |
| Tinta muito grossa (pouco diluída) | Mau acabamento na pintura, demora na secagem e pouca aderência. |
| Aplicada demão de tinta sobre demão anterior ainda não seca e com solvente por evaporar | Enrugamento |
| Pintura sobre superfície muito porosa que absorve o veículo da tinta | Perda prematura de brilho |
| pintura sobre graxa, óleo ou resina ou qualquer superfície mal preparada. | Falta de aderência |
| Lugares úmidos, sombrios e quentes ao mesmo tempo. | Mofo |
| Tinta de veículo pouco elástico ou aplicação de filme menos elástico sobre outro mais elástico | Gretamento e fendilhamento |
| Pinturas velhas, após o gretamento. | Descascamento |
| Aplicação de tinta sobre superfície úmida. | Bolhas |

Figura 10 - Principais defeitos causados por má execução nos serviços de pintura.

Fonte: Bastos, 2011, p. 90

6 RESULTADOS

Este capítulo apresenta resultados verificados em um estudo de caso sobre vícios construtivos realizado na Escola Estadual Francisco Campos, situada na Rua Bourgueville s/n no bairro Anatólia na cidade de João Pessoa PB. Para isso foram catalogados os erros e falhas decorrentes das fases de projeto, execução e manutenção da edificação, que foram identificadas através de inspeção sensorial, e de fotos obtidas no local em estudo.

Também se realizou uma entrevista com o funcionário que trabalha a mais tempo na edificação, o que foi de grande importância, pois apesar do mesmo não possuir na maioria dos casos uma visão técnica sobre erros e falhas construtivas, ele domina a função de administrador da escola e possui acúmulo de informações relevantes para esse estudo.

6.1 Estudo de Caso: Vícios Construtivos verificados na Escola Estadual Francisco Campos

A presente escola é composta por sete salas de aula, diretoria, secretaria, sala de informática, biblioteca, refeitório, cozinha, dispensa, quadra poliesportiva e seis banheiros dispostos numa área total de aproximadamente 2500m². Trata-se de uma edificação com 30 anos de existência, que passou, segundo o funcionário mais antigo da instituição, por três ampliações e duas reformas. A última reforma foi realizada recentemente, em 2014.

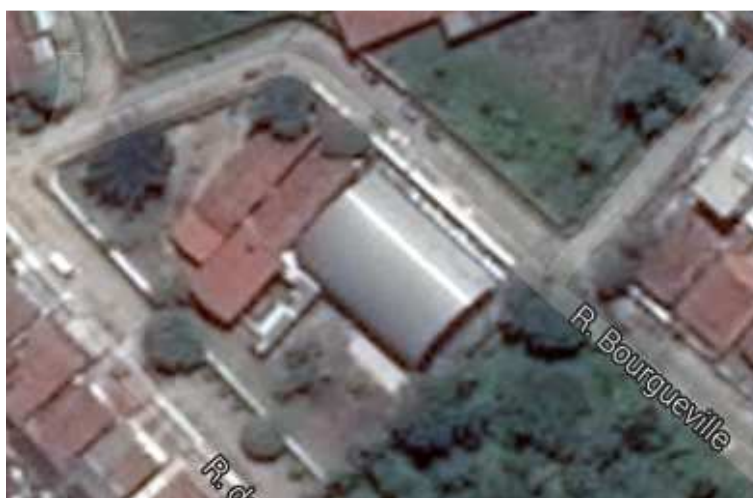


Figura 11 - Escola Francisco Campos.

Fonte: Google Earth.

6.2 Defeitos e falhas verificadas na escola

Para melhor apresentar os dados obtidos foi elaborada a tabela 3 na qual se apresentam os itens que foram inspecionados na edificação, à presença ou não de erros em cada item, e a fase do processo construtivo em que ocorreram as possíveis falhas e o percentual por etapa em relação ao total de itens com erros.

Tabela 3 - Resumo dos itens inspecionados em cada etapa.

