

Universidade Federal do Rio de Janeiro

**PATOLOGIAS EM OBRAS RECENTES DE
CONSTRUÇÃO CIVIL: ANÁLISE CRÍTICA DAS
CAUSAS E CONSEQUÊNCIAS**

Eduardo Augusto Venâncio Britto de Macedo

2017



Universidade Federal
do Rio de Janeiro

Escola Politécnica

PATOLOGIAS EM OBRAS RECENTES DE CONSTRUÇÃO CIVIL: ANÁLISE CRÍTICA DAS CAUSAS E CONSEQUÊNCIAS

Eduardo Augusto Venâncio Britto de Macedo

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

Rio de Janeiro

FEVEREIRO / 2017

PATOLOGIAS EM OBRAS RECENTES DE
CONSTRUÇÃO CIVIL: ANÁLISE CRÍTICA DAS
CAUSAS E CONSEQUÊNCIAS

Eduardo Augusto Venâncio Britto de Macedo

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 (Orientador)

Prof^a. Ana Catarina Jorge Evangelista

Prof. Willy Weissshuhn

Prof. Wilson Wanderley da Silva

RIO DE JANEIRO, RJ - BRASIL

FEVEREIRO de 2017

Macedo, Eduardo Augusto Venâncio Britto de

Patologias em obras recentes de construção civil: análise crítica das causas e consequências / Eduardo Augusto Venâncio Britto de Macedo – Rio de Janeiro: UFRJ/ ESCOLA POLITÉCNICA, 2017.

VII, 112 p.: il.; 29,7 cm.

Orientador: Jorge dos Santos

Projeto de Graduação – UFRJ/POLI/Curso de Engenharia Civil, 2017.

Referências Bibliográficas: p. 106

Agradecimentos

Às pessoas mais importantes da minha vida, meus pais Terezinha e Luiz Augusto, por me darem suporte além do necessário em todos os desafios que enfrentei até hoje.

Aos meus irmãos Anna e Luiz, com quem divido todos os aspectos da minha vida desde sempre.

Aos meus avós Evaristo e Norma, por sempre me tratarem não como um neto, mas como um filho.

Ao meu avô Chico, que sempre acreditou em mim e por quem eu faria de tudo para dar orgulho.

Ao meu orientador Jorge dos Santos, por toda a ajuda e dedicação em todos os momentos desde a escolha do tema.

Ao grande amigo que fiz ao longo dessa caminhada, Henrique Madeira. O mesmo se estende para Thomás Porto, Frederico Fernandes, Mateus Terra, Lucas Baptista, André Guy, Guilherme Caneca e Renan Sanglard. Tenho certeza que serão excelentes profissionais e espero poder continuar contando com a amizade de todos.

Aos que contribuíram diretamente para a elaboração deste trabalho, Vitor Lucena, Vinícius Bayeh e Yoshiaki Yamabe.

Aos responsáveis pela minha primeira experiência profissional no ramo da Engenharia, Eduardo Lima e Cristiana Rosmaninho.

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

Eduardo Augusto Venâncio Britto de Macedo

Fevereiro / 2017

Orientador: Jorge dos Santos

Curso: Engenharia Civil

A indústria da Construção Civil possui grande importância para o crescimento e desenvolvimento do país, exercendo influência considerável no cenário econômico do Brasil. Entretanto, tem-se um vasto número de edificações prontas e em andamento, que apresentam cenários patológicos. Esses podem ocorrer nas mais diversas etapas do processo produtivo, podendo ser originados até mesmo na etapa de planejamento, sendo necessário um estudo indicando as causas mais recorrentes de patologias, assim como eventuais soluções para essas anomalias, de modo a evitar o reaparecimento dessas irregularidades.

Os problemas provenientes de manifestações patológicas vão desde pequenos inconvenientes para os clientes, até casos extremos, em que a segurança fica comprometida, podendo levar à perda de vidas com colapso de estruturas.

Este projeto traz alguns conceitos importantes para o entendimento da questão, análise estatística do problema e exemplos de obras recentes que sofreram com irregularidades. Também apresenta levantamento dos diversos tipos de patologias separadas por etapa construtiva, indicando possíveis causas, consequências, assim como análise de custo.

Ao final do trabalho são apresentados resultados de estudo de caso, elaborado na Universidade Federal do Rio de Janeiro, indicando as mais recorrentes causas de anomalias na Construção Civil e suas eventuais soluções, assim como casos reais de obras recentes que apresentaram patologias.

Palavras-Chave: Patologias, processo produtivo, estruturas, construção civil.

Abstract of Undergraduate Project presented to POLI / UFRJ as a partial fulfilment of the requirements for the degree of Civil Engineering.

Eduardo Augusto Venâncio Britto de Macedo

Fevereiro / 2017

Advisor: Jorge dos Santos

Course: Engenharia Civil

The Civil Construction industry has great importance for the growth and development of the country, exercising considerable influence in the economic scenario of Brazil.

However, there are a large number of constructions, both ready and in progress, which present pathological scenarios. These can occur in the most diverse stages of the productive process, and can be originated even in the planning stage, requiring a study indicating the most recurrent causes of pathologies, as well as possible solutions to these anomalies, in order to avoid the reappearance of these irregularities. Problems arising from pathological manifestations range from small inconveniences to clients, to extreme cases, where safety is compromised, leading to loss of life with collapsed structures.

This project brings some important concepts to the understanding of the issue, statistical analysis of the problem and examples of recent constructions that suffered with irregularities. It also presents the different types of pathologies separated by construction stage, indicating possible causes, consequences, as well as cost analysis. At the end of the paper are presented results of a case study, elaborated at the Federal University of Rio de Janeiro, indicating the most recurrent causes of anomalies in the Civil Construction and its possible solutions, as well as real examples of recent constructions that presented pathologies.

Key Words: Pathologies, productive process, structures, civil construction.

Sumário

| | |
|--|-----------|
| 1. INTRODUÇÃO | 13 |
| 1.1. Importância do tema..... | 13 |
| 1.2. Objetivos | 14 |
| 1.3. Metodologia adotada | 14 |
| 1.4. Estrutura da monografia..... | 15 |
| 2. A CONSTRUÇÃO CIVIL E O SEU DESEMPENHO | 17 |
| 2.1. Conceitos importantes | 17 |
| 2.1.1. Desempenho | 17 |
| 2.1.2. Vida útil | 21 |
| 2.1.3. Durabilidade | 23 |
| 2.2. Patologias mais recorrentes..... | 24 |
| 2.2.1. Estruturas de concreto armado..... | 24 |
| 2.2.2. Fundações | 32 |
| 2.2.3. Revestimentos..... | 32 |
| 2.2.4. Impermeabilizações | 33 |
| 2.2.5. Alvenarias | 33 |
| 2.3. Importância da Construção Civil..... | 34 |
| 2.3.1. Conceituação..... | 34 |
| 2.3.2. Relação da Construção Civil com o PIB | 35 |
| 2.3.3. Dicotomia entre avanços tecnológicos e repetição de patologias..... | 39 |
| 2.4. Grandes obras recentes e suas adversidades..... | 42 |

| | | |
|-----------|---|-----------|
| 2.4.1. | Estádio Mario Filho | 43 |
| 2.4.2. | Estádio Nilton Santos..... | 44 |
| 2.4.3. | Ciclovía Tim Maia | 45 |
| 2.4.4. | Vila Panamericana | 47 |
| 3. | TIPOLOGIA DAS PATOLOGIAS NA CONSTRUÇÃO CIVIL..... | 49 |
| 3.1. | Introdução | 49 |
| 3.2. | Análise estatística..... | 50 |
| 3.2.1. | Incidência por etapa/causa | 50 |
| 3.2.2. | Avaliação de custos..... | 54 |
| 3.3. | Investigação e tratamento de patologias..... | 57 |
| 3.3.1. | Levantamento..... | 58 |
| 3.3.2. | Diagnóstico | 59 |
| 3.3.3. | Metodologia de recuperação e tratamento..... | 60 |
| 3.3.4. | Resposta de empresas de construção..... | 61 |
| 4. | AS PATOLOGIAS NAS DIVERSAS ETAPAS CONSTRUTIVAS..... | 63 |
| 4.1. | Principais etapas construtivas e técnicas mais utilizadas | 63 |
| 4.2. | Patologias por etapa construtiva..... | 65 |
| 4.2.1. | Patologias nas fundações | 65 |
| 4.2.2. | Patologias nas estruturas | 70 |
| 4.2.3. | Patologias nas vedações..... | 74 |
| 4.2.4. | Patologias nas instalações | 76 |
| 4.2.5. | Patologias nas impermeabilizações e telhados..... | 80 |
| 4.2.6. | Patologias nas fachadas..... | 83 |

| | | |
|-----------|---|------------|
| 5. | ESTUDO DE CASO..... | 86 |
| 5.1. | Contextualização..... | 86 |
| 5.2. | Descrição do Estudo..... | 86 |
| 5.3. | Primeira etapa..... | 87 |
| 5.4. | Segunda etapa..... | 90 |
| 5.4.1. | Caso 1..... | 91 |
| 5.4.2. | Caso 2 – Centro Nacional de Tiro Esportivo..... | 95 |
| 5.5. | Considerações finais..... | 102 |
| 6. | CONCLUSÕES | 104 |
| 7. | REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 106 |

Índice de Figuras e Tabelas

| | |
|---|----|
| Figura 1: Tipos de desempenho de uma estrutura, com o tempo em função de diferentes fenômenos patológicos. | 19 |
| Figura 2: Conceituação de vida útil. | 22 |
| Figura 3: Tipos e incidência de fissuras em concreto armado. | 25 |
| Figura 4: Exemplos de (a) fissura, (b) trinca, (c) rachadura. | 26 |
| Figura 5: Trincas de cisalhamento em viga. | 26 |
| Figura 6: Fissura no concreto por retração hidráulica. | 27 |
| Figura 7: Trincas de flexão em elementos de concreto armado. | 28 |
| Figura 8: Trincas de compressão. | 29 |
| Figura 9: Esquema de fissura causada por torção. | 30 |
| Figura 10: Penetração do agente através da porosidade do concreto. | 31 |
| Figura 11: Corrosão nas armaduras de uma laje. | 31 |
| Figura 12: PIB nacional e PIB da Construção Civil. | 37 |
| Figura 13: Crescimento do PIB anual em relação ao ano de 1996. | 37 |
| Figura 14: Taxa de variação do PIB em relação ao ano anterior (a preços de 2012). | 39 |
| Figura 15: Detalhe da estrutura da cobertura com ferrugem. | 45 |
| Figura 16: Trecho da ciclovia que desabou. | 45 |
| Figura 17: Rachadura em fachada na Vila do Pan. | 47 |
| Figura 18: Sub-causas de Instalações Hidrossanitárias. | 53 |
| Figura 19: Sub-causas de Impermeabilização. | 53 |
| Figura 20: Sub-causas de Pintura e Limpeza. | 54 |

| | |
|---|-----|
| Figura 21: Incidência das patologias de fundações em geral no Rio Grande do Sul quanto à sua origem. | 69 |
| Figura 22: Gráfico que relaciona as principais causas de patologias. | 70 |
| Figura 23: Síntese de formas de ocorrência das patologias. | 75 |
| Figura 24: Tubo desconectado pela pressurização do sistema e infiltração no teto | 77 |
| Figura 25: Percentual dos principais defeitos em instalações elétricas. | 78 |
| Figura 26: Interferência entre redes elétrica e hidráulica. | 78 |
| Figura 27: Rede elétrica suscetível à entrada de água. | 78 |
| Figura 28: Infiltrações decorrentes de falhas na impermeabilização. | 81 |
| Figura 29: Acúmulo de vegetação devido à falta de manutenção. | 82 |
| Figura 30: Fachada com pastilhas deslocadas. | 84 |
| Figura 31: Fachada nordeste apresentando descolamento de placas cerâmicas. | 91 |
| Figura 32: Placa retirada da fachada, evidenciando boa conexão entre a cerâmica e a argamassa de cola | 93 |
| Figura 33: Imagem aérea do CNTE. | 96 |
| Figura 34: Execução das pedanas | 97 |
| Figura 35: Lajes de pedanas de tiro refeitas. | 98 |
| Figura 36: Rachaduras na laje de pedana. | 98 |
| Figura 37: Escada de aço, substituindo a estrutura de concreto. | 99 |
| Figura 38: Fachada de prédio recuperada. | 100 |
| Figura 39: Eletrocalha geral no segundo andar do edifício. | 100 |

| | |
|---|-----|
| Tabela 1: PIB nacional e PIB da Construção Civil. | 36 |
| Tabela 2: PIB Nacional e PIB da Indústria da Construção (a preços de 2012)..... | 38 |
| Tabela 3: Causas de patologias por país..... | 42 |
| Tabela 4: Solicitação por etapa construtiva..... | 52 |
| Tabela 5: Custo por causa..... | 55 |
| Tabela 6: Resumo de reclamações..... | 62 |
| Tabela 7: Patologias de acordo com o tipo de fundação. | 66 |
| Tabela 8: Falhas: origens e responsáveis..... | 73 |
| Tabela 9: Resumo de causas de patologias..... | 87 |
| Tabela 10: Lista de serviços executados no CNTE | 101 |

1. INTRODUÇÃO

1.1. Importância do tema

Pode-se afirmar que as edificações são de extrema importância para praticamente todas as atividades humanas atualmente, independente se sua origem é comercial, industrial ou residencial. As mesmas devem sempre atender ao cliente, de maneira que correspondam às expectativas mínimas prometidas no momento da compra.

No que diz respeito ao cliente, houve um aumento na conscientização do mesmo, de maneira que deve ser dado maior valor, ao que era dado anteriormente, à qualidade do que está sendo entregue e isso se aplica a qualquer tipo de produto. No caso de edificações, essa qualidade muito é refletida no aparecimento de problemas posteriores à entrega das chaves, devendo ser minimizados ou, pelo menos, que apareçam de maneira esperada, evitando surpresas desagradáveis.

Em 1990, com a implantação do Código de Defesa do Consumidor e o conhecimento sobre desempenho, qualidade e certificações de conformidade, o cliente ganhou ainda mais poder e meios para fazer valer seus direitos, o que leva à uma exigência de melhoria em todas as etapas do processo construtivo, assim como os materiais utilizados e a mão de obra contratada.

Como previsto no Código Civil brasileiro, as construtoras têm a obrigação de dar uma garantia válida por cinco anos em suas construções entregues. Porém, a imagem que passa, é que o esforço feito para que, pelo menos durante esse período de garantia, não haja problemas, é mínimo. Isso acontece, talvez, pelo fato de que grande parte do tempo dedicado

ao estudo, ensino e aprendizado na área da construção, é voltado para as etapas de projeto e execução, não dando muita importância à manutenção de estruturas em geral e prolongamento de suas vidas úteis.

A grande importância do tema vem justamente desse ponto, em que a manutenção inadequada, ou mesmo a completa falta da mesma, leva ao aparecimento de manifestações de patologias, ocasionando um desempenho inadequado, altos custos de recuperação e, em casos mais graves, risco à vida humana. Sendo assim, a própria importância tanto citada nos parágrafos anteriores justifica a escolha do tema.

1.2. Objetivos

Este trabalho tem como objetivo abordar um tema de suma importância, que diz respeito ao aparecimento de patologias que, como exposto ao longo do mesmo, é frequente em obras dos mais diversos tipos, inclusive recém entregues. Essas patologias se derivam de uma série de causas e ocasionam em falta de desempenho adequado.

Sendo assim, o intuito desse projeto é explicitar as principais causas responsáveis pelo aparecimento dos tipos mais comuns de patologias, assim como suas eventuais consequências. Também são indicados alguns tipos de soluções para reparos, a fim de que se evite o reaparecimento de problemas nesse sentido.

1.3. Metodologia adotada

O presente projeto foi desenvolvido de acordo com uma revisão bibliográfica sobre o tema abordado, dissertando sobre causas e consequências de patologias, com ilustrações por

meio de fotos, assim como conceitos considerados fundamentais para melhor compreensão da questão e exemplos práticos.

O levantamento de informações e dados foi feito a partir de pesquisas eletrônicas via internet, levando em conta artigos publicados por profissionais da área da Engenharia Civil, revistas e normas emitidas pela ABNT. Ao final do trabalho é apresentada a lista de referências bibliográficas utilizadas para consulta.

1.4. Estrutura da monografia

Esse trabalho é composto por 6 (seis capítulos), sendo o primeiro destinado à apresentação do tema, objetivo e metodologia adotada.

O capítulo 2 tem como objetivo inicial definir termos fundamentais para a compreensão do tema. Também são apresentados os tipos mais comuns de patologias, segundo autores consultados e obras grandes recentes de engenharia que apresentaram problemas na cidade do Rio de Janeiro.

O capítulo 3 trata da tipologia de patologias na construção, abordando o tema de maneira que se faz uma dissertação a respeito do levantamento, diagnóstico e metodologia de recuperação e tratamento. Ao final do mesmo é feita uma análise estatística sobre o tema, abordando a relação entre o tipo de patologia por etapa do processo produtivo e sua causa, assim como avaliação de custos.

O capítulo 4 começa indicando as principais etapas do processo construtivo mais comum de edificações em geral, assim com técnicas comumente utilizadas. Após isso é feito um levantamento das principais patologias separadas por etapa construtiva.

O capítulo 5 apresenta estudo de caso realizado para esse projeto, composto por duas etapas. A primeira foi feita com dados obtidos na disciplina Gestão da Qualidade na Construção Civil, ministrada pelo professor Jorge dos Santos, enquanto a segunda etapa foi elaborada a partir de visita às obras identificadas e consultas a profissionais envolvidos nas mesmas. Ao final de cada caso são expostas considerações finais.

O sexto e último capítulo apresenta conclusões a respeito do tema, assim como sugestões para eventuais trabalhos futuros.

2. A CONSTRUÇÃO CIVIL E O SEU DESEMPENHO

2.1. Conceitos importantes

Ao se iniciar qualquer processo, é de fundamental importância que sejam definidos e entendidos os diversos termos pertinentes ao tema principal.

No ramo da Construção Civil, é indispensável possuir conhecimento sobre certos termos, de maneira que o produto entregue atenda às especificações mínimas de segurança e conforto, mas sempre levando em conta o custo-benefício.

2.1.1. Desempenho

Para entender a importância do tema abordado é fundamental ter ciência de conceitos oficiais, definidos por normas. No caso de desempenho, a NBR 15575-1 emitida pela ABNT define:

Critérios de Desempenho - especificações quantitativas dos requisitos de desempenho, expressos em termos de quantidades mensuráveis, a fim de que possam ser objetivamente determinados.

Desempenho - comportamento em uso de uma edificação e de seus sistemas.

Durabilidade - capacidade da edificação ou de seus sistemas de desempenhar suas funções, ao longo do tempo e sob condições de uso e manutenção especificadas.

NOTA: O termo "durabilidade" é comumente utilizado como qualitativo para expressar a condição em que a edificação ou seus sistemas mantém seu desempenho requerido durante a vida útil.

Manutenção - conjunto de atividades a serem realizadas ao longo da vida total da edificação para conservar ou recuperar a sua capacidade funcional e de seus sistemas constituintes de atender às necessidades e segurança dos seus usuários.

Patologia - não conformidade que se manifesta no produto em função de falhas no projeto, na fabricação, na instalação, na execução, na montagem, no uso ou na manutenção bem como problemas que não decorram do envelhecimento natural.

Vida útil VU - período de tempo em que um edifício e/ou seus sistemas se prestam às atividades para as quais foram projetados e construídos considerando a periodicidade e a correta execução dos processos de manutenção especificados no respectivo Manual de Uso, Operação e Manutenção (a vida útil não pode ser confundida com prazo de garantia legal e certificada).