| RESUMO DE ITENS INSPECIONADOS EM CADA ETAPA | APRESENTARAM DEFEITOS | | NÚMERO DE VICIOS CONSTRUTIVOS | FASE ONDE OCORRERAM AS POSSÍVEIS CAUSAS | PORCENTAGEM POR ETAPA EM RELAÇÃO AO TOTAL DE ITENS COM ERROS |
|---|-----------------------|-----|-------------------------------|---|--|
| | SIM | NÃO | | | |
| 1) FUNDAÇÃO | | | | | |
| a) recalque em parte da moradia | X | | 2 | Projeto | 4,35% |
| 2) IMPERMEABILIZAÇÃO RODAPÉ | | | | | |
| a) manchas acima do rodapé | X | | 2 | Execução | 4,35% |
| 3) ESTRUTURA | | | | | |
| a) fissuras laje, viga ou pilar | | X | | Projeto | 8,70% |
| b) trincas laje, viga ou pilar | | X | | Projeto | |
| c) Infiltrações laje, viga ou pilar | X | | 3 | Execução | |
| d) deslocamento concreto | | X | | Execução | |
| e) armadura exposta | X | | 1 | Execução | |
| 4) ALVENARIA | | | | | |
| a) fissuras ou trincas à 45° acima de esquadrias | X | | 2 | Execução | 13,04% |
| b) fissuras ou trincas à 45° abaixo de janelas | | X | | Execução | |
| c) problema de esquadro | X | | 2 | Execução | |
| d) trinca entre construção existente e ampliação | X | | 1 | Projeto | |
| e) trinca entre alvenaria e pilar ou alvenaria e viga | | X | | Execução | |
| 5) REVESTIMENTOS | | | | | |
| a) deslocamento de revestimento | X | | 3 | Execução | 4,35% |
| b) desgaste exagerado de cerâmica e azulejo | | X | | Manutenção | |
| c) defeito de colocação ou recorte | | X | | Execução | |
| 6) COBERTURA | | | | | |

| | | | | | |
|--|---|---|------------------|------------|--------|
| a) goteiras ou região de infiltração | X | | 5 | Manutenção | 8,70% |
| b) subdimensionamento de calhas | X | | | Projeto | |
| 7) ESQUADRIAS | | | | | |
| a) esforço exagerado para abrir ou fechar esquadrias | X | | 3 | Execução | 8,70% |
| b) infiltração em dias de chuva | X | | 2 | Execução | |
| c) massa dos vidros apresentam problema | | X | | Execução | |
| 8) PINTURA | | | | | |
| a) imperfeições na pintura | | X | | Execução | 8,70% |
| b) manchas de mofo | X | | 6 | Execução | |
| c) descascamento | X | | 2 | Manutenção | |
| 9) CONFORTO TÉRMICO | | | | | |
| a) falta ou excesso de insolação | X | | 1 | Projeto | 4,35% |
| 10) CONFORTO ACÚSTICO | | | | | |
| a) barulhos incomodativos entre ambientes | | X | | Projeto | |
| 11) INSTALAÇÃO ELÉTRICA | | | | | |
| a) pontos de tomada insuficientes | X | | 1 | Projeto | 8,70% |
| b) iluminação e ponto de interruptores insuficientes | | X | | Projeto | |
| c) perda de desempenho com aparelhos ligados | | X | | Projeto | |
| d) defeitos no q.d. ou altura de pontos fora dos padrões | X | | 3 | Projeto | |
| 12) INSTALAÇÕES HIDROSSANITÁRIAS | | | | | |
| a) problemas no uso de aparelhos sanitários | X | | | Execução | 21,74% |
| b) vazão insuficiente | | X | | Projeto | |
| c) empoçamento de água nos boxes | X | | 1 | Execução | |
| d) entupimento ou volta de mau cheiro das tubulações | X | | 1 | Manutenção | |
| e) vazamentos ou torneiras deslocadas | X | | 2 | Execução | |
| f) caixas de inspeção e gordura insuficientes | X | | Direto no Esgoto | Projeto | |
| 13) FUNCIONALIDADE | | | | | |

| | | | | | |
|---|----|----|----|---------|-------|
| a) ambientes de difícil mobilidade | X | | 2 | Projeto | 4,35% |
| b) garagem de difícil baliza | | X | | Projeto | |
| SOMATÓRIO | 23 | 14 | 44 | | 100% |

Fonte: Autor, 2015.

Foram inspecionados 37 itens em 13 etapas, e encontrou-se 23 vícios construtivos situados em 44 pontos da escola.

6.2.1 *Fundação*

Foram encontradas duas falhas evidenciadas por trincas no sentido vertical, ocasionadas por recalque diferencial em parte da ampliação da escola. Esse recalque provavelmente ocorreu por que não foi feito estudo de solo no terreno para verificar as suas características, principalmente a resistência para suportar a carga da construção. O que segundo (MILITO, 2001) deveria ter sido feito, pois de posse dessas informações tem-se possibilidade de projetar com segurança.

6.2.2 *Impermeabilização de rodapé*

Manchas acima do rodapé foram verificadas em dois pontos da escola mostrados na figura 12 abaixo. Esses erros ocorreram devido à ineficiência ou a falta de impermeabilização nas laterais e topos das vigas baldrame. De acordo com (RIPPER, 1986) esta é uma falha muito comum e de difícil conserto nas obras, que induz a umidade a infiltrar-se por capilaridade no concreto danificando o revestimento aplicado sobre a alvenaria causando problemas patológicos (RIPPER, 1986).