NOTA: Interferem na vida útil, além da vida útil de projeto, das características dos materiais e da qualidade da construção, o correto uso e operação da edificação e de suas partes, a constância e efetividade das operações de limpeza e manutenção, alterações climáticas e níveis de poluição no local da obra, mudanças no entorno da obra ao longo do tempo (trânsito de veículos, obras de infraestrutura, expansão urbana, etc.). O valor real de tempo de vida útil será uma composição do valor teórico de Vida Útil de Projeto devidamente influenciado pelas ações da manutenção, da utilização, da natureza e da sua vizinhança. As negligências no atendimento integral dos programas definidos no Manual de Uso, Operação e Manutenção da edificação, bem como ações anormais do meio ambiente, irão reduzir o tempo de vida útil, podendo este ficar menor que o prazo teórico calculado como Vida Útil de Projeto.

De acordo com SOUZA E RIPPER (1998), o termo desempenho pode ser compreendido como o comportamento em serviço de determinado produto, ao longo de sua vida útil, termo que também será definido neste trabalho. Esse desempenho deverá ser representado e medido com o resultado do trabalho a ser desenvolvido nas diversas etapas de projeto, construção e manutenção.

Segundo ANDRADE e SILVA (2005), a patologia em uma estrutura é definida quando compromete alguma exigência da construção, seja de caráter funcional, mecânico ou estético. Portanto, verifica-se a forte relação entre o termo desempenho da edificação e a manifestação de uma patologia de qualquer tipo, levando em conta que a avaliação do mesmo é relacionada com o comportamento da construção em uso.

Sendo assim, podemos concluir que as patologias aparecem em função de dois aspectos fundamentais: tempo e condições de exposição.

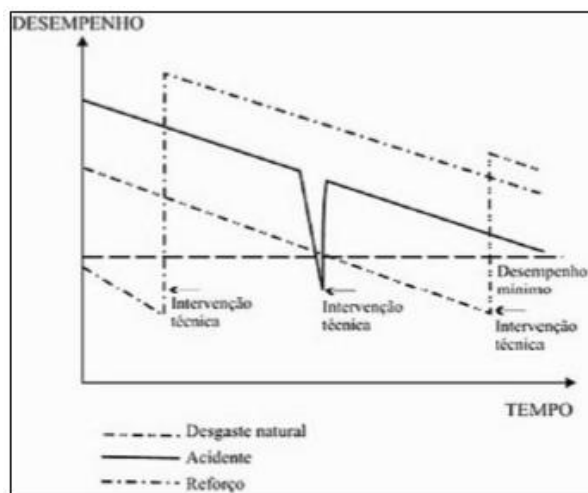


Figura 1: Tipos de desempenho de uma estrutura, com o tempo em função de diferentes fenômenos patológicos. Fonte:

SOUZA e RIPPER (1998)

Na Figura 1, são representados três casos de desempenhos estruturais no decorrer de suas vidas úteis, em função da incidência de diferentes fenômenos patológicos.

O caso representado pela curva traço-duplo ponto, diz respeito ao estado natural de desgaste de uma estrutura. Quando o desempenho deixa de ser satisfatório, há a intervenção para que haja a recuperação estrutural.

A linha cheia trata de uma estrutura que é sujeita a um problema súbito, em que deve ser feito um reparo imediato, para que a mesma volte a atender aos requisitos mínimos de desempenho.

Por fim, a linha traço-ponto representa estruturas com erros de projeto ou execução, ou mesmo que tenha sofrido uma alteração em sua funcionalidade, havendo a necessidade de reforço.

Por sua vez, BORGES (2010), diz que o termo desempenho deve ser abordado de maneira que se pense primeiramente em termos de fins, ao invés de meios. Deve-se levar em conta os requisitos que a construção deverá atender, e não com a prescrição de como a mesma deve ser executada.

Na prática, todas as normas técnicas em vigência no Brasil são prescritas definindo caminhos de como executar determinado trabalho, não havendo a cobrança de resultados. Porém, na abordagem de desempenho explicada no parágrafo anterior, deve-se partir do desempenho desejado de maneira global, ou seja, os fins.

2.1.2. Vida útil

A NBR ISO 14040 descreve princípios e estrutura para conduzir estudos relacionados à Avaliação do Ciclo de Vida (ACV), com o objetivo de diminuir impactos associados a produtos manufaturados e consumidos no aspecto da proteção ambiental.

A norma define o termo ACV como o estudo de aspectos e potenciais impactos ao longo da vida de um determinado produto, desde a aquisição da matéria-prima, até utilização e disposição. É necessário considerar o uso de recursos, a saúde humana e consequências ecológicas, como categorias gerais de impactos ambientais.

OLIVEIRA (2013) definiu o termo vida útil como o tempo em que a estrutura consegue conservar as mais diversas características aceitáveis de resistência, funcionalidade e aspectos externos. Isso leva em conta o fato de que as estruturas citadas devem ser projetadas, construídas e operadas para que, sem necessitar de reparos imprevistos com custos indesejados, consigam manter sua aparência, funcionalidade e aspectos de segurança a níveis aceitáveis.

Já SOUZA E RIPPER (1998) definem vida útil como o período no qual as propriedades permanecem em níveis superiores aos limites mínimos aceitáveis e, para a elaboração de programas de manutenção adequados, assim como orçamentos para a obra, é fundamental conhecer a curva de deterioração de cada material.

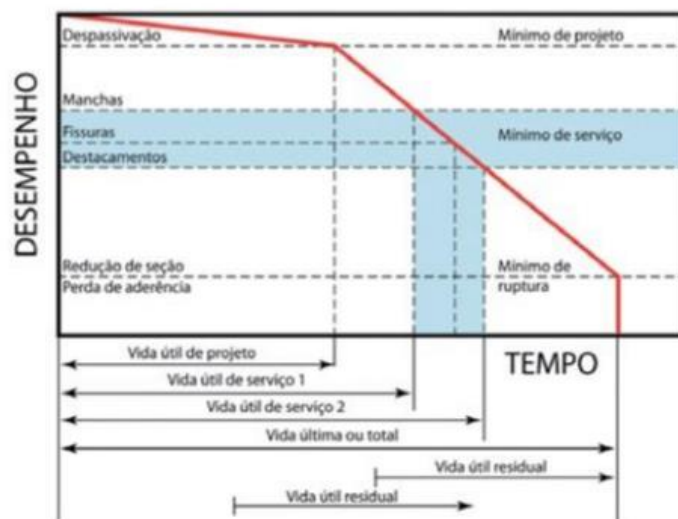


Figura 2: Conceituação de vida útil. Fonte: HELENE (1997)

Para melhor compreender o gráfico ilustrado na Figura 2, é necessário conhecer as definições dos diferentes tipos de vida útil indicados, segundo HELENE (1997):

a) Vida útil de serviço: Período correspondente ao tempo de vida da estrutura até o aparecimento de manchas no concreto, fissuras ou descolamento de concreto.

Esse tempo é variável de acordo com o que é exigido da estrutura em termo de usabilidade, pois, a medida que em determinadas estruturas é inaceitável o aparecimento dessas manchas ou fissuras, em outros casos a vida útil de serviço só é dada como terminada quando há a queda de pedaços de concreto.

b) Vida útil de projeto: É o período a ser adotado na etapa do projeto da estrutura, sendo utilizado a favor da segurança. Em termos técnicos, é o tempo que leva para que as frentes de cloreto, ou carbonatação, atinjam a armadura presente no concreto, podendo ser denominado como período de iniciação.

c) Vida útil última: É simplesmente o período em que se atinge a ruptura ou colapso de forma parcial ou total da estrutura estudada, devido à perda da aderência da armadura com o concreto, ou mesmo uma redução considerável da seção resistente da armadura de aço.

d) Vida útil residual: Período de tempo no qual a estrutura é capaz de exercer suas determinadas funções, a partir de uma data correspondente a uma vistoria, que pode ser executada em qualquer momento da vida do elemento estrutural.

2.1.3. Durabilidade

A durabilidade de uma estrutura de concreto armado pode ser compreendida como a capacidade desse elemento em manter as suas propriedades e características estruturais e funcionais originais, ao longo do tempo de vida útil esperado para essa estrutura, nas condições de uso em que foi projetada. É imperativo que as estruturas de concreto consigam manter a resistência e utilidade que delas é esperado, desempenhando as funções atribuídas na etapa de projeto, segundo OLIVEIRA (2013).

Durabilidade também pode ser definida como o resultado da interação entre diversos elementos, como estrutura de concreto, ambiente e condições de uso, operação e manutenção. Ou seja, uma mesma estrutura pode apresentar comportamentos diversos nesse aspecto, pois depende de uma série de fatores (HELENE, 2001).

Segundo a NBR 6118, o termo durabilidade “consiste na capacidade de a estrutura resistir às influências ambientais previstas e definidas em conjunto pelo autor do projeto estrutural e o contratante, no início dos trabalhos de elaboração do projeto”. Na mesma norma, o item 6.1 define que “as estruturas de concreto devem ser projetadas e construídas de modo que sob as condições ambientais previstas na época do projeto e quando utilizadas conforme

preconizado em projeto, conservem sua segurança, estabilidade e aptidão em serviço durante o período correspondente à sua vida útil”.

2.2. Patologias mais recorrentes

2.2.1. Estruturas de concreto armado

2.2.1.1. Fissuras

Segundo GONÇALVES (2015), fissuras podem ser definidas como aberturas que afetam a superfície do elemento estrutural, facilitando a entrada e ação de agentes agressivos. Esse tipo de patologia pode surgir após anos de uso, dias, ou até mesmo horas, e suas causas são das mais variadas, assim como seus diagnósticos.

A fissuração pode ser considerada a patologia que mais ocorre, ou pelo menos a que chama mais atenção dos proprietários (SOUZA e RIPPER, 1998). As trincas podem começar a surgir de forma congênita, logo no projeto arquitetônico da construção. Os profissionais ligados ao assunto devem se conscientizar de que muito pode ser feito para minimizar-se o problema, pelo simples fato de reconhecer-se que as movimentações dos materiais e componentes das edificações civis são inevitáveis. (THOMAZ, 1989).

A NBR 6118 define fissuras como agressivas quando a abertura na superfície do concreto atinge 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).

Como pode ser visto na Figura 3, DAL MOLIN (1998) indicou as principais causas de fissuras e suas respectivas incidências.

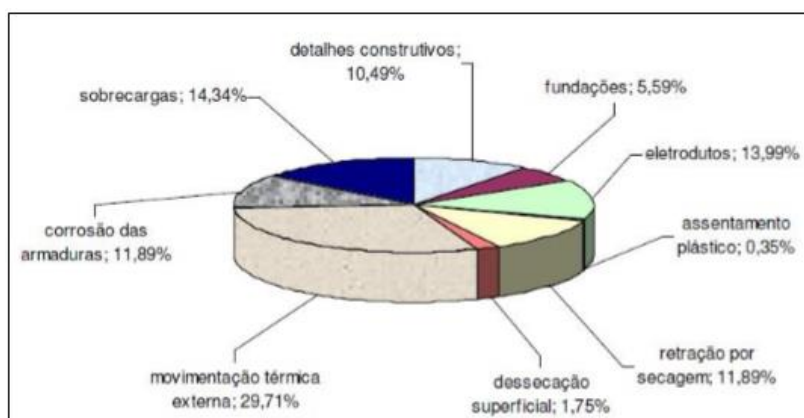


Figura 3: Tipos e incidência de fissuras em concreto armado. Fonte: DAL MOLIN (1988)

Segundo GONÇALVES (2015), é possível que haja conflito entre os termos “fissura”, “trinca” e “rachadura”. Para elucidar essa questão, deve-se entender que as trincas são semelhantes às fissuras quanto ao tratamento, sendo diferenciadas pela dimensão das mesmas, devido ao fato de que trincas possuem aberturas que superar 0,5 mm.

Por sua vez, as rachaduras diferem das demais por possuírem abertura acentuada e profunda, com dimensão superior a 1 mm, podendo abrir fendas do outro lado da parede. Essas fendas são configuradas quando a espessura da patologia atinge 1,5 mm. A Figura 4 retrata exemplos de fissura, trinca e rachadura.

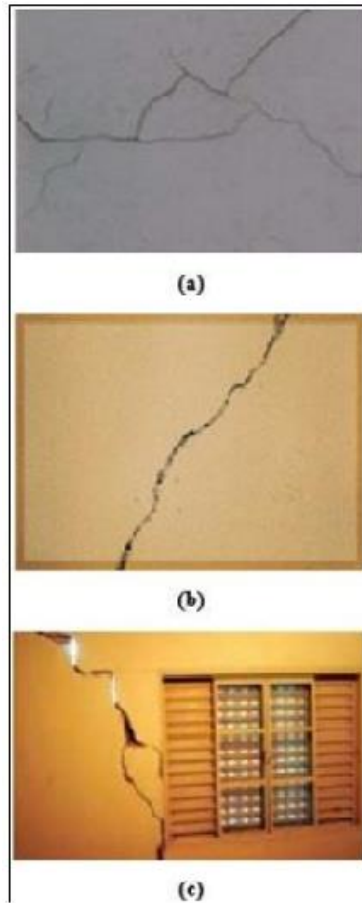


Figura 4: Exemplos de (a) fissura, (b) trinca, (c) rachadura. Fonte: FÓRUM DA CONSTRUÇÃO (2015)

a) Fissuras devido ao cisalhamento

Fissura causada por excesso de carga e armadura insuficiente ou disposta de maneira equivocada. Em termos de localização, as fissuras tendem a aparecer em pontos de cortante máximo, como pode ser visto na Figura 5 (MARCELLI, 2007).

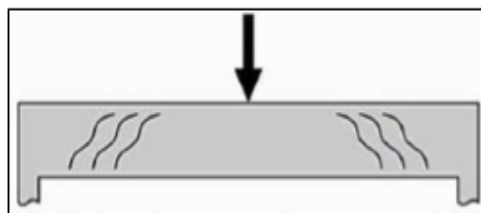


Figura 5: Trincas de cisalhamento em viga. Fonte: MARCELLI (2007)

b) Fissuras devido à variação de temperatura

A variação térmica pode levar a alterações nas dimensões do concreto, de modo que, se a estrutura não tiver o movimento livre, haverá o aparecimento de trincas devido às tensões produzidas. MARCELLI (2007), diz ainda que as peças que mais sofrem com esse fenômeno são as esbeltas e longas

O gradiente térmico, causado devido à variação de temperatura nas faces do concreto, tem sua ocorrência mais comum em apartamentos de cobertura, com exposição direta da laje ao calor durante o dia, chuvas e queda de temperatura à noite, por exemplo.

c) Fissuras devido à retração hidráulica

Segundo HELENE (1992), o responsável por esse tipo de fissura é a cura malfeita do concreto. As tensões internas, geradas por perda de água, excesso de calor e ineficiente proteção térmica do elemento estrutural, provocam retração, gerando esforços de tração. O concreto não é capaz de resistir e acaba apresentando fissuras sem direção definida, como retratado na Figura 6.

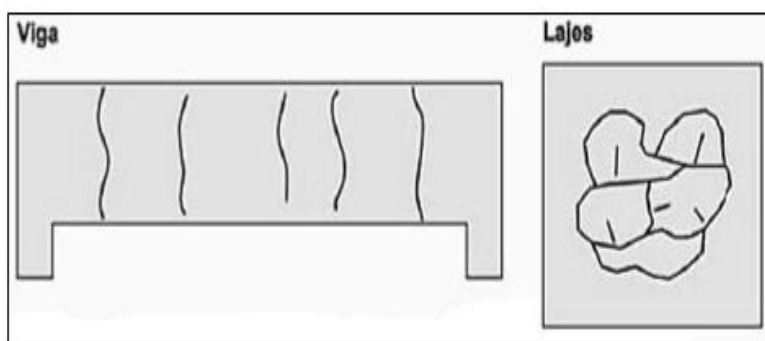


Figura 6: Fissura no concreto por retração hidráulica. Fonte: MARCELLI (2007)

d) Fissuras devido à flexão

Esse tipo de patologia ocorre quando há um subdimensionamento da estrutura, ou seja, quando não é feita avaliação correta da sobrecarga atuante, quando há deficiência dos materiais utilizados na execução, ou quando há alteração no tipo de utilização da estrutura, em que cargas maiores do que as previstas são atuantes (HELENE, 1992).

A Figura 7 ilustra o aparecimento de trincas nas faces superior e inferior de uma laje armada apoiada nas 4 faces e em vigas.

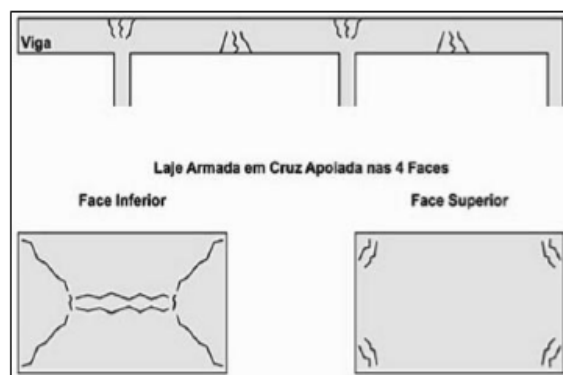


Figura 7: Trincas de flexão em elementos de concreto armado. Fonte: MARCELLI (2007)

e) Fissuras devido a esforços de compressão

Segundo GONÇALVES (2015), o concreto na estrutura é o elemento que absorve a maior parte dos esforços de compressão, exigindo grande atenção e providências rápidas no caso de trincas dessa origem.

Sendo assim, uma fissura nesse contexto pode significar o colapso da estrutura, ou, quando a peça já não possui mais sua capacidade de carga original, a redistribuição de esforços para pilares vizinhos, comprometendo os mesmos.

MARCELLI (2007) indica que, dependendo dos esforços atuantes, certas vigas e pilares podem trabalhar num sistema duplo de solicitação, sendo estas flexão e compressão. Nesse caso, pode haver acúmulo indesejado de tensões na região comprimida, com o surgimento de trincas, como indicado na Figura 8.

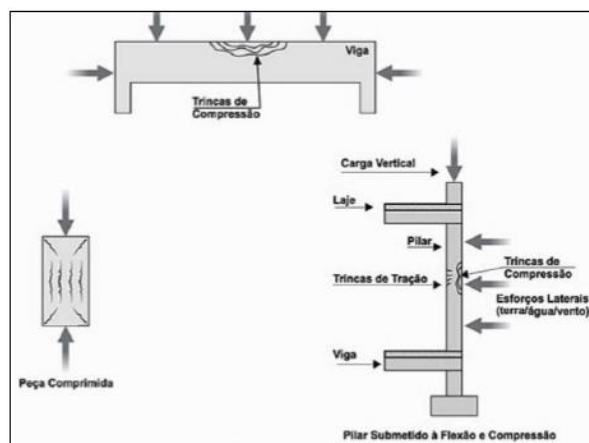


Figura 8: Trincas de compressão. Fonte: MARCELLI (2007)

f) Fissuras devido a esforços de torção

A torção ocorre quando uma peça é submetida à rotação em relação à sua seção transversal e ocorre muito em sacadas de edifícios, lajes em balanço ou lajes com flecha excessiva apoiadas sobre vigas.

Nos exemplos citados no parágrafo anterior, o esforço pode ser excessivo, a ponto de gerar deformações que superam a capacidade do elemento estrutural, levando à formação de fissuras inclinadas a 45°, presentes nas faces laterais da viga (MARCELLI, 2007).

A Figura 9 apresenta esquema de fissura em vigas devido ao efeito de torção.

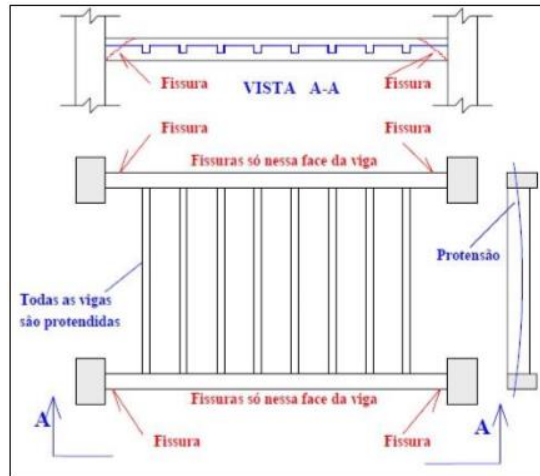


Figura 9: Esquema de fissura causada por torção. Fonte: THOMAZ (2003)

2.2.1.2. Corrosão de armaduras

Segundo MARCELLI (2007), uma patologia muito comum na Construção Civil são as trincas no concreto devido à corrosão de sua armadura, e deve ser tratada de maneira adequada, com a o intuito de bloquear o processo e não permitir o agravamento da situação, algo que não acontece muito na prática, em obras em que não se procura identificar e corrigir as causas do problema.

A Figura 10 mostra como é feita a penetração de agentes indesejados através da porosidade do concreto.

Como principais causas dessa patologia, HELENE (1992) cita:

- a) Má execução das peças estruturais;
- b) Utilização de concreto com resistência inadequada;
- c) Presença de cloretos.

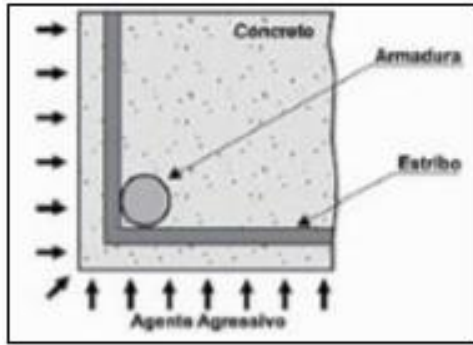


Figura 10: Penetração do agente através da porosidade do concreto. Fonte: MARCELLI (2007)

CASCUDO (2005) institui que a corrosão das armaduras é um processo de deterioração da fase metálica, provocando perda de seção das barras de aço com a formação de produtos de corrosão expansivos, geralmente no entorno das armaduras, que vão acumulando e gerando tensões responsáveis por fissuras no concreto, deixando a armadura cada vez mais exposta à ação de agentes agressores.

A Figura 11 mostra como se apresentam as armaduras com o efeito de corrosão.



Figura 11: Corrosão nas armaduras de uma laje. Fonte: SILVA (2011)

2.2.2. Fundações

Pode-se citar que a ausência ou insuficiência de investigações geotécnicas adequadas, interpretação equivocada de dados coletados por meio de ensaios, avaliação incorreta de valores de esforços atuantes na estrutura, tensão admissível do solo inadequada, má execução por imperícia e falta de treinamento da mão de obra figuram entre as principais causas de patologias em fundações (DO CARMO, 2003).

Com a ação das causas anteriormente citadas, podem-se manifestar três danos:

a) Danos na arquitetura

Comprometem a estética da edificação, com o aparecimento de trincas, por exemplo.

b) Danos funcionais

Comprometem diretamente o desempenho e funcionalidade da edificação, necessitando reforços e reparos para conter o avanço da patologia.

c) Danos estruturais

Afetam a vida útil, durabilidade e desempenho, comprometendo os elementos estruturais da edificação e implicam na instabilidade da edificação, podendo levá-la ao colapso.

2.2.3. Revestimentos

Diversos fatores são responsáveis pelo aparecimento de patologias em revestimentos. Dentre eles pode-se citar a má proporção do traço, falta de técnica e cuidados na execução, assim como tipo e qualidade dos materiais utilizados na argamassa. Vale ressaltar que fissuras podem estar relacionadas a mais de um desses fatores, havendo junção de efeitos no surgimento das patologias.

Como patologias em revestimentos decorrentes dessas causas, pode-se citar fissuras localizadas, espessura do revestimento fora do padrão adequado previsto nas normas NBR 7200/1998 e NBR 13749/2013, e descolamento de partes do revestimento (DO CARMO, 2003).

2.2.4. Impermeabilizações

DO CARMO (2003) diz que patologias em impermeabilizações podem ser de diversos tipos, destacando-se a corrosão de componentes de aço da edificação, degradação de elementos de gesso e forros, elementos de argamassa desagregados devido a perda da característica aglomerante do cimento e eflorescências causadas por gotas provenientes de acúmulos de água, crescimento de vegetação e formação de vesículas.

2.2.5. Alvenarias

Dentre os tipos de manifestações patológicas em alvenarias, pode-se citar a eflorescência, caracterizada por uma alteração na aparência do elemento, causada por depósito de metais alcalinos na superfície do mesmo.

Essa eflorescência, apesar da possibilidade de ser agressiva, causando desagregação profunda, é facilmente identificada e possui diagnóstico considerado simples, não comprometendo a estrutura do elemento estrutural (CORRÊA, 2010).

2.3. Importância da Construção Civil

2.3.1. Conceituação

A Indústria da Construção Civil possui imenso impacto na economia de todo o país, uma vez que suas atividades se relacionam de forma direta com a economia, devido à sua grande capacidade em gerar emprego, tributos e renda. É por meio dessa indústria que toda a infraestrutura, como portos, ferrovias, rodovias, energia, estradas, hospitais, entre tantas outras, necessária para o desenvolvimento do Brasil e de seus sistemas, é feita. Portanto, o avanço e desenvolvimento desse setor está diretamente ligado ao crescimento de outras atividades econômicas (TEIXEIRA e CARVALHO, 2005).

Em 2010, o censo realizado pelo IBGE identificou que 2,5 milhões de pessoas eram empregadas pela construção civil no Brasil. Nesse mesmo ano, o valor total das obras de caráter público foi de R\$ 107 bilhões, correspondendo a 42,8% do valor total dos gastos com construção em 2010. As 74,9 empresas do setor realizaram investimentos de R\$ 7,4 bilhões naquele ano.

A cadeia produtiva da Construção Civil tem influência sobre outros setores, demandando produtos dos mais diversos segmentos. Portanto, é possível chegar à conclusão de que há uma cadeia consideravelmente complexa, englobando siderurgia, com a utilização do aço, extração de minerais, com a grande utilização de areia, dentre muitos outros exemplos. Não é injustificado então, alguns autores considerarem a Construção Civil como um setor essencial para o desenvolvimento e crescimento do país. (KURESKI et al., 2008).

2.3.2. Relação da Construção Civil com o PIB

Segundo PASSOS et al (2012), “[...] o PIB é o indicador das riquezas produzidas pelo país num determinado período, que poderá ser de um mês, um trimestre, um semestre ou um ano”. O PIB pode apresentar valores positivos ou negativos e, quando a variação é positiva, diz-se que houve um crescimento, porém quando é negativa, há uma recessão.

Nesse sentido, em termos de Produto Interno Bruto, determinado a partir do acumulo dos valores dos setores da Agropecuária, Indústria e Serviços, e que serve para mostrar o quanto de riqueza o país acumulou em determinado período de tempo, pode-se dizer que a Construção Civil se faz presente no setor da indústria e possui grande impacto no PIB.

Porém, vale ressaltar que, apesar dessa relevância, o crescimento da Construção Civil não significa, necessariamente, o bom desempenho da economia do país, sendo que o contrário também é válido. Ou seja, caso o setor não apresente bons resultados, não pode-se afirmar que a economia vai mal.

Para ilustrar o que está descrito nos parágrafos anteriores, pode-se usar os exemplos de que entre 1950 e 1980, o país apresentava rápido crescimento e a Construção Civil expandiu sua participação no Produto Interno Bruto de 8,7%. Por sua vez, entre 1980 e 2004 o Brasil apresentava baixo crescimento, com a indústria da Construção Civil crescendo apenas 0,5%. (PASSOS et al, 2012).

Na Tabela 1 são apresentados tabelas e gráficos demonstrando dados do PIB nacional e do PIB da indústria da Construção Civil, assim como sua participação em termos percentuais. Também é apresentada tabela com essa relação com preços de 2012, com dados baseados em relatórios emitidos pelo Banco Central.

Tabela 1: PIB nacional e PIB da Construção Civil. Fonte: IBGE

| Período | PIB Nacional | PIB da Construção | Participação da Construção no PIB | Crescimento do PIB em relação a 1996 (%) | Crescimento da Construção em relação a 1996 (%) |
|---------|--------------|-------------------|-----------------------------------|--|---|
| 1996 | 843.965,63 | 42.253,48 | 5,01% | 0,00 | 0,00 |
| 1997 | 939.146,62 | 49.720,52 | 5,29% | 11,28 | 17,67 |
| 1998 | 979.275,75 | 53.328,61 | 5,45% | 16,03 | 26,21 |
| 1999 | 1.064.999,71 | 52.228,06 | 4,90% | 26,19 | 23,61 |
| 2000 | 1.179.482,00 | 56.364,00 | 4,78% | 39,75 | 33,39 |
| 2001 | 1.302.136,00 | 59.486,00 | 4,57% | 54,29 | 40,78 |
| 2002 | 1.477.822,00 | 67.219,00 | 4,55% | 75,10 | 59,09 |
| 2003 | 1.699.948,00 | 68.935,00 | 4,06% | 101,42 | 63,15 |
| 2004 | 1.941.498,00 | 84.868,00 | 4,37% | 130,04 | 100,85 |
| 2005 | 2.147.239,00 | 90.228,00 | 4,20% | 154,42 | 113,54 |
| 2006 | 2.369.484,00 | 96.287,00 | 4,06% | 180,76 | 127,88 |
| 2007 | 2.661.344,00 | 111.201,00 | 4,18% | 215,34 | 163,18 |
| 2008 | 3.032.203,00 | 126.551,00 | 4,17% | 259,28 | 199,50 |
| 2009 | 3.239.404,00 | 146.783,00 | 4,53% | 283,83 | 247,39 |
| 2010 | 3.770.084,87 | 182.477,41 | 4,84% | 346,71 | 331,86 |
| 2011 | 4.143.013,34 | 204.066,99 | 4,93% | 390,90 | 382,96 |
| 2012 | 4.392.094,00 | 213.100,30 | 4,85% | 420,41 | 404,34 |
| 2013 | 4.844.815,08 | 221.761,81 | 4,58% | 474,05 | 424,84 |

Analisando a Tabela 1 pode-se constatar que os desempenhos dos dois PIBs, em termos de volume, são bem discrepantes proporcionalmente. Sendo assim, decidiu-se adotar o ano de 1996 como base para gerar o gráfico da Figura 12, a fim de verificar se o crescimento do PIB da Construção Civil, ano após ano, acompanha o PIB Nacional de maneira proporcional.

A conclusão é que ambos seguem próximos, com a ressalva de que a curva da Construção Civil está quase sempre abaixo da curva do PIB Nacional, o que pode levar a acreditar que a segunda sujeita o crescimento da primeira, e não o contrário.

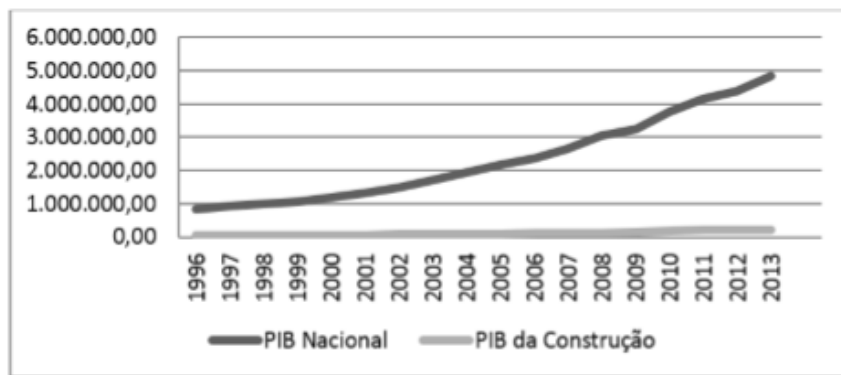


Figura 12: PIB nacional e PIB da Construção Civil. Fonte: SOUZA et al (2014)

Na a Tabela 2, são listados fatos e mudanças em um contexto socioeconômico, gerando alterações, como inversão ou potencialização da tendência de crescimento econômico do país como um todo e do setor da Construção Civil.

Os dados presentes nessa tabela são expostos na Figura 13 e revelam a grande volatilidade dos dois índices, assim como a relação entre os mesmos. Pode-se observar que a Construção Civil apresenta um comportamento mais volátil, porém tende a acompanhar a tendência de crescimento do PIB Nacional, no sentido de que, mesmo em alguns períodos em que houve crescimento em um e queda no outro, rapidamente os índices retomam o mesmo sentido. (SOUZA et al, 2014)

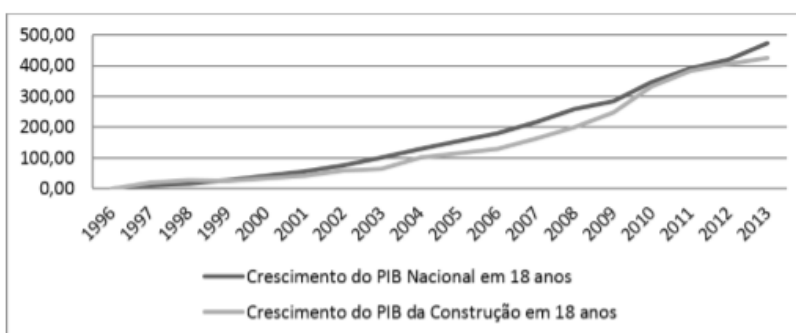


Figura 13: Crescimento do PIB anual em relação ao ano de 1996. Fonte: SOUZA et al (2014)

Também pode-se constatar, após análises da Figura 14 com dados da Tabela 2, a representação praticamente constante da Construção Civil na composição do PIB Nacional, mesmo com a maior volatilidade do crescimento da Construção, quando em comparação com o PIB Nacional.

Tabela 2: PIB Nacional e PIB da Indústria da Construção (a preços de 2012). Fonte: Banco Central (2012)

| Ano | Contexto socioeconômico | PIB Nacional | PIB da Construção |
|------|---|--------------|-------------------|
| 1994 | Plano Real. Ano de eleição para presidente. | 5,9 | 6,1 |
| 1995 | | 4,2 | -0,4 |
| 1996 | | 2,2 | 5,2 |
| 1997 | Crise financeira nos países do sudeste asiático | 3,4 | 8,5 |
| 1998 | Ano de eleição para presidente | 0,0 | 1,4 |
| 1999 | | 0,3 | -3,2 |
| 2000 | | 4,3 | 2,1 |
| 2001 | Crise Argentina e ataques terroristas aos EUA | 1,3 | -2,7 |
| 2002 | Redução do financiamento externo. Ano de eleição para presidente | 2,7 | -1,8 |
| 2003 | | 1,1 | -8,6 |
| 2004 | O mais alto volume de contratação de mão de obra formal registrado e superávit recorde. | 5,7 | 6,6 |
| 2005 | | 3,2 | 1,2 |
| 2006 | O mercado imobiliário esfriou nos Estados Unidos da América. Ano de eleição para presidente | 4,0 | 4,6 |
| 2007 | | 6,1 | 4,9 |
| 2008 | Início da crise internacional. Ampliação do crédito habitacional no Brasil. | 5,2 | 8,2 |
| 2009 | Agravamento da crise mundial | -0,3 | -6,3 |
| 2010 | Economia internacional em recuperação, PAC, aumento dos financiamentos imobiliários, eleição. | 7,5 | 11,6 |
| 2011 | Retração na demanda externa devido à crise fiscal na Europa e nos EUA. | 2,7 | 3,6 |
| 2012 | Diante das incertezas do mercado externo a demanda interna foi o suporte ao crescimento | 0,9 | 1,4 |

SOUZA et al (2014), indicam que a conclusão que pode-se tomar é que a Construção Civil se mostra mais volátil e suscetível às mudanças de grande impacto em nível nacional e mundial, apesar da estabilidade do cenário econômico do período estudado em comparação com períodos anteriores.

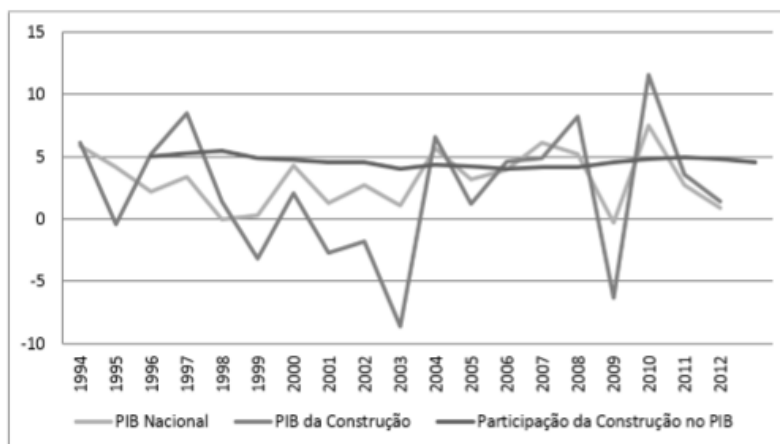


Figura 14: Taxa de variação do PIB em relação ao ano anterior (a preços de 2012). Fonte: SOUZA et al (2014)

2.3.3. Dicotomia entre avanços tecnológicos e repetição de patologias

As constantes e inevitáveis inovações que estão sendo implementadas na Construção Civil, acabam por alterar o tipo da obra de “construção” para “montagem”. Parte dessa inovação consiste em substituir materiais que chegam à obra em regime *just-in-time*. Além disso, nos últimos anos a tecnologia tornou-se fundamental para alcançar parâmetros de qualidade e produtividade em vários setores da economia, não só o da Construção Civil. Em meio a isso, processos são transformados, novos sistemas de trabalhos criados, paradigmas mudados e há alterações no cotidiano de profissionais e usuários finais (VENDRAMETO, 2004).

Com esses avanços em materiais, técnicas e processos de construção, conhecimentos multidisciplinares por parte de engenheiros, arquitetos e quaisquer profissionais envolvidos no processo, se mostram cada vez mais necessários. Porém, novas metodologias vêm sendo adotadas com base em práticas tradicionais e, certas vezes, ultrapassadas, resultando em falhas técnicas e econômicas (THOMAZ, 2002).

Sendo assim, é imprescindível que trabalhadores tradicionais como serventes e auxiliares, passem por treinamentos específicos, com o objetivo de adquirir novas competências para migrar para novas atividades. Essas novas técnicas empregadas devem ser bem entendidas, afetando também o mestre de obras, que costuma trabalhar partindo de seu conhecimento prático de processos antigos, o que leva a mudanças bruscas no processo.

Realizando uma comparação com o passado, em que tecnologias industriais substituíram a força física do humano, alterando músculos por máquinas, a inovação tecnológica que está ocorrendo tende a substituir até a mente humana, com a utilização de máquinas inteligentes no local de profissionais, em toda a escala das mais diversas atividades econômicas (RIFKIN, 2001).

Um problema que deve ser levado em consideração diz respeito ao fato de que as empresas de construção civil pouco se preocupam com a contratação de pessoas com bom potencial, mesmo que em início de carreira, optando muitas vezes por um processo de contratação rápido e sem muita exigência. Também é fundamental que, após a contratação de bons profissionais, sejam dadas condições de desenvolvimento pessoal e profissional a esses trabalhadores (SEBRAE, 1995).

Segundo FONTES (2000), nesse contexto de substituição de mão de obra, a tecnologia está definitivamente entre as diversas causas de desemprego, uma vez que elas representam uma racionalização de processos produtivos e aumento da produtividade do trabalho, sem que haja um necessário incremento na demanda de trabalho.

Também pode-se dizer que os avanços tecnológicos influenciam a Construção Civil nas mais diversas etapas de uma obra. Na etapa de projeto por exemplo, tecnologias inovadoras, como BIM e CAD mostram-se aliadas de engenheiros e arquitetos até mesmo

em projetos mais complexos, ajudando-lhes a prever problemas antes que tenham um impacto negativo no andamento da obra (MOBUSS, 2016).

Porém, as empresas utilizam essas tecnologias de maneira restrita, limitando-se em adquiri-las e treinar a equipe, sem que haja uma discussão mais aprofundada sobre seu uso.

Outra situação que deve ser melhorada com esse avanço da tecnologia é o corte de pessoal em massa que, para muitos, é inevitável, quando poderia ser ao menos amenizado, com um melhor treinamento da mão de obra. Outro aspecto negativo relacionado é o fato do setor da Construção Civil ser um dos que mais gera resíduos e emite CO₂, causando a poluição da atmosfera.