Figura 12 - Manchas acima do rodapé.

Fonte: Autor, 2015.

6.2.3 Estrutura

Encontraram-se três pontos de infiltração em partes da estrutura, em uma laje de sala na qual o forro de gesso já esta bastante prejudicado, e em dois pilares, como mostra as figuras 13 e 14. Essas infiltrações foram causadas respectivamente por falha na cobertura que de acordo com (MILITO, 2001), tem o propósito de proteger, impermeabilizar, e etc, e por falta de impermeabilização que segundo (RIPPER, 1986) induz a umidade a infiltrar-se por capilaridade no concreto danificando o revestimento.



Figura 13 - Infiltração em laje.

Fonte: Autor, 2015.



Figura 14 - Infiltração em pilar.

Fonte: Autor, 2015.

Também se verificou um erro de armadura exposta na quadra poliesportiva que é parte de uma das ampliações efetuadas na escola, ocasionada na execução pela ausência de espaçadores implicando na falta de cobertura da armadura, mostrado na figura 15. Segundo MILITO (2001) deve ser dada atenção apropriada aos espaçadores para armadura e uso de dispositivos para garantia efetiva do cobrimento especificado em norma.



Figura 15 - Armadura exposta em pilar.

Fonte: Autor, 2015.

6.2.4 Alvenaria

Verificaram-se fissuras ou trincas à 45° acima de esquadrias em dois pontos da parte mais antiga da edificação, provocados segundo MILITO (2001), por falta ou má execução das vergas nos vãos das alvenarias, como mostra a figura 16.

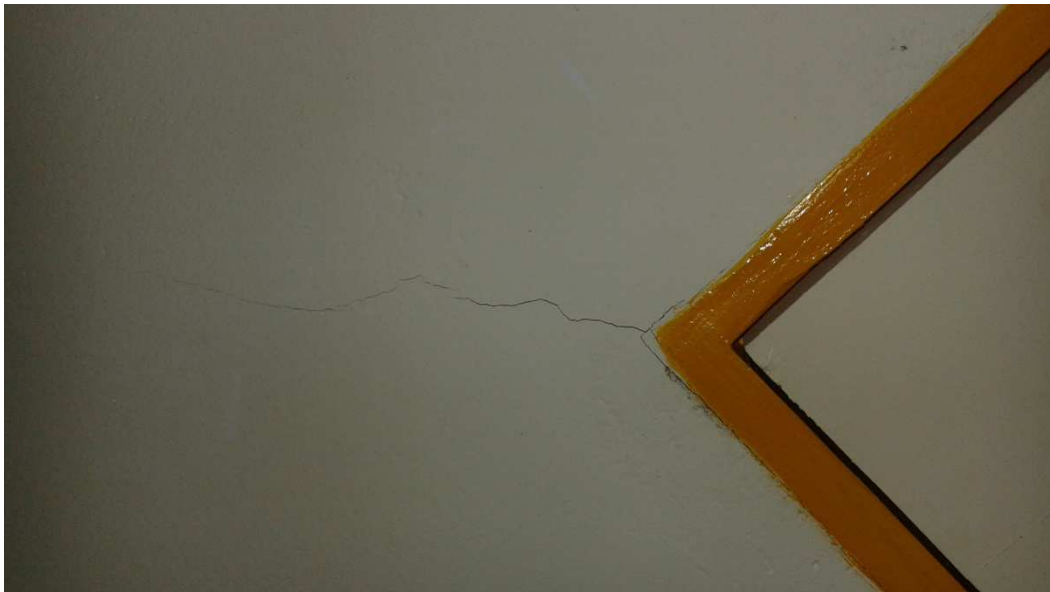


Figura 16 - Trincas à 45° em alvenaria acima de esquadrias.

Fonte: Autor, 2015.

Segundo MILITO (2001) deve-se verificar a perfeita locação da obra no que se referem aos eixos das paredes, pilares, sapatas, blocos e estacas, como isto não foi feito em parte de uma das ampliações, ocorreu problema de esquadro observado na colocação da cerâmica. Também foram observadas trincas entre construção existente e ampliação, provavelmente devido à falta de amarração entre elas conforme mostra as figuras 17 e 18 respectivamente.



Figura 17 - Alvenaria fora de esquadro.

Fonte: Autor, 2015.