O que se pode concluir desse tema é que de fato há um movimento de crescente inovação tecnológica em diversos setores, e a indústria da Construção Civil não foge disso. Porém, mesmo com esses avanços que só deveriam ser benéficos, ainda há situações em que práticas arcaicas, mau treinamento e outros problemas levam à repetição de erros antigos, como patologias diversas. Uma alternativa para solucionar esse obstáculo talvez seja a análise de cases de sucesso com a troca de experiência de profissionais.

Nesse contexto de avanço tecnológico, JONOV (2016) fez um levantamento indicando o nível de incidência de cada causa para o aparecimento de patologias em países da Europa, comparando esses dados com dados do Brasil, como demonstrado na Tabela 3.

Tabela 3: Causas de patologias por país. Fonte: JONOV (2016)

| Causas de patologias (%) | | | | |
|--------------------------|---------|-----------|----------|------------|
| País | Projeto | Materiais | Execução | Utilização |
| Inglaterra | 49 | 11 | 29 | 10 |
| Alemanha | 40 | 14 | 29 | 9 |
| Bélgica | 46 | 15 | 22 | 8 |
| França | 37 | 5 | 51 | 7 |
| Espanha | 32 | 16 | 39 | 13 |
| Brasil | 18 | 7 | 51 | 13 |

Ao interpretar a Tabela 3, constata-se que, em países mais desenvolvidos economicamente e tecnologicamente, as causas de patologias se dão, em sua maior parte, na etapa de projeto, enquanto no Brasil os problemas decorrem em sua maioria na etapa de execução. Isso vai de acordo com o problema da desqualificação da mão de obra abordado anteriormente.

2.4. Grandes obras recentes e suas adversidades

É inegável o grande potencial que a indústria da Construção Civil possui no Brasil. Para ilustrar isso, basta observar que em 2013, entre projetos em andamento e ainda não iniciados, 14 das 50 maiores obras de infraestrutura no mundo eram brasileiras, movimentando cerca de R\$ 250 bilhões (SANTOS, 2013). Dentre essas 14 obras figuram hidrelétricas, transposição do rio São Francisco, usina nuclear, arco rodoviário no Rio de Janeiro, dentre outras.

São citados apenas alguns dos tantos casos de obras que apresentaram problemas muito antes do previsto, independente do tipo de uso. Os motivos para isso, como será elucidado, são dos mais variados, como erros na concepção do projeto, uso de materiais inadequados,

assim como interesses pessoais e políticos, levando à entrega da obra mesmo que ela não esteja em condições de conclusão.

A ocorrência de patologias leva a problemas que vão desde alterações drásticas no orçamento inicial da obra até desastres envolvendo perda de vidas humanas.

2.4.1. Estádio Mario Filho

Uma grande obra recente no Brasil foi o *retrofit* do Estádio Mário Filho, popularmente conhecido como Maracanã. No ano de 2014, o Brasil foi o país sede da Copa do Mundo, e o Maracanã palco de 7 partidas, dentre elas a final.

Para tal, o estádio teve que passar por uma grande reforma com o objetivo de atender às exigências determinadas pela FIFA (Federação Internacional das Associações de Futebol), sem alterar sua arquitetura, uma vez que essa é tombada pelo Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional – IPHAN. Foram construídos novos acessos ao estádio, novas arquibancadas com a substituição total das antes presentes, cobertura, áreas VIPs dentre outras modificações.

A obra, inicialmente orçada em R\$ 705 milhões, teve custo final estimado de R\$ 1,2 bilhão devido ao acolhimento de 16 termos aditivos. (KONCHINSKI, 2016).

Após a reinauguração foram identificadas patologias, como serviços inacabados, utilização de materiais incompatíveis, assentos sem resistência mínima e com instalação inadequada. Apenas dois anos depois da reforma, o Maracanã teve que passar por novas intervenções para se adequar às especificações do COI e estar apto a receber os eventos

futebolísticos, assim como sediar a abertura e o encerramento dos Jogos Olímpicos de 2016. Essas mudanças custaram R\$ 6,3 milhões (KONCHINSKI, 2016).

Conclui-se então que, dos maiores problemas presentes nessa reforma, podem ser citados uso de materiais inadequados e falhas no projeto e na execução.

2.4.2. Estádio Nilton Santos

Outra grande obra recente na cidade do Rio de Janeiro foi a construção de outro estádio, o Estádio João Havelange, nome que foi posteriormente alterado para Estádio Nilton Santos, mais conhecido como Engenhão. Esse estádio foi construído no Rio de Janeiro, sede dos Jogos Panamericanos de 2007.

Assim como o caso da reforma do Maracanã, o custo final da obra do Engenhão, que era previsto em R\$ 60 milhões, foi muito superior, totalizando R\$ 380 milhões, com um atraso na data de entrega da obra em 4 ocasiões.

Porém, segundo SCHMIDT (2016), além do orçamento previsto equivocado, o Engenhão passou por uma interdição de aproximadamente dois anos, devido a problemas estruturais na cobertura do estádio, com a corrosão da estrutura metálica da cobertura, que corria o risco de colapso caso sofresse a ação de ventos com velocidade igual ou superior a 63 km/h, dados fornecidos pela empresa alemã Schlaich Bergermann und Partner. Por sua vez, a empresa Rowan Williams Davies & Irwin, do Canadá, alegou que a velocidade deveria exceder 138 km/h, e a discussão se os R\$ 100 milhões gastos na reforma, assim como todos os inconvenientes da situação como um todo eram necessários, permanece até hoje.

A Figura 15 mostra detalhe da estrutura da cobertura do estádio apresentando ferrugem.



Figura 15: Detalhe da estrutura da cobertura com ferrugem. Fonte: MARINHO, 2013

2.4.3. Ciclovia Tim Maia

A Ciclovia Tim Maia, inaugurada no dia 17 de Janeiro de 2016, se situa no Rio de Janeiro, possui 3,9 km de extensão, une os bairros Leblon e São Conrado e sua implantação custou aproximadamente R\$ 45 milhões. Na data de 21 de Abril de 2016 fortes ondas atingiram a ciclovia, provocando o desabamento de um de seus trechos, causando duas mortes (DANA, 2016).

O CREA apresentou resultados do estudo a respeito do acidente, em documento produzido por uma Comissão Especial do CREA-RJ formada por engenheiros civis.



Figura 16: Trecho da ciclovia que desabou. Fonte: O Globo (2016)

O documento leva em conta análise de documentos, coletas de dados e entrevistas com profissionais capacitados e cita como principais causas do acidente, falhas no projeto, em que não foram feitos estudos preliminares a respeito dos efeitos das ondas sobre a estrutura construída, falta de ética profissional e falhas em licitações e fiscalização de contratos.

Em Julho de 2016, a Fundação Coordenação de Projetos, Pesquisas e Estudos Tecnológicos (Coppetec) emitiu um laudo de 96 páginas orientando a prefeitura a mapear e avaliar toda a estrutura da ciclovia. Nesse laudo, a instituição indica que outros trechos da ciclovia, sejam adjacentes ao local do colapso, ou em pontos mais afastados, também estão vulneráveis à ação das ondas.

Além disso, o laudo assinado por seis engenheiros, além de dois diretores da Coppe, revela que, além do local em que houve o desabamento, há seis locais onde as ondas produzem jatos capazes de atingir alturas elevadas devido ao choque com paredes e muretas, sendo algumas delas construídas pela própria prefeitura.

Por fim, a orientação dos técnicos é de que não é recomendável a presença de muretas no local, uma vez que, segundo os engenheiros responsáveis pelo laudo da Coppe, o colapso da ciclovia se deu justamente pela formação desse jato, que teve força suficiente para romper e deslocar o tabuleiro.

Na semana seguinte à emissão do referido laudo, devido ao mesmo, a Justiça Federal determinou a suspensão imediata da reconstrução da ciclovia entre os pilares 48 e 49, sob pena de multa diária de R\$ 100 mil.

2.4.4. Vila Panamericana

A Vila do Pan, construída para abrigar atletas nos Jogos Panamericanos de 2007, e que ficaria como legado desse evento para a cidade do Rio de Janeiro passou a apresentar diversos problemas com o agravamento de rachaduras e fissuras. A obra custou R\$ 230 milhões e contou com amplo financiamento público - R\$ 189 milhões da Caixa (KONCHINSKI, 2016).

KONCHINSKI (2016), diz que houve falha na etapa de projeto, em que o terreno formado por argila mole não recebeu um adequado tratamento geotécnico durante a construção com o intuito de rebaixar o solo antes que fosse colocado o aterro definitivo.



Figura 17: Rachadura em fachada na Vila do Pan. Fonte: COELHO, 2013

Com isso, houve um recalque que não estava planejado, levando ao aparecimento das rachaduras citadas anteriormente, assim como danos a tubulações e desvalorização dos imóveis.

Segundo KONCHINSKI (2016), anos após o início do processo de recuperação, os problemas parecem ter se agravado com problemas relacionados ao afundamento do terreno, causando problemas no acesso, seja a pé ou de carro. Em resposta a isso, no ano de 2011 a

Prefeitura iniciou reformas para estabilização do solo, tendo gasto, até o momento, R\$ 72 milhões, totalizando um gasto de mais de R\$ 300 milhões, contando o montante investido para a construção e reformas.

Desde 2011, a Prefeitura do Rio realiza obras no bairro para recuperar suas ruas. Cerca de 72 milhões já foram empregados em três projetos para estabilização do solo da vila. Os moradores, no entanto, reclamam que isso ainda não é suficiente. Alegam falta de vontade da prefeitura e chegaram a ir à Justiça em busca de reparos nas áreas comuns dos prédios do condomínio. Somado o investido para sua construção e mais os reparos, já foram gastos mais de R\$ 300 milhões (KONCHINSKI, 2016).

3. TIPOLOGIA DAS PATOLOGIAS NA CONSTRUÇÃO CIVIL

3.1. Introdução

O tema Construção Civil não compreende apenas à fase da obra anterior à entrega. Além disso, não é incomum aparecerem problemas após essa etapa, ainda mais quando não há uma equipe disponível em tempo integral no local, nem verba para arcar com os gastos provenientes de falhas e patologias dos mais diversos tipos.

A maioria dos serviços prestados, assim como produtos vendidos, possui, ou deveria possuir, uma garantia de funcionamento adequado por determinado tempo. Nas obras de Engenharia Civil, especialmente na iniciativa privada, as construtoras, por obrigação do Código Civil, devem prestar serviços de garantia pelo prazo mínimo de 5 anos. Uma das problemáticas nisso é justamente garantir a responsabilidade a quem a mesma cabe, principalmente no caso de eventuais falhas (OLIVEIRA, 2013).

Ainda segundo OLIVEIRA (2013), uma definição pertinente para o termo “patologia”, no ramo da Construção Civil, é basicamente a parte da engenharia que estuda e avalia os sintomas e causas de falhas e problemas das construções. Em resumo, é o estudo das componentes dos defeitos desses elementos.

Por sua vez, GONÇALVES (2015) associou termo “patologia” no contexto da Construção Civil, com a definição do termo na Medicina, em que são estudadas origens, sintomas e natureza de doenças. Ou seja, patologias, nesse contexto, são as manifestações que venham a prejudicar o desempenho esperado de uma edificação, seus subsistemas, componentes e elementos.

Com a implantação da Lei nº 8078 de 1990, lei que criou o Código de Defesa do Consumidor, houve a introdução de diversas garantias aos consumidores, reforçando o direito de clientes em demonstrar insatisfações com empresas prestadoras de serviço. Em Janeiro de 2003, com o início da vigência do novo Código Civil e surgimento do Órgão de Proteção e Defesa do Consumidor (PROCON) houve a ampliação desses direitos.

Sendo assim, para se adaptar às novas exigências, o setor da construção precisou readequar seus processos, buscando mais eficiência e qualidade no produto oferecido. Segundo TSCHOHL (1996), surge a necessidade de fazer o trabalho corretamente pela primeira vez, evitando reclamações e custos com não-conformidades, proporcionando satisfação por parte dos clientes.

3.2. Análise estatística

3.2.1. Incidência por etapa/causa

É possível, através de uma análise estatística, indicar de forma quantitativa e qualitativa as diversas patologias encontradas em edificações, demonstrando causas, frequência em que ocorrem e custos que geram. Nesse sentido, é possível estabelecer relações entre número de reclamações por parte dos clientes, causas e sub-causas e custos de reparo, fornecendo às empresas uma base com dados a fim de possibilitar uma ação preventiva a ser implantada em novos projetos, ou mesmo obras já em execução, para que não haja reincidência (VAZQUEZ, 2010).

Sendo assim, o resultado dessa análise auxiliará em:

- a) Estimar custos destinados a reparos;

- b) Identificar sistemas que apresentam maiores gastos para tratamento de anomalias e priorizar intervenções nos itens mais custosos;
- c) Avaliar qualidade de projetos e desempenho dos sistemas construtivos;
- d) Cobrar empresas responsáveis pela atuação na etapa pós-entrega.

Para a realização dessa análise estatística, VAZQUEZ (2010), utilizou o caso de uma empresa que, entre os anos de 2005 e 2008, coletou informações a respeito dos problemas patológicos apresentados, de acordo com solicitações dos clientes. Os empreendimentos estudados são imóveis residenciais e comerciais de médio a alto padrão, localizados na Zona Sul, assim como na Barra da Tijuca. A idade dos empreendimentos varia de 0 a 5 anos, a partir do habite-se.

Para a análise gráfica foi utilizado o Princípio de Pareto, que afirma existir uma relação de causa e efeito onde 20% das causas geram 80% dos resultados.

São apresentados os dados coletados, em forma de tabelas e gráficos, de 53 empreendimentos, em valores absolutos de cada tipo de solicitação, patologia e custo.

A Tabela 4 apresenta um cenário global de solicitações durante o período avaliado, com as determinadas quantidades absolutas, separadas por etapa construtiva. A coluna mais à direita apresenta a relação da causa com o total de solicitações. Com o exposto pela Tabela 4 é possível verificar que, no caso estudado, as instalações hidráulicas representam a etapa construtiva com maior percentual de solicitações devido ao aparecimento de patologias, correspondendo a 25,79% em relação ao total. Em seguida estão impermeabilização, pintura e limpeza.

Tabela 4: Solicitação por etapa construtiva. Fonte: VAZQUEZ (2010)

| Causas | ANOS | | | | Total | Total % |
|---|------|------|------|------|-------|---------|
| | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | | |
| Entrega das chaves | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0,01% |
| Concreto Usinado e Laje | 0 | 2 | 3 | 0 | 5 | 0,05% |
| Paisagismo | 0 | 2 | 4 | 2 | 8 | 0,07% |
| Revestimento de Gesso liso | 0 | 8 | 2 | 0 | 10 | 0,09% |
| Pavimentação piso intertravado | 0 | 6 | 15 | 1 | 22 | 0,20% |
| Alvenaria-Bloco de Concreto | 0 | 0 | 5 | 28 | 33 | 0,30% |
| Pedras Decorativas | 2 | 8 | 21 | 2 | 33 | 0,30% |
| Instalação de Durafloor | 13 | 0 | 17 | 2 | 32 | 0,30% |
| Alvenaria Estrutural | 0 | 20 | 13 | 1 | 34 | 0,31% |
| Fachadas de Granito | 11 | 9 | 8 | 7 | 35 | 0,32% |
| Alvenaria-Bloco Cerâmico | 3 | 8 | 8 | 35 | 54 | 0,50% |
| Contra-piso | 4 | 7 | 22 | 22 | 55 | 0,51% |
| Outras instalações Piscina / Sauna | 0 | 10 | 37 | 16 | 63 | 0,58% |
| Vedação-Painel Gesso Acartonado | 19 | 21 | 31 | 22 | 93 | 0,86% |
| Telhados | 28 | 45 | 20 | 13 | 106 | 0,98% |
| Estrutura | 96 | 3 | 12 | 8 | 119 | 1,10% |
| Fundação | 29 | 31 | 36 | 28 | 124 | 1,15% |
| Revestimento Interno Argamassa | 1 | 10 | 44 | 79 | 134 | 1,24% |
| Outros | 24 | 8 | 18 | 18 | 68 | 0,63% |
| Outras instalações. Exaustão/ar-condicionado/pressurização de escadaria | 20 | 38 | 69 | 20 | 147 | 1,36% |
| Forro de Gesso | 20 | 49 | 73 | 68 | 210 | 1,94% |
| Mármore e Granitos Internos | 66 | 99 | 109 | 49 | 323 | 2,98% |
| Forma e Armação | 76 | 249 | 65 | 77 | 467 | 4,31% |
| Esquadrias de Madeira | 54 | 138 | 190 | 61 | 443 | 4,09% |
| Instalações Elétricas | 95 | 159 | 210 | 103 | 567 | 5,24% |
| Esquadrias de Ferro e Alumínio | 0 | 230 | 268 | 131 | 629 | 5,81% |
| Fachadas | 313 | 126 | 113 | 242 | 794 | 7,33% |
| Revestimentos Cerâmicos | 181 | 188 | 332 | 144 | 845 | 7,81% |
| Pintura e Limpeza | 129 | 169 | 356 | 199 | 853 | 7,88% |
| Impermeabilização | 237 | 409 | 480 | 601 | 1727 | 15,95% |
| Instalações Hidrosanitárias | 505 | 745 | 1022 | 520 | 2792 | 25,79% |

Após a análise das principais causas de reclamações de clientes, é fundamental compreender que as diversas sub-causas responsáveis por esses problemas não possuem a mesma importância no problema. Ou seja, algumas sub-causas podem ser mais significativas do que outras, tornando seu estudo de extrema importância para melhor compreensão do cenário como um todo (VAZQUEZ, 2010).

Sendo assim, são apresentadas três figuras indicando as sub-causas mais importantes das três principais solicitações apresentadas na Tabela 4: Instalações Hidráulicas, Impermeabilizações e Limpeza e Pintura.

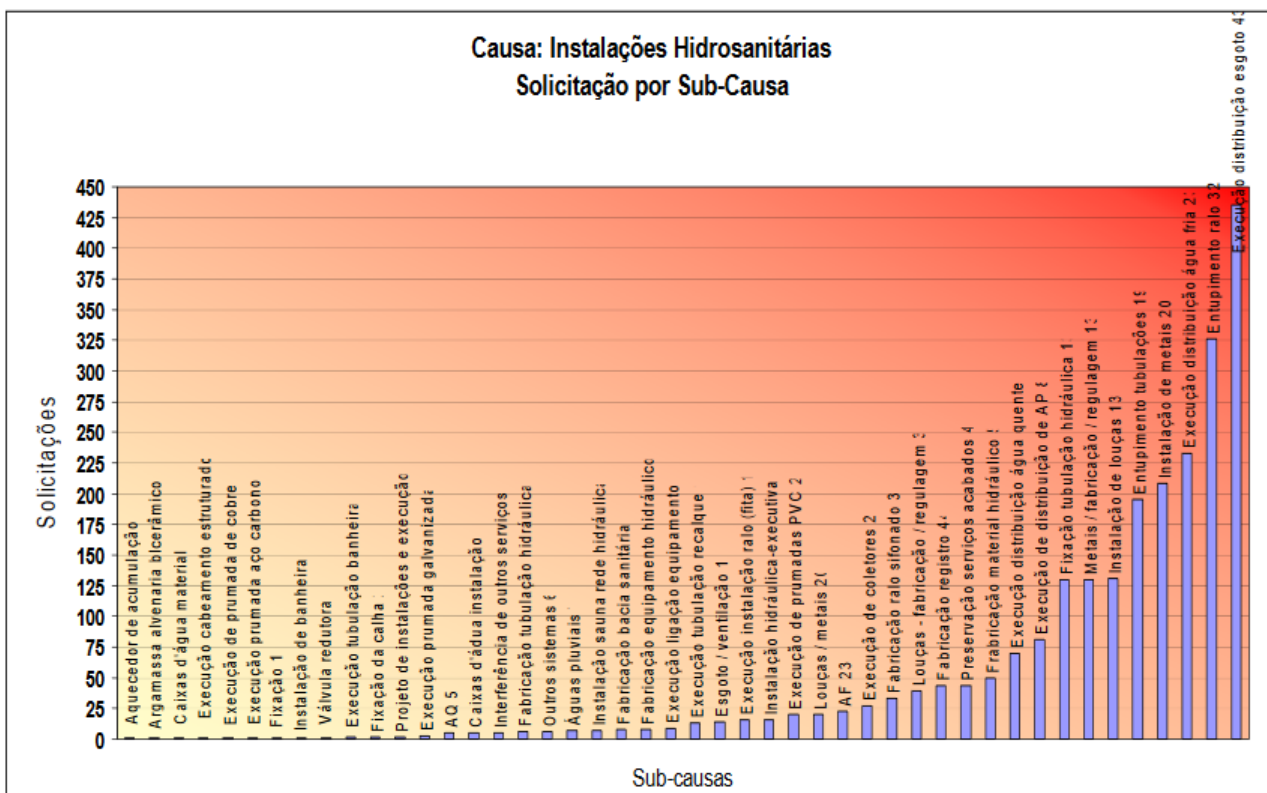


Figura 18: Sub-causas de Instalações Hidrossanitárias. Fonte: VAZQUEZ (2010)

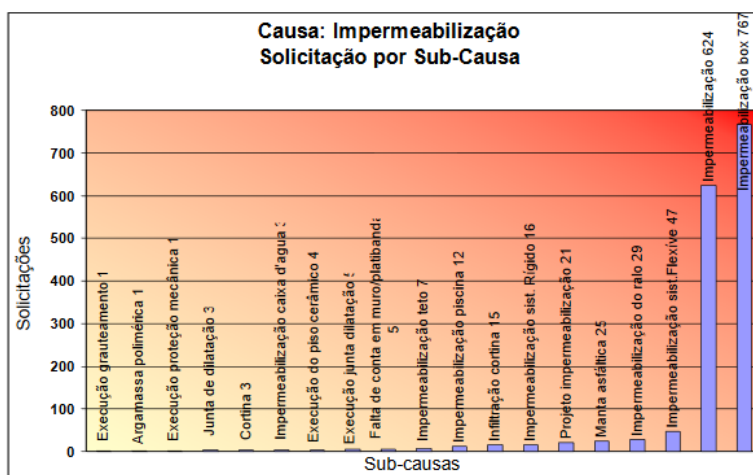


Figura 19: Sub-causas de Impermeabilização. Fonte: VAZQUEZ (2010)

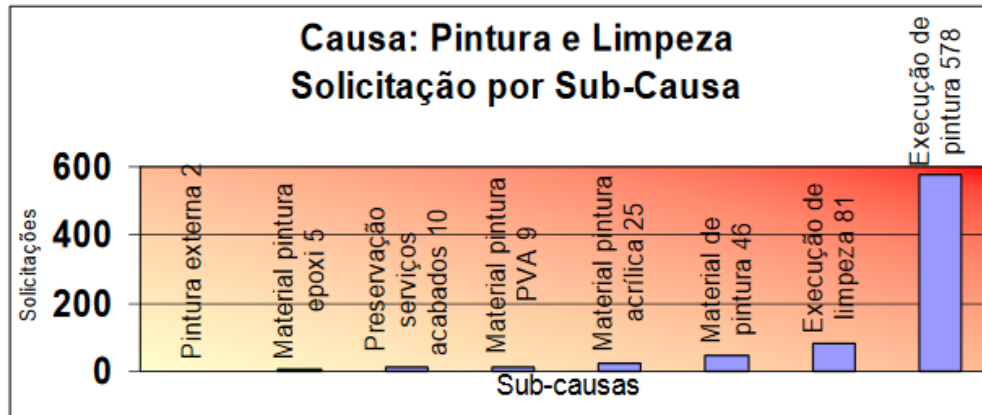


Figura 20: Sub-causas de Pintura e Limpeza. Fonte: VAZQUEZ (2010)

Como é possível verificar, as sub-causas mais expressivas nessas três causas principais são:

- a) Impermeabilização de box – 767 solicitações;
- b) Execução de pintura – 576 solicitações;
- c) Execução de distribuição de esgoto – 435 solicitações.

3.2.2. Avaliação de custos

Após a análise de reclamações por etapa construtiva/causa, avaliaram-se os custos com serviços de assistência para o reparo das patologias registradas, desconsiderando custos indiretos com vistorias e atendimentos por profissionais indicados.

O resultado dessa análise, ou seja, o total de custos durante o período estudado, é exposto na Tabela 5:

Tabela 5: Custo por causa. Fonte: VAZQUEZ (2010)

| Descrição | ANOS | | | | Total R\$ | Total % |
|--|------------|------------|------------|------------|--------------|---------|
| | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | | |
| Revestimento de Gesso liso | 0,00 | 4.029,20 | 60,01 | 0,00 | 4.099,21 | 0,06% |
| Entrega de Chaves | 0,00 | 0,00 | 5.500,00 | 0,00 | 5.501,00 | 0,08% |
| Concreto Usinado e Laje | 0,00 | 8.120,00 | 1.878,00 | 0,00 | 10.003,00 | 0,15% |
| Alvenaria-Bloco de Concreto | 0,00 | 0,00 | 3.138,74 | 14.864,47 | 18.036,21 | 0,28% |
| Paisagismo | 0,00 | 9.134,18 | 4.865,81 | 4.210,28 | 18.218,27 | 0,28% |
| Alvenaria Estrutural | 0,00 | 9.436,11 | 8.751,10 | 150,00 | 18.371,21 | 0,28% |
| Vedação-Painel Acartonado Gesso | 233,00 | 10.709,34 | 8.789,78 | 5.584,24 | 25.409,36 | 0,39% |
| Instalação de Durafloor | 1.800,00 | 0,00 | 24.926,18 | 771,20 | 27.529,38 | 0,42% |
| Outras Inst. Piscina / Sauna | 0,00 | 3.890,00 | 8.991,01 | 22.287,00 | 35.231,01 | 0,54% |
| Pedras Decorativas | 9.831,40 | 14.566,75 | 7.170,26 | 6.128,34 | 37.729,75 | 0,58% |
| Pavimentação piso intertravado | 0,00 | 17.978,55 | 20.550,53 | 685,74 | 39.236,82 | 0,60% |
| Fachadas de Granito | 2.314,23 | 9.326,18 | 23.724,20 | 6.238,89 | 41.638,50 | 0,64% |
| Outros | 768,30 | 1.933,19 | 2.058,66 | 37.376,26 | 42.204,41 | 0,65% |
| Forno de Gesso | 6.473,54 | 14.234,92 | 19.853,34 | 9.079,34 | 49.851,14 | 0,76% |
| Telhados | 20.928,84 | 22.142,75 | 12.791,18 | 4.121,46 | 60.090,23 | 0,92% |
| Alvenaria-Bloco Cerâmico | 14.123,92 | 23.912,04 | 6.036,69 | 26.515,12 | 70.641,77 | 1,08% |
| Contra-piso | 38.870,96 | 8.626,23 | 18.584,95 | 9.720,03 | 75.857,17 | 1,16% |
| Revest.Interno Argamassa | 2.235,45 | 8.964,45 | 49.310,05 | 19.964,08 | 80.608,03 | 1,23% |
| Outras inst. Exaustão/ar-condicionado/pressurização de escadaria | 40.886,51 | 12.966,05 | 40.378,38 | 4.976,76 | 99.354,70 | 1,52% |
| Instalações Elétricas | 12.751,21 | 38.984,62 | 44.004,07 | 16.274,83 | 112.581,73 | 1,72% |
| Estrutura | 99.892,65 | 10.337,62 | 12.882,64 | 5.330,00 | 128.561,91 | 1,97% |
| Mármore e Granitos Internos | 46.167,79 | 58.678,40 | 61.346,49 | 9.265,12 | 175.780,80 | 2,69% |
| Esq. de Ferro e Alumínio | 0,00 | 107.484,48 | 96.243,91 | 48.511,43 | 252.868,82 | 3,87% |
| Esquadrias de Madeira | 39.625,79 | 77.490,82 | 126.797,95 | 25.894,84 | 270.252,40 | 4,14% |
| Forma e Armação | 14.191,04 | 233.749,99 | 73.030,39 | 32.923,17 | 354.361,59 | 5,43% |
| Revestimentos Cerâmicos | 37.054,56 | 103.625,85 | 237.935,12 | 45.784,26 | 425.244,79 | 6,51% |
| Fundação | 107.093,97 | 138.153,30 | 172.960,11 | 32.504,73 | 450.836,11 | 6,90% |
| Fachadas | 191.814,78 | 88.037,14 | 117.971,94 | 87.573,18 | 486.191,04 | 7,44% |
| Pintura e Limpeza | 159.852,04 | 91.696,30 | 285.582,04 | 104.544,40 | 642.527,78 | 9,84% |
| Instalações Hidrossanitárias | 100.640,94 | 240.797,71 | 280.209,18 | 110.696,20 | 735.136,03 | 11,25% |
| Impermeabilização | 322.665,75 | 561.116,12 | 605.186,06 | 247.359,10 | 1.738.054,03 | 26,61% |

Analisando a Tabela 5, observa-se a seguinte ordem de manifestações custosas, do maior valor para o menor, com porcentagens sobre o custo total:

- a) Impermeabilização - 26,61%;
- b) Instalações Hidrossanitárias - 11,25%;
- c) Pintura e Limpeza - 9,84%.

Comparando esses dados com os que foram obtidos anteriormente, nota-se que as causas que mais geraram solicitações são as mais custosas no total. Além disso, observa-se que, apesar das instalações hidrossanitárias possuírem maior número de incidências, os custos com impermeabilização, segunda maior causa, representam mais do que o dobro dos custos dessas instalações. Portanto, fica claro que o número de incidências de determinada patologia não é necessariamente proporcional ao seu custo (VAZQUEZ, 2010).

Vale ressaltar, também, a pertinência do Princípio de Pareto, utilizado como metodologia nesse estudo. O proposto por Vilfredo Pareto (1897) é confirmado pelo fato de que, das 31 causas estudadas, um custo de 78,12% em relação ao total, é devido a apenas 26% das causas, sendo elas:

- a) Impermeabilização;
- b) Instalações Hidrossanitárias;
- c) Pintura e Limpeza;
- d) Fachadas;
- e) Fundação;
- f) Revestimentos Cerâmicos;
- g) Forma e Armação;
- h) Esquadrias de Madeira;

Após realizar pesquisas bibliográficas, fica clara certa dificuldade em encontrar informações confiáveis nesse tema de patologias e reclamações de clientes. Isso, na opinião do autor, se deve à preocupação das empresas em esconder patologias e problemas relacionados em seus produtos, não admitindo erros e falhas nos processos produtivos.

A partir dos dados expostos, chega-se à conclusão de que o lucro esperado com certo empreendimento sofre uma redução inesperada, justamente por causa dessas intervenções corretivas de situações indesejadas e imprevistas em projeto. Além disso, o aumento desses custos é refletido no maior número de incidências patológicas, gerando crescente insatisfação com clientes após a entrega da obra e, por vezes, antes mesmo da entrega, em que o cliente faz uma visita e se depara com problemas explícitos e inesperados na época da compra.

Uma maneira de nortear as empresas é, assim como feito no estudo demonstrado nesse capítulo, utilizar o Princípio de Pareto. Desta maneira, é possível definir o que é mais importante e mais representativo em termos de custos, contextualizando as falhas e identificando e implementando ações nos 20% responsáveis por 80% dos custos. É imprescindível que essas ações citadas sejam baseadas no controle de qualidade no processo produtivo como um todo, desde a concepção do projeto, planejamento, execução, seleção de materiais e todas as demais etapas.

Por fim, com o intuito de evitar futuras incidências e vícios construtivos, que venham a prejudicar o desempenho dos componentes, influenciando de maneira negativa a vida útil das edificações, é de fundamental importância a criação e constante atualização de um banco de dados, com identificação de causas de manifestações de patologias, proporcionando uma prevenção adequada. Isso é válido tanto em nível de projeto como de execução.

3.3. Investigação e tratamento de patologias

Como explicado anteriormente, o cenário patológico se configura quando a edificação não apresenta desempenho satisfatório. De modo geral, o problema é identificado a partir do aparecimento de sintomas patológicos, traduzidos em anomalias indesejadas.

Segundo OLIVEIRA (2013), com conhecimento suficiente e correta interpretação dessas manifestações, é possível entender o problema, com a futura resolução do mesmo, a partir de intervenção correspondente com a gravidade e relação entre desempenhos esperado e constatado. Sendo assim, é conveniente o emprego de uma metodologia de ação, a ser desenvolvida ou adaptada de acordo com cada situação e problema. Essa metodologia é composta de etapas importantes, expostas a seguir.

3.3.1. Levantamento

Consiste na obtenção de informações necessárias para a compreensão do problema, a partir de elaboração de quadro geral indicando as manifestações observadas.

OLIVEIRA (2013) diz que há diversos meios para obter essas informações, sendo os seguintes os mais importantes, na visão do autor:

a) Vistoria do local

A vistoria pode ocorrer devido a um programa de manutenção previamente estabelecido, com a constatação de uma patologia; ou mesmo a partir de reclamações de usuários com determinado aspecto da edificação, solicitando a visita de profissionais para averiguar a situação.

Na vistoria deve-se confirmar a existência da patologia, assim como sua gravidade, definir o alcance do problema e registrar o que foi constatado.

b) Levantamento do histórico do problema

Essa etapa consiste no estudo do histórico do edifício, analisando todas as atividades do processo produtivo que possam ter alguma influência no aparecimento do problema. Essas

informações podem ser obtidas a partir de investigações com pessoas envolvidas com a edificação, como operários, construtores, vizinhos, moradores, dentre outros.

É possível que essas entrevistas não forneçam informações suficientes, ou mesmo de confiabilidade necessária. Nesse caso, é interessante utilizar documentos produzidos durante as etapas de projeto, realização da obra e utilização do edifício. Mesmo que alguns desses documentos estejam desatualizados e até equivocados, é importante avaliar, por exemplo, diários de obra, cronograma físico-financeiro e notas fiscais de equipamentos.

c) Pesquisa

No caso em que não foi obtido o desejado diagnóstico do problema a partir de vistorias, entrevistas e verificação de documentos, chaga-se à última etapa, correspondente a pesquisas bibliográficas, científicas e tecnológicas. Nessa fase são buscadas referências com analogias à situação indesejada em que se encontra, por meio de artigos e experimentos.

3.3.2. Diagnóstico

Após um adequado levantamento de informações pertinentes ao problema, formula-se o diagnóstico para cada situação específica. Deve-se levar em conta que o processo de aparecimento e desenvolvimento de patologias é dinâmico, fazendo com que as mesmas possam apresentar, no momento da intervenção, um comportamento diferente daquele que foi constatado no levantamento de informações, devido a sua constante evolução.

Sendo assim, o processo de diagnóstico consiste basicamente em formular hipóteses e explicações, visando o esclarecimento de causas e mecanismos de ocorrências que levam à queda de desempenho do produto oferecido (OLIVEIRA, 2013).

3.3.3. Metodologia de recuperação e tratamento

Após a verificação da necessidade de intervir no cenário patológico, deve-se definir o tratamento a ser realizado, assim como todas as alternativas possíveis.

Segundo BERNARDES (1998), para a correta tomada de decisão, devem ser levantadas todas as hipóteses relacionadas à evolução futura do problema, o que se traduz na realização de um prognóstico, tomando como base o tipo do problema, características da edificação, condições de exposição e estágio de desenvolvimento. Essa realização deve seguir três parâmetros básicos:

a) Relação Custo x Benefício

Confronta os benefícios oriundos da obtenção, ou melhor, da retomada do desempenho desejado, com o custo da recuperação e reparos que se fazem necessários ao longo da vida útil da edificação.

b) Grau de incerteza

Relacionado com a incerteza do diagnóstico, uma vez que o mesmo foi formulado segundo informações passíveis de equívocos.

c) Disponibilidade de recursos e tecnologia para execução dos reparos

Esse parâmetro também possui grande importância, uma vez que qualquer que seja a decisão tomada, a mesma deve ser factível, de acordo com técnicas de execução, materiais e mão de obra disponíveis e necessárias para a realização dos serviços. Nesse sentido, uma vez empregada uma solução com tecnologia incompatível, ou com falhas na execução, o problema pode ser agravado, ou até mesmo tornar-se irreversível.

3.3.4. Resposta de empresas de construção

Muitos são os motivos de reclamações de clientes em relação a construtoras, indo desde pequenas rachaduras até atraso na entrega do imóvel comprado. Da mesma maneira, há mais de um meio de realizar essa reclamação, ainda mais com o avanço da tecnologia e facilidade de comunicação.

Apesar de algumas construtoras canalizarem as reclamações de seus clientes em suas centrais de atendimento, não utilizando perfis em redes sociais, atualmente consumidores podem realizá-las e falar de ocorrências em redes sociais e sites que têm como objetivo agrupar opiniões de clientes insatisfeitos. Isso serve, também, para usuários insatisfeitos trocarem mensagens entre si, realizando troca de experiências (VAZ, 2013).

Esses sites permitem que as empresas respondam às reclamações de seus clientes, fornecendo estatísticas sobre o desempenho das mesmas, dando aos clientes a base para fazer comparações entre construtoras levando em conta a resposta das mesmas aos diversos tipos de patologias e problemas em geral encontrados em suas obras.

Para ilustrar o que foi dito anteriormente, foi possível acessar site criado há dez anos e especializado em coletar reclamações de clientes insatisfeitos, e foram coletados dados para quantificar essas reclamações.

Para preservar a identidade das construtoras, as mesmas serão citadas como A, B e C. Os dados coletados são demonstrados na Tabela 6.

Tabela 6: Resumo de reclamações. Fonte: RECLAME AQUI (2017)

| Construtora | Registros de reclamações | Reclamações respondidas | Reclamações Solucionadas |
|-------------|--------------------------|-------------------------|--------------------------|
| A | 2720 | 90% | 65% |
| B | 1232 | 98% | 30% |
| C | 852 | 100% | 56% |

Ao realizar a análise da Tabela 6, verifica-se que a taxa de resposta das empresas às reclamações de seus clientes é elevada, assim como o número de incidências dessas reclamações. Porém, a taxa de solução para essas reclamações não acompanha esse ritmo, estando abaixo de níveis aceitáveis, na opinião do autor. O motivo disso, novamente na opinião do autor, é a pouca preocupação das empresas com seus clientes uma vez que o produto já foi vendido, refletindo num serviço pós-venda de baixa qualidade.

4. AS PATOLOGIAS NAS DIVERSAS ETAPAS CONSTRUTIVAS

4.1. Principais etapas construtivas e técnicas mais utilizadas

O processo de construção de uma edificação, assim como qualquer outro, possui uma série de etapas que, executadas de maneira adequada, com técnicas e materiais empregados que atendam especificações mínimas de qualidade, proporcionam um produto final de qualidade.

No caso da Construção Civil, essas etapas, ou pelo menos boa parte delas, devem ser seguidas de maneira cronológica. Nesse sentido, é possível listá-las para se obter a edificação com requisitos mínimos de segurança, desempenho e orçamento dentro de limites aceitáveis.

Essas etapas podem diferir de uma obra para a outra, como por exemplo os tipos de fundação e impermeabilização utilizados.

a) Serviços Preliminares

Limpeza do terreno, demolições, implantação do canteiro de obras, gabarito dentre outras atividades.

b) Fundações (Infra-Estrutura)

Estudos geotécnicos, escavações, rebaixamento do lençol freático, cravação de estacas, corte de cabeça, execução de muros de arrimo, etc.

c) Terraplenagem

Levantamento planialtimétrico, aterro e cortes, empréstimos ou bota-fora, transporte de terra, compactação, etc.;

d) Superestrutura

Pode ser de alvenaria, concreto ou metálica, tendo cada um suas peculiaridades. No caso da estrutura metálica, deve ser feita a preparação das peças, montagem dos perfis, solda, colocação de parafusos, contraventamentos, etc.

e) Vedações

No caso de alvenarias deve ser feito o assentamento dos blocos, cerâmicos ou de concreto, com traço a ser determinado em projeto.

f) Instalações

As principais instalações em uma edificação são de caráter elétrico e hidráulico. Para instalações elétricas devem ser instaladas, entre outros elementos, caixa para entrada de energia, eletrodutos nas paredes, caixas para interruptores e tomadas e caixa de disjuntores.