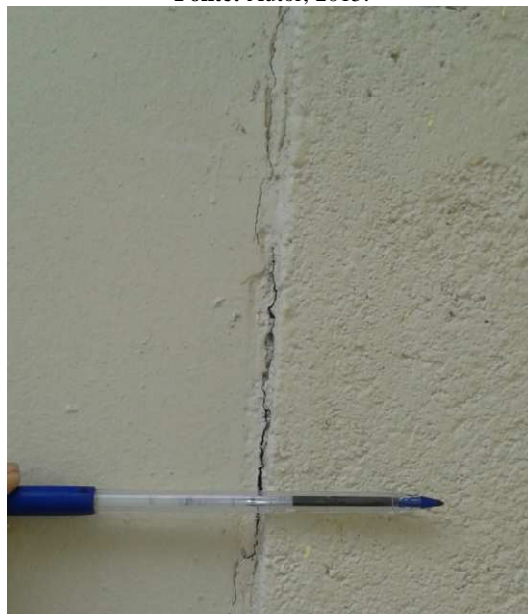


Figura 18 - Ampliação sem junta de dilatação.

Fonte: Autor, 2015.

6.2.5 *Revestimentos*

Constatou-se deslocamento de revestimento em três pontos da última reforma da escola, ocasionados pela ausência do chapisco, provocando a falta de aderência necessária entre o reboco e a alvenaria, e insuficiência na colagem no momento da colocação da cerâmica, o que pode ser visto nas figuras 19 e 20.

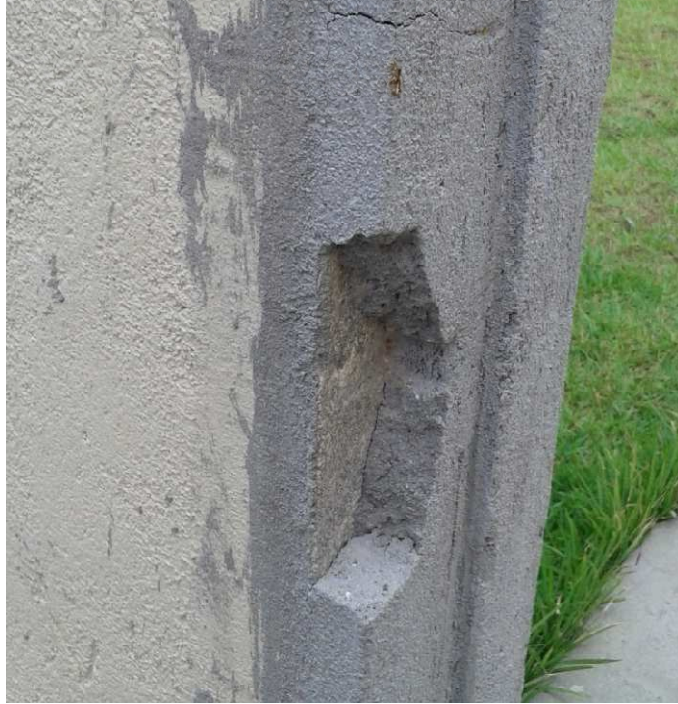


Figura 19 - Desplacamento de revestimento.

Fonte: Autor, 2015.



Figura 20 - Desplacamento de revestimento.

Fonte: Autor, 2015.

6.2.6 Cobertura

Em cinco pontos se verificou goteiras ou região de infiltração causada por falta de manutenção da cobertura que apresenta telhas quebradas e segundo MILITO (2001) tem o

propósito de proteger e impermeabilizar. Verificou-se também subdimensionamento das calhas, que transbordam quando ocorre um maior volume de chuva, segundo funcionário da instituição. Veja na figura 21 abaixo ponto de infiltração na edificação.



Figura 21 - Infiltração causada por falta de manutenção do telhado.

Fonte: Autor, 2015.

6.2.7 *Esquadrias*

Verificou-se que é necessário esforço exagerado para abrir e fechar três portas de sala da última ampliação, causados provavelmente segundo RIPPER (1986) por mau dimensionamento das dobradiças que devem ser dimensionadas conforme o peso da folha da porta, pois essas peças são extremamente solicitadas e expostas ao desgaste contínuo, ou por incorreto alinhamento e prumo das dobradiças para que a suspensão da folha da porta não fique fora de linha, sem fechar bem e desgastando demais as dobradiças, ou ainda por irregularidade no piso ou no esquadro da forra das portas. Observou-se também infiltrações em duas janelas nas quais não houve a adoção de pingadeira no peitoril com caimento para fora na parte inferior e superior visa evitar que a água das chuvas venha a infiltrar na alvenaria, conforme (BASTOS, 2011).