Já o processo de instalações hidráulicas consiste em abrir valas, inserir caixas de passagem, instalar louças, caixa d'água, registros, dentre outros processos.

g) Telhados

Pode ser de madeira ou metálico e devem ser feitos a preparação e montagem de maneira adequada, fixação de peças, chumbamentos, etc.

h) Revestimentos

Geralmente consiste em chapisco, emboço e reboco, com traços definidos por projeto.

i) Esquadrias

Instalação de janelas e portas com a colocação de batentes e ferragens necessárias.

j) Impermeabilizações

Deve ser feita em locais indicados, como banheiros e cozinhas.

k) Acabamentos

Etapa de conclusão da área interna da edificação, como conclusão da pintura e instalação de aparelhos remanescentes. Também deve ser feita limpeza do terreno, com a retirada do material excedente e paisagismo.

4.2. Patologias por etapa construtiva

Como pode ser observado na seção anterior, uma construção possui uma série de etapas e o aparecimento de patologias pode ocorrer em qualquer uma delas. Porém, como visto anteriormente, algumas etapas possuem maior incidência de patologias. Essas patologias de maior incidência são expostas ao longo desse capítulo.

4.2.1. Patologias nas fundações

4.2.1.1. Descrição dos tipos de patologias

Segundo VERÇOZA (1991), problemas em fundações são responsáveis por fissuras, rachaduras, trincas e outras patologias em edifícios, sendo o problema principal chamado de recalque diferencial.

SCHWIRCK (2005) define o termo fundação como o elemento de transição entre a estrutura e o solo, fazendo com que a estrutura esteja sujeita ao comportamento do solo quando submetido a determinado carregamento. Nesse sentido, patologias em fundações podem aparecer devido a diversos fatores, iniciando na fase do projeto, comprometendo a

qualidade da construção e a vida útil da mesma. Existem também situações nas quais os solos apresentam deformações ou variações volumétricas não provocadas pelo carregamento das fundações, podendo resultar em patologias.

4.2.1.2. Causas das patologias

Dentre os mais diversos tipos de patologias em construções, pode-se dizer que problemas em fundações possuem diversas causas que serão apresentadas a seguir:

1. Problemas decorrentes de investigação

A investigação do subsolo é uma etapa fundamental, e, em certos casos, há investigação insuficiente, deficitária, ou até mesmo completa ausência da mesma.

No caso de ausência de investigação, a Tabela 7 expõe possíveis causas e consequências.

Tabela 7: Patologias de acordo com o tipo de fundação. Fonte: MILITITSKY et al. (2005)

| TIPO DE FUNDAÇÃO | PROBLEMAS TÍPICOS DECORRENTES |
|---------------------|--|
| Fundações diretas | <ul style="list-style-type: none"> • Tensões de contato excessivas, incompatíveis com as reais características do solo, resultando em recalques inadmissíveis ou rupturas; • Fundações sobre solos compressíveis sem estudo de recalques, resultando grandes deformações; • Fundações apoiadas em materiais de comportamento muito diferente sem junta, ocasionando o aparecimento de recalques diferenciais; • Fundações apoiadas em crosta dura sobre solos moles, sem análise de recalques, ocasionando a ruptura ou grandes deslocamentos das fundações. |
| Fundações profundas | <ul style="list-style-type: none"> • Estacas tipo inadequado ao subsolo, resultando mau comportamento Geometria inadequada, comprimento ou diâmetro inferiores ao necessários; • Estacas apoiadas em camadas resistentes sobre solos moles, com recalques incompatíveis com a obra; • Ocorrência de atrito negativo não previsto, reduzindo a carga admissível nominal adotada para a estaca. |

Já as investigações com falhas podem gerar problemas na fase de execução das fundações, devido a diferenças entre previsões projetadas e a realidade da obra, como por exemplo presença de matacões imprevistos e tipos de solo diferentes dos esperados (SOARES, s.d.).

2. Problemas na etapa de projeto

Na etapa de projeto, uma série de problemas envolvendo o comportamento do solo pode ocorrer, como por exemplo adoção de projeto otimista, com subdimensionamento de fundações, representação inadequada do comportamento do solo, equívocos na estimativa das propriedades do solo, uso equivocado dos resultados obtidos a partir de ensaios, adoção de fundações inadequadas, dentre outros (SCHWIRCK, 2005).

3. Problemas na execução das fundações

Segundo SCHWIRCK (2005), dentre as falhas envolvendo a execução de fundações, pode-se citar o assentamento em solos de diferentes comportamentos dos previstos, reaterros mal executados, substituição do solo por material sem compactação adequada, sapatas executadas de maneira inadequada, dentre outras.

Também há a possibilidade da execução equivocada das fundações ser causada por problemas estruturais, tais como falta de qualidade do concreto utilizado e execução de fundação com dimensões e geometria inadequadas

4. Problemas após a conclusão das fundações

Segundo ALVES (2009), os problemas em fundações, mesmo após a conclusão das mesmas, são dos mais diversos. Dentre as causas para isso é possível citar a alteração no uso

da edificação, modificações imprevistas na fase de projeto, execução de grandes escavações e alteração de uso em terrenos vizinhos, e oscilações não previstas do nível d'água.

5. Problemas causados pela degradação dos materiais utilizados

Em todos os projetos de engenharia que possuem elementos enterrados, deve-se considerar a ação do solo e da água sobre os materiais das fundações, de maneira a verificar a existência de agentes agressivos e seus possíveis efeitos (SCHWIRCK, 2005).

Nesse sentido, deve-se conhecer bem o cenário em que se está trabalhando, uma vez que o concreto pode sofrer ação de ácidos inorgânicos e orgânicos encontrados na terra (MILITITSKY et al. 2005). O aço, por sua vez, presente em estacas metálicas, está sujeito à corrosão quando posto em contato com água ou com solos que contém materiais agressivos localizados em ambientes marinhos ou submetidos aos efeitos da variação do nível d'água (SCHWIRCK, 2005).

Também deve-se levar em conta mudanças físicas e químicas na madeira, com mudança de coloração, amolecimento e redução de resistência e módulo de elasticidade (MILITITSKY et al. 2005). Já as rochas presentes em fundações diretas executadas em bloco de pedra podem passar por processo de degradação acelerada devido à agressividade do meio em que está inserida (SCHWIRCK, 2005).

4.2.1.3. Consequências das patologias

MILITITSKY et al. (2005), dizem, assim como os autores citados anteriormente, que patologias das fundações podem ser causadoras de diversos danos, como fissuras e rachaduras, o que pode influenciar nas seguintes etapas construtivas:

- a) Investigação e caracterização do solo
- b) Projeto das fundações
- c) Execução das Fundações (profundas ou rasas)
- d) Etapa após a conclusão das fundações
- e) Degradação acelerada dos materiais presentes nas fundações.

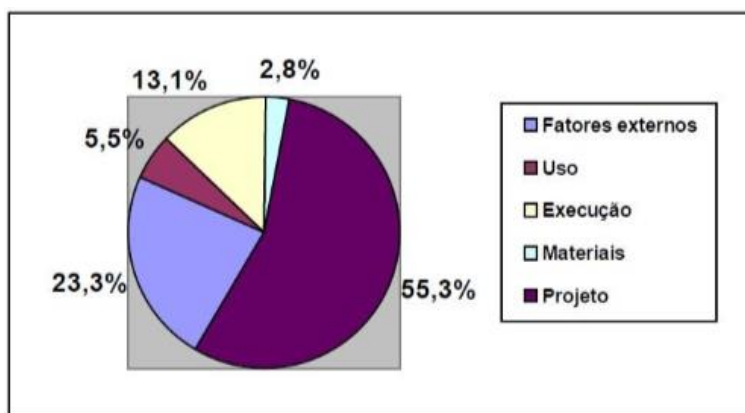


Figura 21: Incidência das patologias de fundações em geral no Rio Grande do Sul quanto à sua origem. Fonte: (SILVA & BRESSANI, 1994, IN SCHWIRCK, 2005).

Após análise do gráfico exposto na figura acima, pode-se chegar à conclusão que grande parte das patologias nas fundações se dá na etapa de projeto, o que pode ser causado pelo fato do projetista não receber informações precisas, assim como relatórios de sondagens adequados.

A Tabela 7, além de expor causas de patologias de diversos tipos em fundações também lista as consequências dessas causas variadas, como:

- a) Recalques inadequados ou rupturas;
- b) Redução da carga admissível para a estaca;
- c) Recalques diferenciais.

4.2.2. Patologias nas estruturas

4.2.2.1. Descrição dos tipos de patologias

Segundo COUTO (2007), o processo de construção de uma edificação pode ser dividido em três etapas, sendo elas a concepção do projeto (cálculos, planejamento, desenhos, etc), execução (realização de atividades respeitando o cronograma da obra) e utilização condizente com o que foi previamente projetado.

Apesar de separadas, deve-se entender que cada etapa citada anteriormente possui grande importância para que o produto final atenda a requisitos mínimos de qualidade e segurança, a fim de garantir a satisfação do cliente e minimizar a incidência de patologias, uma vez que, apesar de não ser possível extinguí-las, é possível controlá-las.

Nesse sentido, há diversos tipos de patologias que podem surgir em estruturas, com causas variadas e consequências prejudiciais ao comportamento da edificação.

4.2.2.2. Causas das patologias

A Figura 22 apresenta gráfico relacionando patologias na estrutura de edificações com suas possíveis causas.

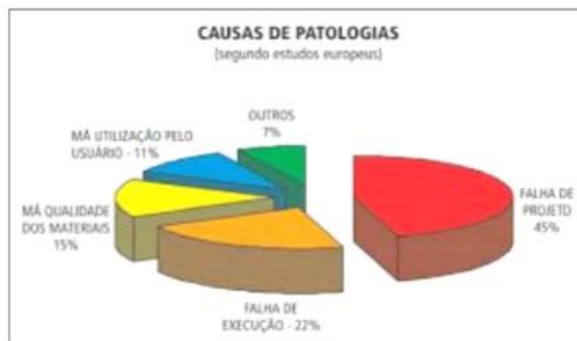


Figura 22: Gráfico que relaciona as principais causas de patologias. Fonte: COUTO (2007)

1. Falhas de projeto

Como pode ser observado no gráfico presente na Figura 22, a fase de projeto é responsável por aproximadamente metade das patologias registradas em estruturas. Nesse contexto, COUTO (2007) lista exemplos de problemas que se originam na elaboração do projeto.

- a) Previsão equivocada de ações atuantes
- b) Peças com espessuras e fator a/c inapropriadas
- c) Materiais com especificações inadequadas
- d) Falta de, ou falha na compatibilização de projetos
- e) Detalhes construtivos com grande dificuldade em serem executados

2. Materiais inadequados

Para o melhor aproveitamento dos materiais utilizados deve-se obedecer a NBR 12654, indicando os componentes do concreto a ser utilizado. Após a definição das especificações dos materiais, deve ser feito um controle rígido na aquisição dos insumos, com o intuito de garantir o atendimento às especificações técnicas e a aprovação do concreto.

Para o concreto como um todo atender a todos os requisitos mínimos de segurança e desempenho, é imprescindível que seus componentes apresentem qualidade aceitável. O cimento deve ter aspectos físicos e químicos monitorados, como finura, início e fim de pega, perda de resistência com a ação do fogo.

Para os agregados deve ser feita uma análise mineralógica e química, a fim de detectar contaminantes reativos, assim como análise de suas características físicas, como distribuição

granulométrica e formato dos grãos (ANDRADE e SILVA, 2005). A água, por sua vez, antes de ser utilizada, deve passar por análise para verificação de contaminação de cloretos, sulfatos, teor do pH, entre outros fatores, para não prejudicar o desempenho do concreto.

Por fim, é fundamental que a armadura atenda a todas as especificações de projeto, como limite de resistência, patamar de escoamento, dobramento, dentre outras.

3. Execução equivocada

A execução da estrutura é definida pela NBR 14931 como o conjunto de atividades desenvolvidas na sua concepção, como sistema de fôrmas, armaduras, concretagem, e todas as demais, assim como atividades relacionadas à inspeção e controle de qualidade do concreto. Portanto, caso haja falhas na etapa da execução, resultantes desde a baixa qualificação da mão de obra, até a falta de fiscalização adequada, as consequências podem ser prejudiciais ao desempenho da estrutura (COUTO, 2007).

No que diz respeito à sequência de execução, a NBR 12655 estabelece que primeiramente deve ser feita a caracterização dos materiais componentes do concreto, seguida de um estudo de dosagem e ajuste e comprovação do traço. Por fim, o concreto é preparado, levando em conta novamente, que falhas na concretagem podem trazer sérias consequências à estrutura, ainda mais em regiões agressivas ou de difícil acesso para inspeções.

4. Manutenção e/ou utilização equivocadas

Após a conclusão e entrega do produto, o usuário deve utilizá-lo de maneira eficiente, de modo que todos os seus componentes se comportem satisfatoriamente ao longo da vida útil da edificação. Ou seja, cabe ao cliente garantir que carregamentos previstos em projetos não sejam ultrapassados e manutenções periódicas sejam feitas (ANDRADE e SILVA, 2005).

No que diz respeito à manutenção, a NBR 5674 define o termo como o conjunto de atividades a serem executadas com o objetivo de conservar ou recuperar a capacidade funcional da edificação e de todos os elementos que a compõem, atendendo requisitos de desempenho e segurança por tempo determinado em projeto.

A Tabela 8 apresenta quadro resumo a respeito da origem de falhas estruturais e seus prováveis responsáveis, segundo GONÇALVES (2015):

Tabela 8: Falhas: origens e responsáveis. Fonte: GONÇALVES (2015)

| <u>Origem da falha</u> | <u>Responsável pela falha</u> |
|-------------------------------|---------------------------------------|
| Fase de Projeto | Projetista |
| Qualidade do Material | Fabricante/Fornecedor |
| Etapa de Execução | Mão de Obra ou Fiscalização Omissa |
| Etapa de Utilização | Operação e Manutenção |

4.2.2.3. Consequências das patologias

Como visto anteriormente nesse projeto, as diversas causas de patologias em estruturas de concreto armado podem gerar problemas que vão desde pequenos incômodos estéticos com fissuras pequenas ou grandes preocupações com aspectos de segurança com fissuras e rachaduras consideráveis ou mesmo corrosão de armaduras.

4.2.3. Patologias nas vedações

4.2.3.1. Descrição dos tipos de patologias

Assim como em outras etapas da construção, uma edificação também pode apresentar problemas em suas vedações, com a manifestação de fissuras nas vedações e em revestimentos, manchas na pintura, descolamento de revestimento, dentre outras patologias. Na avaliação da existência ou não de situações indesejadas, deve-se avaliar o que viria a ser o modelo ideal, comparando-o com o produto obtido, uma vez que a diferença em ambos pode configurar um cenário patológico.

4.2.3.2. Causas das patologias

BAUER (2008) explica que, apesar das causas não possuírem fácil determinação, para a escolha do tratamento adequado para a recuperação é fundamental que haja o conhecimento das mesmas.

No caso específico de revestimentos, qualquer que seja a natureza final do mesmo, sendo de piso ou parede, o mesmo deve ser encarado como um conjunto formado por todas as camadas, sabendo que cada uma delas fica sujeita a deformações próprias podendo ocasionar patologias (FIORITO, 2009).

A Figura 23 faz um resumo dos tipos e causas de ocorrência de patologias em vedações.

| Patologia | Formas de ocorrência |
|---|---|
| Fissuras | |
| Retração de argamassa | Distribuição uniforme, linhas que se cruzam (próximo de 90°) |
| Dilatação térmica e movimentações higroscópicas | Inclinadas em forma de escamas; destacamento entre alvenaria e estrutura. |
| Descolamento | |
| Revestimento cerâmico | Peça que se solta do conjunto. |
| Pintura | Parte destacada do conjunto; |
| Manchas | |
| Manchas em pintura | Varição de tonalidade localizados ; |
| Ruptura | Linhas contínuas, paralelas aos pilares |

Figura 23: Síntese de formas de ocorrência das patologias. Fonte: THOMAZ (1989)

4.2.3.3. Consequências das patologias

As consequências das patologias decorrentes de causas diversas em vedações podem ser vistas, assim como a forma de ocorrência das patologias, na Figura 23. Dentre elas figuram:

- a) Fissuras pela retração de argamassa;
- b) Fissuras por dilatação térmica;
- c) Descolamento do revestimento cerâmico;
- d) Descolamento da pintura;
- e) Manchas na pintura;
- f) Ruptura.

4.2.4. Patologias nas instalações

4.2.4.1. Descrição dos tipos de patologias

As instalações são parte fundamental em uma edificação e, como exposto nesse trabalho, o número de incidências de patologias nessa etapa é, por muitas vezes, elevado. Essas patologias podem aparecer em instalações hidráulicas ou instalações elétricas.

As patologias em instalações hidráulicas podem ser divididas em:

- a) Água fria
- b) Água quente
- c) Esgoto
- d) Águas pluviais

Quando as instalações são do tipo elétricas, RODRIGUES (2013) cita os seguintes tipos principais de patologias:

- a) Interferência entre distribuição elétrica e hidráulica;
- b) Curtos circuitos;
- c) Quedas de luz;
- d) Fiação deficiente;
- e) defeitos na fabricação de interruptores e tomadas;
- f) Queima de lâmpadas e reatores;
- g) Fios soltos.

4.2.4.2. Causas das patologias

Pode-se verificar que a maioria dos problemas encontrados nos Sistemas Hidraulicos Prediais – SHP, tem relação com falhas na execução, como vazamentos e entupimentos. Falhas de projeto, de uso (ocasionadas por vezes por falta de informação) e falhas devido à qualidade de materiais utilizados também se fazem presentes (VERÇOSA, 1991).

A Figura 24 ilustra dois tipos de patologias que podem vir a aparecer em instalações hidráulicas.



Figura 24: Tubo desconectado pela pressurização do sistema e infiltração no teto

Já no âmbito de instalações elétricas, RODRIGUES (2013) indica que há diversas causas de patologias, como por exemplo:

- a) Incompatibilidade de projetos;
- b) Infiltrações de água na rede elétrica;
- c) Isolamento inadequado.

A Figura 25 apresenta demonstração gráfica do resultado do estudo de RODRIGUES (2013), indicando o percentual de aparecimento dos itens listados anteriormente.

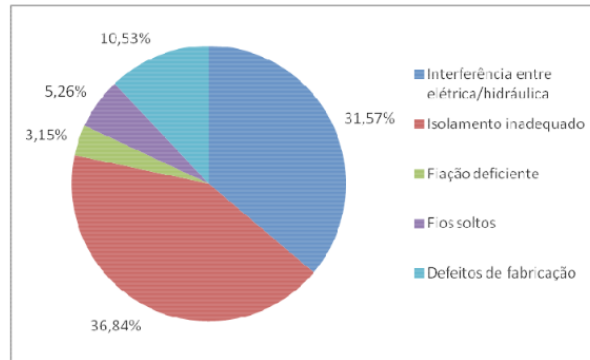


Figura 25: Percentual dos principais defeitos em instalações elétricas. Fonte: RODRIGUES (2013).

As Figuras 26 e 27 ilustram problema de interferência entre distribuição elétrica e hidráulica, causada por incompatibilidade de projetos, dificultando a manutenção, e problema devido à falta de isolamento adequado dos fios, deixando-os expostos à ação das chuvas, respectivamente.



Figura 26: Interferência entre redes elétrica e hidráulica. Fonte: RODRIGUES (2013).



Figura 27: Rede elétrica suscetível à entrada de água. Fonte: RODRIGUES (2013).

4.2.4.3. Consequências das patologias

Com o objetivo de evitar problemas inesperados, é de fundamental importância que, durante o processo da obra, sejam realizadas reuniões periódicas de compatibilização de projetos, assim como vistorias do que já foi executado. Isso se deve ao fato de que há grande interface entre as diversas etapas da obra, com previsões deixadas na estrutura para a posterior instalação de tubulações por exemplo. Isso deve ser feito com o intuito de evitar falhas na execução do que foi previamente projetado (VERÇOSA, 1991).