6.2.8 Pintura

Foram verificadas manchas de mofo em seis pontos, três situados numa ampliação e três na parte antiga da edificação, por se tratarem de lugares úmidos, sombrios e quentes ao mesmo tempo, conforme BASTOS (2011). Também se constatou descascamento da pintura em dois pontos originados provavelmente por se tratar de pintura velha, conforme (BASTOS, 2011). As figuras 22 e 23 abaixo mostram manchas de mofo e descascamento na pintura respectivamente.



Figura 22 - Manchas de mofo.

Fonte: Autor, 2015.



Figura 23 – Descascamento de pintura.

Fonte: Autor, 2015.

6.2.9 Conforto térmico

Mesmo a edificação tendo vários cobogós em lugar de janelas foi relatado pelo funcionário entrevistado que as dependências da edificação não são confortáveis termicamente. Esse fato é causado segundo MILITO (2001), porque a cobertura não atingiu seu propósito de proporcionar conforto térmico. A escola dispõe de oito ar-condicionados para diminuir a sensação térmica de calor, quatro em salas de aula, um na sala de informática, um na secretaria, um na sala dos professores e outro no refeitório.

6.2.10 Instalação elétrica

Segundo o entrevistado a escola não dispõe de pontos de tomada suficientes provavelmente porque não foi previsto em projeto, sendo usados componentes elétricos como T e extensões para suprir essa necessidade. Também se verificou a altura de um ponto de tomada e de disjuntor fora dos padrões, que ocorreu por causa de projeto mal concebido ou porque não se verificou antes da execução as alturas em relação ao piso acabado das caixas embutidas em paredes que devem ser 2,10m para tomadas de uso exclusivo (TUE) conforme (BASTOS 2011), como mostra a figura 24.



Figura 24 - Ponto de tomada e de disjuntor fora dos padrões.

Fonte: Autor, 2015.

6.2.11 Instalações hidrossanitárias

O entrevistado relatou que há problemas no uso de aparelhos sanitários provavelmente pela ausência do cumprimento das normas técnicas no momento da execução, ocasionando entupimento. A escola não dispõe de caixa de gordura por que não foi prevista em projeto, e todos os lançamentos são feitos diretamente no esgoto. Há retorno de mau cheiro pelas tubulações causado por falta de manutenção, e também empoçamento de água no Box de um dos banheiros da instituição, pois durante a execução não se verificou o caimento da água para o ralo no Box do chuveiro, conforme BASTOS (2011). Verificou-se ainda que duas torneiras apresentam vazamentos como mostra a figura 25.



Figura 25 – Torneira com vazamento.

Fonte: Autor, 2015.

6.2.12 Funcionalidade

Foram identificado duas áreas, na reforma mais recente, de difícil acesso conforme mostra a figura 26. São banheiros nos quais não foram considerados os parâmetros mínimos de mobilidade, que deveriam ser obedecidos de acordo com (VASCONCELOS; PORTO, 2006).



Figura 26 – Porta de banheiro que não abre totalmente por causa de bacia sanitária.

Fonte: Autor, 2015.

6.3 Análise dos Resultados

Serão analisados apenas os itens das etapas que apresentaram vícios construtivos.

A partir dos dados obtidos na tabela 3 foi possível construir a tabela 4 que exhibe a porcentagem dos itens que apresentaram defeitos e dos itens sem falhas, tudo em relação ao total de itens inspecionados.

Tabela 4 - Porcentagem dos itens que apresentaram defeitos e os que não foram verificados erros em relação ao total de itens inspecionados.

| ITENS INSPECIONADOS | | PORCENTAGEM EM RELAÇÃO AO TOTAL DE ITENS |
|-------------------------------|----|--|
| APRESENTARAM ERROS | 23 | 62,2% |
| NÃO APRESENTARAM ERROS | 14 | 37,8% |
| NÚMERO DE ITENS INSPECIONADOS | 37 | 100% |

Fonte: Autor, 2015.

A partir da tabela 3 foi possível classificar por ordem quais as etapas necessitam maior prioridade conforme mostra a tabela 5.

Tabela 5 - Porcentagem por etapa em relação ao total de itens com erros.

| ETAPAS INSPECIONADAS | PORCENTAGEM POR ETAPA EM RELAÇÃO AO TOTAL DE ITENS COM ERROS |
|------------------------------|--|
| INSTALAÇÕES HIDROSSANITÁRIAS | 21,74% |
| ALVENARIA | 13,04% |
| INSTALAÇÃO ELÉTRICA | 8,70% |
| ESTRUTURA | 8,70% |
| COBERTURA | 8,70% |
| ESQUADRIAS | 8,70% |
| PINTURA | 8,70% |
| INFILTRAÇÕES RODAPÉ | 4,35% |
| FUNDAÇÃO | 4,35% |
| REVESTIMENTOS | 4,35% |
| CONFORTO TÉRMICO | 4,35% |
| FUNCIONALIDADE | 4,35% |

Fonte: Autor, 2015.