Também é importante citar que problemas que apareçam em instalações hidrossanitárias podem interferir em diversos subsistemas, como vedações, pintura, acabamentos, impermeabilizações, dentre outros, o que leva a um aumento nos custos de reparo e manutenção.

Analisando-se o que foi exposto anteriormente nesse capítulo, indicando os problemas encontrados em instalações elétricas, nota-se que é de fundamental importância que cuidados sejam tomados na compatibilização de projetos, assim como no isolamento de fiações, uma vez que esses itens representam mais de 50% dos problemas encontrados nas instalações (RODRIGUES, 2013).

Já estudo de BERNARDES et al. (1998) indica que o maior problema encontrado no que diz respeito a instalações elétricas foi no item de acabamentos, correspondendo a 48% das ocorrências.

4.2.5. Patologias nas impermeabilizações e telhados

4.2.5.1. Descrição dos tipos de patologias

Assim como em todas as etapas de uma obra, no processo de impermeabilização é fundamental que seja utilizada uma mão de obra com treinamento adequado. Uma das explicações para isso é o fato de que a área a passar por impermeabilização passará por intervenções de outras equipes antes e depois da camada impermeabilizante ser aplicada, o que torna esse treinamento imprescindível (DO CARMO, 2003).

No que diz respeito a telhados, o telhamento é o principal elemento de estanqueidade de uma cobertura e a aplicação de materiais e técnicas inadequados pode levar a uma série de deteriorações na edificação. Sendo assim, pode haver a proliferação de goteiras e infiltrações diversas, pela utilização de telhas de formato único, por exemplo (TINOCO, 2007).

4.2.5.2. Causas das patologias

Um possível problema envolvendo impermeabilizações ocorre quando há troca de paredes de alvenaria por paredes de gesso acartonado (Dry-Wall), e impermeabilizações rígidas previamente utilizadas não são substituídas por flexíveis. Isso configura um problema, uma vez que paredes Dry-Wall permitem a movimentação de placas por choques ou dilatação térmica. Ou seja, com a manutenção de impermeabilização rígida, o movimento das placas poderá gerar quebra, permitindo a percolação de água, fenômeno indesejado. A solução indicada é a substituição por uma impermeabilização flexível (OLIVEIRA, 2013).

Outro exemplo de situação indesejada comum é quando um servente deseja colocar um prego em uma parede já rebocada, sem saber que atrás dessa camada de reboco está a camada impermeabilizante já acabada. Assim como esse, outros exemplos poderiam ser citados, com o objetivo de indicar que falta de aviso e ciência podem gerar grandes problemas (DO CARMO, 2003)

A Figura 28 retrata um dos problemas envolvendo impermeabilizações, que no caso é a impermeabilização aplicada de maneira defeituosa, causando infiltrações indesejadas nas paredes de um banheiro.



Figura 28: Infiltrações decorrentes de falhas na impermeabilização. Fonte: OLIVEIRA (2013)

Em patologias em telhados, a utilização de tipo único de telha, citada anteriormente, pode levar ao estrangulamento de água nos beirais, o que leva ao acúmulo de detritos de origem mineral e orgânico, ricos em nutrientes e propiciando o aparecimento de vegetação, como demonstrado na Figura 29.



Figura 29: Acúmulo de vegetação devido à falta de manutenção. Fonte: CECI (2014).

Outro possível problema em telhados é a crescente obstrução em beirais e linhas de bica devido às semelhanças de bocas e caldas das telhas, pelo formato de padrão único. Da mesma maneira, o desconhecimento da importância do espaçamento entre telhas de bica no momento do assentamento leva à retenção de águas, o que pode acarretar em transbordamentos e infiltrações.

4.2.5.3. Consequências das patologias

Para entender o quão importante é o tema de impermeabilizações e telhados, deve-se avaliar que, quando há problemas nesse subsistema, em grande parte das vezes se está lidando com clientes insatisfeitos, devido a todos os problemas inconvenientes relacionados, com reparos que, além de caros, implicam na quebra de paredes com revestimentos nobres, por vezes. Ou seja, além dos custos com o restabelecimento da funcionalidade e estética aceitáveis da edificação, há o prejuízo moral da empresa com o cliente, uma vez que houve quebra de confiança (DO CARMO, 2003).

4.2.6. Patologias nas fachadas

4.2.6.1. Descrição dos tipos de patologias

As fachadas vêm cada vez mais desempenhando um papel fundamental em edificações, trazendo novos desafios para os projetistas com o aumento da preocupação com estética, desempenho térmico, manutenção e durabilidade, assim como avanços tecnológicos em sistemas, processos e materiais construtivos.

Essa importância é clara, uma vez que a primeira impressão que o cliente tem da edificação é justamente devido ao primeiro impacto que o observador recebe, antes mesmo de entrar no edifício. Sendo assim, a fachada interage com o meio urbano, enriquecendo a paisagem como um todo, ainda mais com a substituição de concreto aparente por placas de alumínio, vidros especiais, dentre outros materiais específicos, aliando tecnologia, facilidade de manutenção e montagem e durabilidade (OLIVEIRA, 2013).

Segundo QUEIROZ (2007), há diversos tipos de patologias que podem aparecer em fachadas. Dentre eles pode-se citar:

- a) Eflorescência;
- b) Bolor;
- c) Vesículas;
- d) Fissuras horizontais.

4.2.6.2. Causas das patologias

SABBATINI (2000), diz que as causas de aparecimento de patologias em revestimentos de argamassa podem estar associados às fases de projeto, execução e utilização

desse revestimento. Sendo assim, um fator significativo na questão de patologias, inclusive em fachadas, é a falta de projetos adequados.

OLIVEIRA (2013) diz que uma patologia comum em fachadas é o deslocamento de pastilhas. Isso pode ocorrer devido ao uso de gesso no traço da argamassa, que, ao mesmo tempo que leva a uma secagem mais rápida, gera um consumo indesejado de água, não permitindo hidratação adequada do cimento. Esse fenômeno é demonstrado na Figura 30.



Figura 30: Fachada com pastilhas deslocadas. Fonte: OLIVEIRA (2013).

Isso torna a argamassa porosa e pouco resistente. A solução para tal problema é simplesmente remover o revestimento nos pontos com problema e reaplicar chapisco, emboço e efetuar nova colagem de pastilhas.

Segundo QUEIROZ (2007), outras possíveis causas para patologias em fachadas que podem ser citadas, são:

- a) Umidade constante;
- b) Falta de exposição ao sol;
- c) Hidratação tardia do óxido de magnésio da cal;
- d) Uso de argamassa espessa em excesso.

4.2.6.3. Consequências das patologias

O deslocamento de pastilhas é apenas um exemplo de patologia em fachadas, de maneira que a existência de outros tipos de patologias resultam em uma execução insatisfatória dos objetivos para os quais os elementos da edificação, como por exemplo as fachadas, foram projetados. No caso das fachadas, o que mais fica comprometido são os aspectos estéticos, de isolamento e proteção (QUEIROZ, 2007).

A solução de patologias em fachadas, assim como em outras etapas do processo construtivo, depende, obviamente, da causa de tal patologia. Algumas soluções indicadas para patologias em fachadas são restauração de revestimento, eliminação de infiltrações, em alguns casos, completa remoção e renovação da camada de reboco contaminada, renovação de pintura, dentre outras (BARBOSA, 2005).

5. ESTUDO DE CASO

5.1. Contextualização

O intuito deste trabalho é identificar as principais patologias em obras de construção civil, assim como suas causas e consequências. Para tal, é fundamental a realização de estudos referentes a casos específicos, seguindo os exemplos já expostos anteriormente, como o Estádio Mário Filho, Ciclovía Tim Maia, a Vila Panamericana e o Estádio Nilton Santos.

A fim de obter ainda mais informações acerca dessas irregularidades em obras de construção civil e também ratificar os dados levantados, foram realizadas pesquisas de campo com profissionais envolvidos, assim como pessoas relacionadas ao processo.

5.2. Descrição do Estudo

Nesse sentido, para a elaboração do presente estudo de caso foi tomado como ponto de partida os resultados de estudo desenvolvido por alunos da disciplina Gestão da Qualidade na Construção Civil, aplicado em Setembro de 2016, pelo professor Jorge dos Santos para o curso de Engenharia Civil na Universidade Federal do Rio de Janeiro. A referida disciplina possui como escopo tratar dos seguintes tópicos:

- a) Importância da normalização técnica para a qualidade;
- b) Principais entidades de normalização;
- c) Controle e garantia da qualidade na construção;
- d) Círculos de controle da qualidade, sistemas de indicadores da qualidade na construção civil, melhoria e controle da qualidade, custos da qualidade, psicologia das organizações e treinamento da mão de obra.

O estudo se divide em duas etapas. A primeira se deu por meio da aplicação desse estudo com o levantamento das principais causas de anomalias em obras de construção civil. A partir dos resultados obtidos, solicitou-se que os alunos apresentassem soluções para evitar as irregularidades constatadas.

A segunda etapa do estudo consiste na avaliação das patologias em duas obras na cidade do Rio de Janeiro, contando com o parecer de profissionais envolvidos.

5.3. Primeira etapa

O exercício foi aplicado tanto individualmente como em grupo e os resultados compilados são expostos na Tabela 9.

Tabela 9: Resumo de causas de patologias

| Resumo | | |
|---|--------------------|-------------|
| Causa | Incidências | % |
| Mão de obra desqualificada | 26 | 15% |
| Erro de projeto | 25 | 15% |
| Má gestão de recursos | 24 | 14% |
| Falta de planejamento e etapas preliminares | 23 | 13% |
| Baixa qualidade de materiais | 22 | 13% |
| Falta de conservação e verificação | 18 | 11% |
| Incompatibilidade de projetos | 10 | 6% |
| Outros | 10 | 6% |
| Economias pouco inteligentes | 6 | 4% |
| Orçamentos limitados | 4 | 2% |
| Dimensionamento equivocado de equipes | 3 | 2% |
| Total | 171 | 100% |

De um total de 171 respostas pode-se realizar a análise dos dados coletados. É possível verificar que, na opinião dos estudantes, a maior causa de patologias em construções

é a desqualificação da mão de obra, acompanhada de erros variados em projeto, com um total de 15% para cada causa.

Em erros de projeto foram considerados tanto erros de cálculo estrutural, assim como erros de premissa, levando ao aparecimento de patologias. Outra causa recorrente é a má gestão de recursos. Isso se dá de diversas maneiras, como a má gestão da verba disponibilizada, assim como uma gestão ruim do tempo necessário e previsto para a conclusão da obra, levando muitas vezes à uma entrega com serviços mal executados, devido à pressa e, por vezes, serviços até inacabados.

A próxima causa mais incidente, totalizando 13% das causas, ajuda a explicar esse problema envolvendo a gestão do tempo, que é a falta de planejamento e detalhamento de etapas preliminares, levando a imprevistos. Também com 13%, segundo a opinião dos participantes do estudo, é a causa relacionada à baixa qualidade de materiais. Por vezes, por economia ou descuido, são utilizados materiais de pouca qualidade, evidenciando uma falta de preocupação com a qualidade final do produto, assim como desrespeito às normas técnicas que exigem determinados padrões de qualidade.

O restante das causas de patologias em construções é composto por incompatibilidade de projetos, falta de conservação, verificação e inspeção do trabalho realizado, orçamentos limitados, economias pouco inteligentes em aspectos que se mostram importantes e dimensionamento equivocado de equipes.

A continuação da primeira etapa do estudo teve como objetivo citar possíveis soluções para as causas de patologias diversas listadas na Tabela 9.

Para solucionar o problema de desqualificação da mão de obra, foi sugerido um treinamento e capacitação das equipes, assim como um acompanhamento por profissionais mais capacitados. Também sugeriu-se a adoção de elementos pré fabricados, pela facilidade de implantação em obra.

Os problemas referentes a erros de projeto poderiam ser mitigados com a utilização mais expressiva de tecnologia de ponta, como por exemplo, o uso de softwares e ferramentas específicas para tal. Também é imprescindível que haja uma revisão criteriosa dos projetos para garantir compatibilização e detalhamentos adequados dos mesmos.

Além das soluções já citadas, uma série de outras medidas que poderiam ser adotadas para melhorar a qualidade final do produto foram listadas, como por exemplo:

- a) Adoção de indicadores para melhorar a produtividade;
- b) Considerar ganhos a longo prazo antes de adotar materiais de baixa qualidade que futuramente podem vir a apresentar problemas, gerando custos indesejados e inesperados;
- c) Estabelecer pontos críticos onde não pode haver cortes de gastos, levando a uma gestão de orçamento mais responsável;
- d) Investimentos e conscientização da importância de investigações e estudos geotécnicos;
- e) Realização de estudos in loco, evitando surpresas na hora de implantação do canteiro de obra;
- f) Fiscalização contínua dos serviços executados, assim como em execução;
- g) Realização de auditorias internas sobre os recursos utilizados;

- h) Processo executivo baseado na qualidade e não apenas no custo;
- i) Controle de qualidade por meio de ensaios e inspeções;
- j) Atendimento às normas regulatórias pertinentes.

Sendo assim, como resultado do estudo, pode-se perceber que, apesar das causas de patologias serem de diversos tipos, uma maior incidência de alguns exemplos específicos se faz presente, como é visto nas porcentagens da Tabela 9.

Também pode-se concluir que, apesar das causas serem variadas e das patologias serem problemas constantes em construções, uma série de soluções podem ser propostas, como demonstrado no resultado da segunda etapa do estudo. Nesse sentido, na opinião do autor, é de responsabilidade das empresas prestadoras do serviço atentar à parâmetros de qualidade, fornecendo um produto condizente com as exigências do cliente.

5.4. Segunda etapa

A segunda etapa tem como objetivo principal a avaliação das patologias em diferentes obras, contando com a opinião e palavra de profissionais envolvidos nas mesmas. Vale ressaltar que o tema trata de patologias e problemas incidentes em obras e, na maioria das vezes, as construtoras responsáveis não fornecem dados suficientes para trabalhos acadêmicos, assim como não autorizam a utilização de seus nomes e identificação das obras.

Sendo assim, a segunda etapa do estudo de caso do presente trabalho ao mesmo tempo que trata de patologias, se compromete em preservar a identidade dos envolvidos.

5.4.1. Caso 1

5.4.1.1. Descrição da obra

A edificação avaliada se situa na Zona Norte do Rio de Janeiro e teve sua construção concluída em 2015. Tem estrutura de concreto armado e as paredes envolvidas possuem alvenaria constituída por blocos de concreto e também de tijolos vazados usuais.

As alvenarias se apoiam em vigas de concreto armado e a edificação tem 4 pisos, incluindo o térreo. A altura das paredes da fachada está na ordem de 18 metros e as estruturas têm idade na ordem de 12 meses.

5.4.1.2. Avaliação de patologias

Em consulta a parecer técnico, emitido por profissional indicado, e disponibilizado na obra, pode-se constatar patologias referentes ao desprendimento de placas cerâmicas em diversos pontos da parede situada no lado nordeste da edificação, como pode ser visto na Figura 31. Em contrapartida, o lado sudoeste, que apresenta parede similar, não enfrenta esse problema.



Figura 31: Fachada nordeste apresentando descolamento de placas cerâmicas.

No parecer, não foram constatados recalques excessivos, absolutos e/ou diferenciais, na estrutura do prédio, de maneira que não há indícios que levam a crer que o problema do descolamento das peças cerâmicas esteja ligado às fundações do edifício.

No que diz respeito a pilares, nota-se que há uma variação de tensões entre os pilares da fachada nordeste. Mas estas variações existem também nos pilares na fachada sudoeste, portanto, essa não pode ser considerada a causa do problema. Também avaliou-se no parecer que as tensões nos pilares estão adequadas.

Em termos de ação do sol, pode-se dizer que ambas as paredes recebem insolação durante o dia. Na parte da manhã, a parede que sofre a ação do sol é a do lado nordeste, enquanto a parede do lado sudoeste recebe insolação na parte da tarde.

Analisando esse cenário, chegou-se a conclusão que a insolação na parede nordeste é mais crítica devido ao fato de que o aumento de temperatura se faz a partir das temperaturas superficiais atuantes à noite, ou seja, temperaturas mais baixas. Já na parede sudoeste a ação do sol se dá sobre um alvenaria com temperatura ambiente mais equalizada, o que ajuda a explicar o fato da patologia estar concentrada em apenas um lado.

Além disso, o parecer também indicou que as placas se desprenderam por aumento da força de compressão vertical aplicada sobre a mesma. Entre os fatores que explicam isso estão retração, fluência, variação de temperatura e a causa principal, flechas elevadas das vigas.

Segundo o parecer, a parede do lado nordeste recebeu uma camada de argamassa pronta que apresentou espessura da ordem de 6 cm. As cerâmicas se desprendem da parede rompendo uma ligação horizontal à tração desta argamassa. A cola entre a argamassa e a

cerâmica se mostrou adequada, pois não houve rompimento na interface entre cola e cerâmica.

A Figura 33 mostra que a ruptura de união da cerâmica se deu na argamassa de acabamento.



Figura 32: Placa retirada da fachada, evidenciando boa conexão entre a cerâmica e a argamassa de cola

Em termos de resistência à tração, o parecer indica que não se pode definir a causa determinante da patologia identificada como sendo a camada de argamassa, mesmo com a queda de resistência da mesma quando a porcentagem de água aplicada em sua superfície é muito elevada.

O parecer indica que a possível causa dessa patologia está relacionada a deslocamentos verticais por fluência da viga entre os pilares P1 e P4 com vão de 5.5 m para uma viga de dimensões de 20x40. Em contrapartida, o vão entre os pilares P2 e P3 é reduzido e tem 2.28m.

Sendo assim, o laudo indica que a causa principal é a formação de flechas nas vigas da fachada, estas esbeltas com dimensões de 20x40, assim como a pouca armadura detectada nas mesmas, apesar do fato de que a alvenaria atua neste caso com um efeito de arco, transferindo a sua carga para a região dos pilares, reduzindo a armadura necessária das vigas.

Constatou-se que a parcela da carga de alvenaria transferida aos pilares seria da ordem de 50%, representando alívio considerável no carregamento das vigas, justificando a armadura reduzida.

Para resolver a situação das flechas das vigas, o laudo sugere reforço das mesmas com a instalação de fitas de fibras de carbono. Para efetuar o reforço será necessário retirar o emboço existente lateralmente sobre as vigas do lado de dentro e de fora da edificação.

Como serão instaladas novas placas cerâmicas na parede, o parecer sugere que sejam dispostas novas juntas de dilatação, preenchidas com material elástico que não apresente resistência axial. Isso é explicado pelo fato de que essas juntas terão como função reduzir o efeito de compressão nas cerâmicas.

5.4.1.3. Considerações do Caso 1

Os pontos de descolamento das placas na fachada se dão ao longo da altura em áreas dispersas e essa ruptura se deu entre a argamassa e a argamassa colante.

Embora se possa estimar várias causas para o desprendimento da cerâmica, fica difícil definir de forma definitiva qual é a causa principal do problema constatado. Mas tudo indica que seja motivado pelas flechas elevadas das vigas da fachada tanto elásticas como de fluência. As armaduras das vigas da fachada estão muito aquém do necessário. A segurança teórica das vigas da fachada está insuficiente. A estrutura conseguiu resistir porque as alvenarias atuam como se fossem arcos transferindo as cargas para a região dos apoios. Foi sugerido reforçar as vigas da fachada.

Em resumo sugere-se que sejam reforçadas as vigas da fachada com fibra de carbono e sejam dispostas juntas de dilatação de modo a permitir que as grandes movimentações das vigas da fachada não sejam transferidas às cerâmicas.

É imprescindível que os procedimentos para aplicação das novas placas cerâmicas seja especificado adequadamente, regulando a aderência entre as peças cerâmicas e a argamassa de revestimento, uma vez que o revestimento original mostrou-se precário, projetando uma vida útil insuficiente e não condizente com o contratado.