A etapa da construção que provocou mais vícios construtivos identificados neste trabalho foi a de instalações hidráulicas com 21,74%, conforme BLANCO (2007), seguido da alvenaria com 13,04%.

A partir da tabela 5, foi possível criar um gráfico que permite de forma simples observar quais etapas apresentaram a maior incidência de defeitos. O gráfico está representado na figura 27 abaixo.

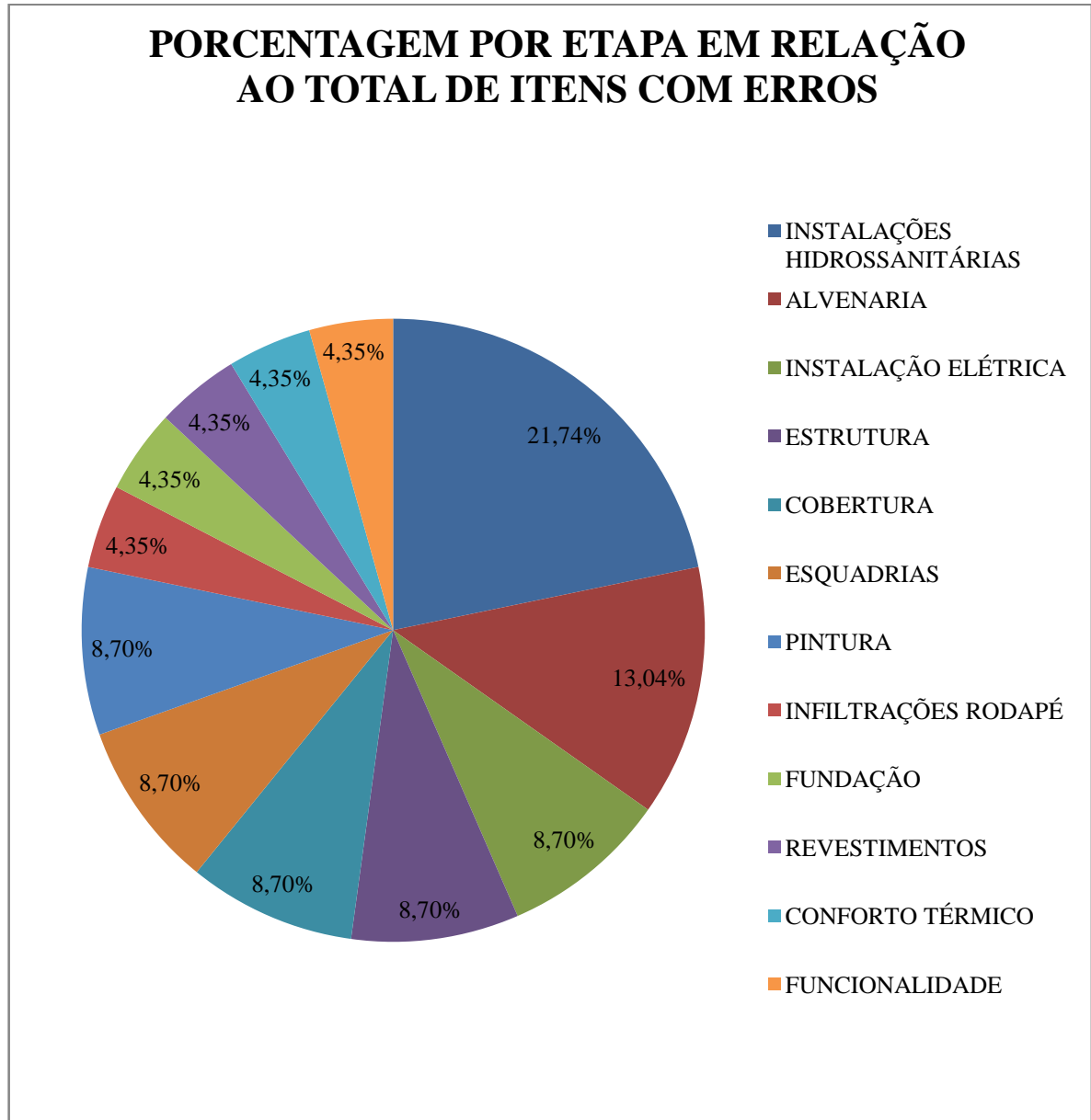


Figura 27 - Porcentagem por etapa em relação ao total de itens com erros.

Fonte: Autor, 2015.

Há de se ressaltar que problemas de fundação que receberam 4,35% e estrutura que recebeu 8,70% devem sempre receber total atenção, pois são as principais etapas que garantem a segurança daqueles que trabalham e estudam na escola. O gráfico apenas relata quais etapas da edificação devem receber maior atenção por parte dos projetistas e executores

do processo construtivo, por apresentarem maior porcentagem de vícios construtivos, e não quais etapas são mais importantes para uma edificação.

A partir da análise dos dados levantados fez-se uma relação entre os vícios construtivos encontrados e quais as fases que os mesmos estão inseridos, que estão mostrados na tabela 6.

Tabela 6 - Porcentagem de vícios construtivos encontrados em cada fase.

| FASE | PORCENTAGEM DE VÍCIOS CONSTRUTIVOS ENCONTRADOS EM CADA FASE |
|-------------------|--|
| PROJETO | 34,78% |
| EXECUÇÃO | 52,17% |
| MANUTENÇÃO | 13,04% |

Fonte: Autor, 2015.

Esses dados foram compilados formando o gráfico da figura 28 abaixo.

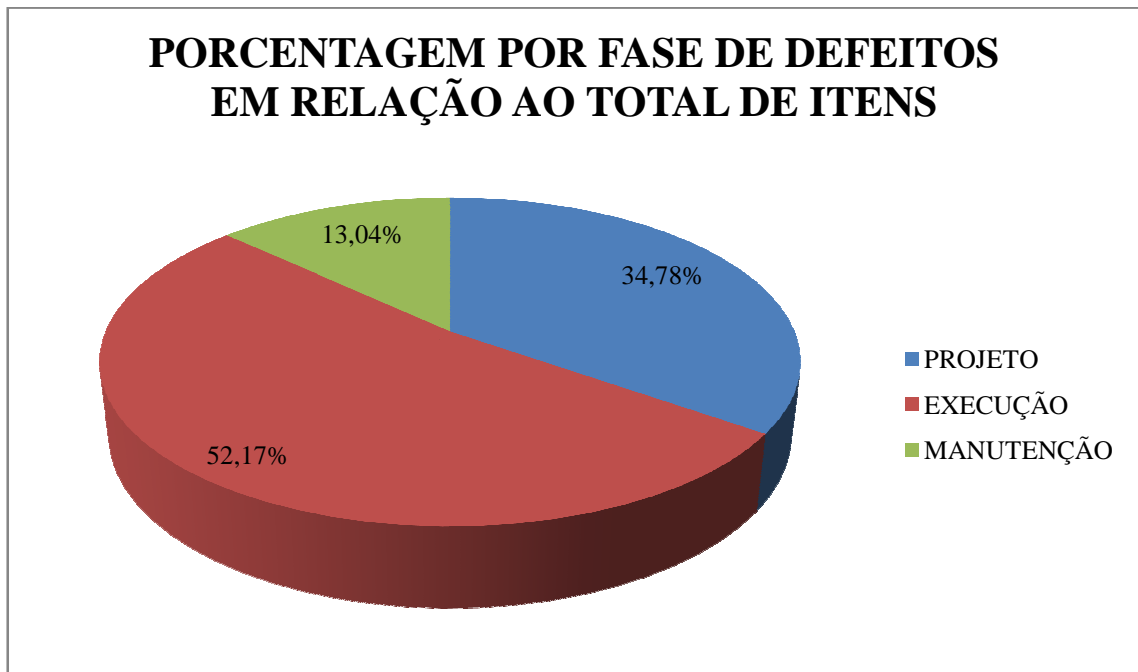


Figura 28 - Porcentagem por fase em relação ao total de itens com defeitos.

Fonte: Autor, 2015.

Nesse estudo de caso, o principal resultado obtido foi chegar à conclusão de que a escola estudada merecia uma maior atenção quanto à qualidade das reformas e ampliações que nela foram realizadas.

O estudo mesmo que parcial e não tão representativo mostrou que projetistas e construtores são os grandes responsáveis pelos defeitos encontrados nas edificações de um modo geral, e que as etapas de projeto e execução são as que devem receber a maior atenção a fim de evitar os vícios construtivos.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho foi de grande importância, pois faz refletir sobre como se encontra atualmente as escolas de ensino básico no Brasil. A qualidade das edificações infelizmente não acompanha o crescente desenvolvimento da construção civil. Muitas falhas ainda são cometidas, quando se deveria executar de forma a obter o melhor resultado possível para o usuário.

Os erros de planejamento, projeto, execução e manutenção em instituições públicas, agridem as edificações e dificultam o bem estar dos usuários. Com base nisso o objetivo desta pesquisa foi identificar em que etapas de uma construção os projetistas e construtores precisam ficar mais atentos a fim de evitar vícios construtivos.

Apesar da pequena amostragem estudada, o principal objetivo do trabalho foi alcançado, pois se conseguiu chegar a resultados parciais de quais etapas específicas de uma construção carecem de serem mais bem executadas, e em quais das fases do processo construtivo: projeto, execução ou manutenção ocorrem vícios construtivos mais frequentes.

De acordo com a inspeção dos itens propostos, verificou-se que as etapas inspecionadas que apresentaram maior incidência de vícios construtivos na sua execução foram: Instalações Hidrossanitárias seguida pela Alvenaria. Enquanto na gestão destacaram-se a preocupação com a fase de execução dos serviços, seguido por deficiências nos projetos e por negligência de manutenção.

Para próximos estudos sugere-se:

Repetir a análise usando outros métodos mais precisos e um número maior de edificações, aumentando assim a credibilidade do estudo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15575: Desempenho de edifícios habitacionais de até cinco pavimentos – Parte 1 a 6**. Rio de Janeiro, 2010.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13752: Perícias de engenharia na construção civil**. Rio de Janeiro, 1996.

ATHANAZIO, A. G.; TRAJANO, I. Análise da Origem de Defeitos em Edifícios Habitacionais. In: CONGRESSO LATINO AMERICANO, 1998, São Paulo. **Anais da Tecnologia e Gestão na Produção de Edifícios**. São Paulo: USP, 1998. p. 417-424.

BASTOS, P. K. X. **Construção de edifícios**. Juiz de Fora: UFJF, 2011. Apostila de Aula.

_____. **Norma de desempenho já está valendo**. São Paulo, maio. 2010. Pini Web. Disponível em: <<http://www.piniweb.com.br/construcao/gestao/norma-de-desempenho-passa-avaler- hoje-173861-1.asp>> Acesso em: 19 janeiro 2015.

BORGES, C. A. **O significado de desempenho nas edificações**. São Paulo, fev. 2010. Construção Mercado. Disponível em: <<http://revista.contrucaomercado.com.br/negocios-incorporação-construcao/103/norma-de-desempenho-o-significado-de-desempenho-nas-edificacoes-161144-1.asp>> Acesso em: 19 janeiro 2015.

BLANCO, M. **Danos Construtivos**. São Paulo, jul. 2007. Construção Mercado. Disponível em <<http://pt.scribd.com/doc/62459521/Danos-construtivos>> Acesso em: 19 janeiro 2015.

CARDÃO, C. **Técnicas da Construção**. Belo Horizonte: Edições Engenharia e Arquitetura, 1983. v.1.

CUNHA, A. J. P., et. al. **Acidentes Estruturais na Construção Civil**. São Paulo: Pini, 1996. v.1.

GARCIA, C. C.; LIBORIO, J. B. L. A Incidência de Patologias Geradas Pela Falta de Controle e de Qualidade nos Canteiros de Obras. In: CONGRESSO LATINO AMERICANO, 1998, São Paulo. **Anais da Tecnologia e Gestão na Produção de Edifícios**. São Paulo: USP, 1998. p. 425-432.

MALDANER, S. M. **Procedimento para identificação de custos da não-qualidade na construção civil**. 2003. 128 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003.

MARCONI, M. A. **Técnicas de Pesquisa**. São Paulo: Editora Atlas S.A, 1982.

MILITO, J. A. **Técnicas de Construção Civil e Construção de Edifícios**. Campinas: PUC, 2001. Apostila de aula.

PRADO, R. M. T. **Inspeção Predial**. 2007. 13 p. Artigo (Pós Graduação em Engenharia e Avaliações Periciais) – Faculdade de Engenharia de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2007.

RIPPER, E. **Como evitar erros na construção**. São Paulo: PINI, 1986, (3ª ed.).

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

VANNI, C. M. K. et. al. Análise de Falhas Aplicada à Compatibilização de Projetos em uma Obra Residencial. In: CONGRESSO LATINO AMERICANO, 1998, São Paulo. **Anais da Tecnologia e Gestão na Produção de Edifícios**. São Paulo: USP, 1998. p. 525-532.

VASCONCELOS, I. C.; PORTO, L. G. C. Gerenciamento Pela Qualidade na Construção Civil: a importância do perito engenheiro em empreendimentos. In: XIII SIMPEP, 1998, Bauru. **Anais de Engenharia de Produção**. Bauru: UNESP, 2006. p. 1-10.