Vale ressaltar também que o que foi constatado deve ser avaliado pela empresa responsável tecnicamente pelo projeto de estruturas da edificação, para que a mesma também emita seu parecer, concordando ou confrontando o que foi exposto no parecer utilizado como base desse estudo de caso.

5.4.2. Caso 2 – Centro Nacional de Tiro Esportivo

5.4.2.1. Descrição da obra

O Centro Nacional de Tiro Esportivo foi aberto em 2007, construído para os Jogos Panamericanos e recebeu as provas da modalidade de tiro esportivo nas Olimpíadas e Paralimpíadas em Deodoro, na Zona Oeste da cidade do Rio de Janeiro em 2016.

Também conhecido como CNTE, tem uma área existente construída de 39.283,36 m² e de 4.745,41 m² de construção do novo Estande de Finais, resultando em uma área total de 44.028,77 m², incluindo todos os pisos e tem arquibancada com capacidade para receber, um público de 3.775 lugares.

As instalações são formadas por Pedanas A, B e C, estande de 10 m, de 25 m, 50 m e de Finais, além de toda área de apoio, tais como sanitários, vestiários, telecomunicações, escritórios, salas médicas, de utilidades de energia elétrica / água potável e de concessionários.

O acesso às intermediações da obra foi gentilmente concedido ao autor por Vinícius Bayeh e Yoshiaki Yamabe, ambos profissionais da construtora responsável pela obra visitada.

Vale ressaltar que a responsabilidade da construtora pelos serviços ali executados se deu até a data de 15/04/2016, data em que ocorreu o evento teste. A partir dessa data, o local ficou sob responsabilidade da Rio 2016 e após os jogos, a manutenção ficou por conta do Exército Brasileiro.

A Figura 34 mostra a vista aérea do local, obtida através da ferramenta Google Earth.

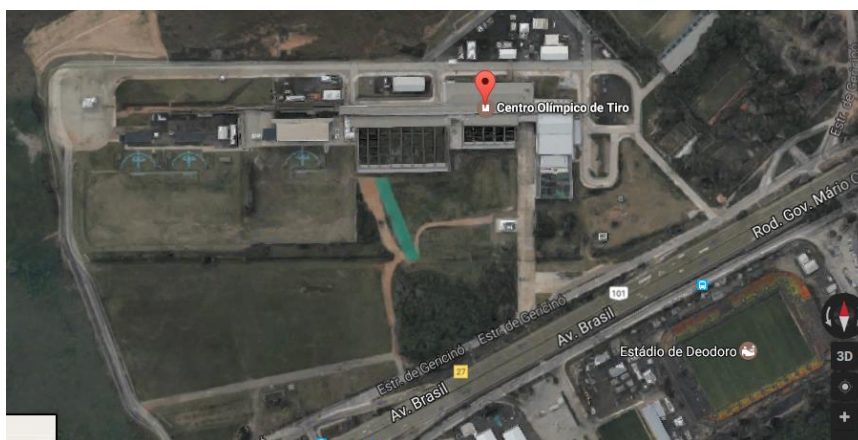


Figura 33: Imagem aérea do CNTE. Fonte: Google Earth

5.4.2.2. Avaliação de patologias

Em visita ao local, o autor do presente trabalho foi acompanhado e orientado por engenheiro que trabalha diariamente no local desde 2015. É importante ressaltar que o local visitado está em uma área altamente suscetível à ação de intempéries. Além da ação de ventos e chuva, a variação de temperatura é marcante, uma vez que o local vai de temperaturas altas, por possuir grande parte de sua extensão sem cobertura e exposta diretamente à ação do sol, à temperaturas baixas, devido à proximidade da formação montanhosa da Serra do Mendanha.

A primeira patologia observada se deu nas lajes das pedanas de tiro. O CNTE possui 3 lajes desse tipo, identificando-as como lajes A, B e C. As três lajes apresentavam fissuras e trincas não comprometedoras, porém as lajes A e B apresentavam flechas excessivas, comprometendo a segurança estrutural do elemento. A causa primária das fissuras e trincas é, segundo profissionais envolvidos na obra, a retração do concreto devido à ação de intempéries, como vento e temperaturas elevadas, uma vez que as pedanas se encontram em local aberto. Já no caso das flechas, a patologia se deu por erro de projeto.

A Figura 34 retrata parte do processo de reconstrução das pedanas.



Figura 34: Execução das pedanas

A Figura 35 mostra as novas lajes das pedanas de tiro. Já a Figura 36 mostra rachaduras na laje C que não comprometem a segurança estrutural do elemento.



Figura 35: Lajes de pedanas de tiro refeitas. Fonte: O autor



Figura 36: Rachaduras na laje de pedana. Fonte: O autor

A solução adotada para reparar a patologia foi por refazer as lajes por completo, solucionando o problema das flechas excessivas, assim como as trincas e fissuras. Nota-se que a laje C não apresentava nenhum problema estrutural aparente a ponto de tornar necessária a execução de nova laje.

Outro problema recorrente foi a acelerada degradação das estruturas de concreto, causada por intempéries, assim como má utilização. Foi necessária uma recuperação

estrutural até em áreas em que a degradação não era tão acelerada, algumas por motivos estéticos. Entretanto, em alguns locais a patologia chegava ao ponto de comprometer a segurança de usuários, com possível queda de lascas de concreto, assim como armaduras aparentes que já apresentavam sinais de corrosão.

A Figura 37 apresenta uma escada de acesso à arquibancada que, antes das intervenções, era de concreto armado. Porém, por apresentar condições inadequadas com armaduras aparentes e, devido ao curto prazo para entrega da obra, optou-se pela troca da estrutura de concreto por uma escada de aço.

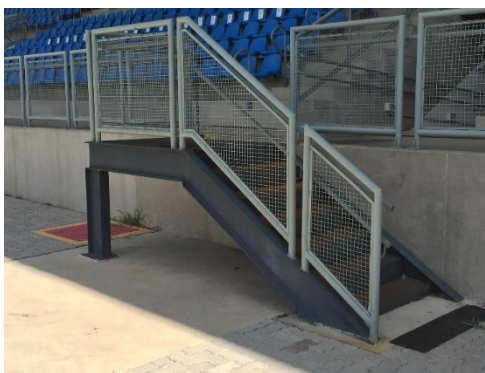


Figura 37: Escada de aço, substituindo a estrutura de concreto. Fonte: O autor

A Figura 38 apresenta fachada de prédio que também passou por recuperação. A mesma se deu por meio de avaliação de problemas estruturais, lixamento, aplicação de argamassa e pasta de concreto.



Figura 38: Fachada de prédio recuperada. Fonte: O autor

Outro problema enfrentado, ocasionado por erros e incompatibilidade de projetos, foi o dimensionamento inadequado de redes de captação de água, assim como rede elétrica, agravado, nesse caso, por utilização equivocada, com improvisos e falta de manutenção.

A solução encontrada para essa patologia foi o redimensionamento de grande parte dessas redes, com trocas de tubos, cabos, disjuntores e demais equipamentos, uma vez que a maioria não atendia às especificações pertinentes e exigências, tanto de normas técnicas como do comitê olímpico. Um exemplo do que foi exposto nesse parágrafo pode ser visto na Figura 39, que apresenta eletrocalha geral que teve que ser substituída no segundo andar do edifício.

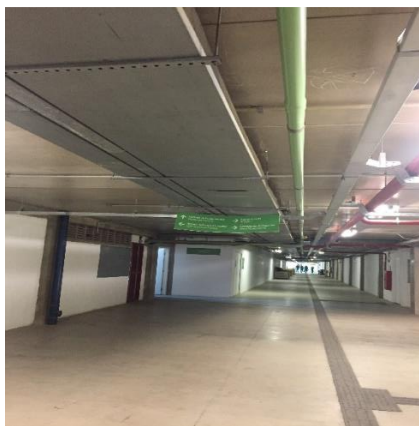


Figura 39: Eletrocalha geral no segundo andar do edifício. Fonte: O autor

A Tabela 10, fornecida no local da obra apresenta os serviços executados de maneira detalhada.

Tabela 10: Lista de serviços executados no CNTE

| Centro Nacional de Tiro Esportivo - Serviços executados |
|--|
| Execução de 5.719,86 m ² de remoção de forro de frisos de madeira |
| Execução de 1.225,47 m ² de demolição de revestimentos |
| Fornecimento e aplicação com air less de 1.198,89 m ² de inibidor de corrosão |
| Execução de serviços de 1.198,89 m ² de tratamento em armadura de aço |
| Execução de 2.574,32 m ² de lixamento de concreto aparente |
| Execução de 14.015,83 m ² de pintura sobre superfície de concreto |
| Execução de 5.200,00 m ² de pintura de piso |
| Fornecimento e montagem de 5.754,84 m ² de lambril de madeira maciça |
| Fornecimento e execução de 1.070,65 m ² de revestimento com pastilha de vidro Murvi |
| Execução de 295,05 m ² de revestimento de piso, com ladrilhos cerâmicos antiderrapante (40 x 40) cm |
| Execução de 712,31 m ² de revestimento de piso, com cerâmica (20 x 20) cm |
| Fornecimento e execução de 711,64 m ² de impermeabilização com manta asfáltica |
| Fornecimento e aplicação de 604,47 m ² em 2 (duas) demãos de impermeabilizante por cristalização |
| Execução de 1.234,89 m ² de pintura asfáltica (uma demão com 200 g/m ²) |
| Revisão, manutenção e adaptações de 22 (vinte e dois) quadros de distribuição elétrica |
| Revisão e manutenção do sistema de ar condicionado existente |
| Execução de serviços de revisão e manutenção do sistema de pressurização de água potável |
| Substituição do sistema de combate a incêndio |
| Execução de serviços de manutenção e adaptações em um sistema de pressurização existente |
| Execução de serviços de revisões e manutenção para a recuperação de duas ETE, para 1.200 e 700 pessoas |

5.4.2.3. Considerações do Caso 2

Das reuniões realizadas com profissionais envolvidos na obra foi possível verificar que grande parte das patologias se deu por erros de projeto, seja por erros de premissa ou incompatibilidade de projetos, assim como problemas com utilização inadequada e manutenção muitas vezes inexistente.

Foram tomadas medidas no sentido de solucionar esses problemas, até por se tratar de um local que passaria por forte exposição com os Jogos Olímpicos Rio 2016, oferecendo ao complexo como um todo um aspecto mais estético e seguro. Entretanto, verificou-se que, após todas essas intervenções e a normalização de todos os elementos, o CNTE novamente não está recebendo os cuidados necessários, com o intuito de preservar o legado deixado.

5.5. Considerações finais

Após avaliação dos resultados obtidos com as duas etapas do estudo de caso, verifica-se conexão entre ambas.

Enquanto a primeira etapa consistiu em consultar a opinião de estudantes de Engenharia Civil, a segunda etapa contou com a palavra de profissionais já estabelecidos na área. A conexão entre essas partes se dá de maneira que as patologias verificadas nas edificações estudadas na segunda etapa podem ser causadas pelo que foi exposto pelos alunos no exercício aplicado.

Tanto na obra do Caso 1, quanto o CNTE, que compõe o Caso 2 da segunda etapa do estudo de caso desse projeto, verificaram-se causas enumeradas na primeira etapa, de maneira que desqualificação de mão de obra e erros em projetos são exemplos de causas de

patologias que podem ser utilizadas para explicar os problemas presentes nas obras da segunda etapa. Outras causas listadas na primeira etapa, que se fizeram presentes na segunda, são a má gestão de recursos e a falta de planejamento adequado.

6. CONCLUSÕES

Após a realização desse trabalho, evidenciou-se o papel de grande importância do setor da construção civil para o crescimento econômico do país, explicitando a relevância do tema estudado. Todavia foi possível concluir que o problema de patologias em obras de construção civil ainda persiste no cenário em que estamos inseridos.

Vale ressaltar que ao longo dos últimos anos, a questão da qualidade no setor tem recebido crescente atenção pelas partes envolvidas, fazendo parte integrante do processo produtivo. Sendo assim, a tendência é que cada vez mais se tenha uma visão voltada a ações preventivas, a fim de antever e evitar patologias, ao invés de visão corretiva, em que só há a manifestação de responsáveis quando a patologia é formada.

Entretanto, é equivocado pensar que a qualidade dos produtos é garantida única e exclusivamente pela padronização de processos, apesar do fato de que essa iniciativa se mostra fundamental. Em obras que apresentam patologias construtivas podem ser identificados não apenas erros técnicos, como erro de projeto, mas também erros de gestão, erros de caráter humano, se fazendo necessária, além da padronização de procedimentos citada anteriormente, uma gestão adequada do processo como um todo.

Como evidenciado no estudo de caso, é de fundamental importância que na etapa de projeto, assim como em todas as etapas do processo produtivo, o foco principal esteja na obtenção de qualidade, devido à grande incidência de patologias decorrentes de falhas e descuidos nessa etapa, comprometendo a qualidade final do produto e condicionando o nível de satisfação do cliente.

Constatou-se que há grande variedade na tipologia de patologias, podendo surgir em diversas etapas construtivas e serem causadas por uma série de fatores. Cada caso deve ser avaliado de maneira criteriosa com o intuito de definir a melhor abordagem possível para solução do problema. Verificou-se também que as maiores causas de reclamações de consumidores são nas áreas de instalações, hidráulicas e elétricas, assim como impermeabilizações e pintura.

Para trabalhos futuros, sugere-se que seja feito um estudo em relação aos custos relacionados aos reparos de patologias de acordo com a sua tipologia, assim como a incidência por etapa construtiva. Também seria interessante obter dados relacionados à maior ou menor incidência de determinadas patologias com o passar dos anos, a fim de realizar avaliação se determinado tipo de patologia está piorando ou sendo extinto. Por fim, acredito que seria benéfico que fossem realizados encontros periódicos entre profissionais capacitados, onde haveria uma discussão sobre a aplicação de ferramentas de gestão da qualidade, visando a melhora contínua do cenário de patologias em obras.

Tratando-se de um tema delicado, em que construtoras na maioria dos casos não aceitam expor falhas em seus processos produtivos, acredito que seria interessante mudar essa cultura. Caso houvesse maior exposição, mais fácil seria a obtenção de dados para estudos e desenvolvimento de teses com o intuito de cada vez mais mitigar problemas tão recorrentes em um setor de suma importância.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas). NBR 5674. **Manutenção de edificações** - Procedimento, 2012.

_____. NBR 6118. **Projeto de estruturas de concreto** - Procedimento, 2014.

_____. NBR 7200 – **Execução de revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas** – Procedimento. Rio de Janeiro. 1998.

_____. NBR 12654. **Controle tecnológico de materiais componentes do concreto** - Procedimento, 2000.

_____. NBR 12655. **Concreto de cimento Portland - Preparo, controle, recebimento e aceitação** - Procedimento, 2015.

_____. NBR 13749 – **Revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas** – Especificação. Rio de Janeiro. 2013.

_____. NBR 14040. **Gestão ambiental - Avaliação do ciclo de vida - Princípios e estrutura** - Procedimento, 2001.

_____. NBR 14931. **Execução de estruturas de concreto** - Procedimento, 2004.

_____. NBR 15575-1. **Edificações habitacionais – Desempenho Parte 1: Requisitos Gerais** - Procedimento, 2013.

ALVES, J. R. **Levantamento das Manifestações Patológicas em Fundações e Estruturas nas Edificações, com até dez anos de idade, executadas no estado de Goiás.** Goiânia-GO, Universidade Federal de Goiás – UFG. 2009.

ANDRADE, T.; SILVA, A. J. C. **Patologia das Estruturas**. In: ISAIA, Geraldo Cechella (Ed.). **Concreto: ensino, pesquisa e realizações**. São Paulo: IBRACON, 2005.

BARBOSA, R. R. **Patologia de fachadas**. 2005, 73f. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Civil) - Universidade Anhembi Morumbi, São Paulo, 2005

BAUER, L. A. Falcão. **Materiais de construção**. 5 ed. Rio de Janeiro: LTC, 2008.

BERNARDES, C.; ARKIE, A.; FALCÃO, C. M.; KNUDSEN, F.; VANOSI, G.; BERNARDES, M.; YAOKITI, T. U. **Qualidade e custo das não conformidades em obras de construção civil**. 1. ed. São Paulo: Pini, 1998.

BORGES, C. A., 2010. Disponível em: <http://www.terra.com.br/virtualbooks/feedbooks/pot/Lpor2/navionegreiro.htm>. Acesso em: 07/12/2016, 10:50:30

BRASIL. **Novo Código civil, de 10 de janeiro de 2002**. Disponível em: <http://wwwt.senado.gov.br>. Acesso em 04 de Janeiro de 2016, 10:25:15

CASCUDO, O. **Inspeção e Diagnóstico de Estruturas de Concreto com Problemas de Corrosão da Armadura**. In.: **Concreto: Ensino, Pesquisa e Realizações**. Editor: Geraldo Cechella Isaia. São Paulo: IBRACON, 2005.

CORRÊA, Ederson Souza. **Patologias decorrentes de alvenaria estrutural**. Pará, 2010.

COUTO, J. P.; COUTO, A. M. **Importância da revisão dos projectos na redução dos custos de manutenção das construções**. In: CONGRESSO CONSTRUÇÃO 2007, 3, 2007, Coimbra, Portugal. Universidade de Coimbra, 2007.

DAL MOLIN, D.C.C. **Fissuras em estruturas de concreto armado: análise das manifestações típicas e levantamento de casos ocorridos no estado do Rio Grande do Sul.** Tese de M. Sc. – Curso de Pós Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1988.

DANA, F.; BRITO, R. **Bike lane falls in Brazil Olympic city, killing at least 2.** Rio de Janeiro, 2016

DO CARMO, Paulo Obregon. **Patologia das construções.** Santa Maria, Programa de atualização profissional – CREA – RS, 2003.

FIORITO, Antonio J.S.I. **Manual de argamassas e revestimentos: estudos e procedimentos de execução.** 2 ed. São Paulo: PINI, 2009

FONTES, R. (2000). ARBEX, Marcelo A . Desemprego e Mercado de Trabalho: Ensaio Teóricos e Empíricos. Viçosa: Editora UFV

GONÇALVES, E. A. B., **Estudo de Patologias e suas Causas nas Estruturas de Concreto Armado de Obras de Edificações,** Projeto de Graduação, UFRJ, Escola Politécnica, Curso de Engenharia Civil, Rio de Janeiro, 2015.

HELENE, P. R. L. Introdução da vida útil no projeto das estruturas de concreto. WORKSHOP SOBRE DURABILIDADE DAS CONSTRUÇÕES. São José dos Campos, 2001.

IBGE. Disponível em: <http://censo2010.ibge.gov.br/>. Acesso em: 12/12/2016, 11:23:45

JONOV, C. M. P. **Manifestações patológicas nas edificações - Curso de especialização em construção civil.** UFMG, 2016

KONSHINSKI, V. Disponível em:
<http://olimpiadas.uol.com.br/noticias/redacao/2016/06/10/maracana-precisa-de-nova-iluminacao-para-rio-2016-governo-arca-com-r-6-mi.htm>. Acesso em 16/12/2016, 10:38:48

KURESKI, R.; RODRIGUES, R. L.; MORETTO, A. C.; SESSO FILHO, U. A.; HARDT, L. P. A. **O macrossetor da indústria da construção civil na economia brasileira em 2004**. Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 8, n. 1, p. 7-19, jan./mar, 2008.

MANZATO. Disponível em: <http://www.manzato.com.br>. Acesso em: 12/12/2016, 11:13:25

MARCELLI, M. Sinistros na construção civil: causas e soluções para danos e prejuízos em obras - São Paulo: Pini, 2007.

MILITISKY, J. CONSOLI, C. N. SCHNAID, F. **Patologia das Fundações**. Edição 01 São Paulo-SP. Oficina de Textos. 2005.

MOBUSS. Disponível em: <http://www.mobussconstrucao.com.br/blog/2015/06/o-papel-da-inovacao-nos-projetos-da-construcao-civil/>. Acesso em: 16/12/2016, 09:10:13

OLIVEIRA, D. F., **Levantamento de Causas de Patologias na Construção Civil**, Projeto de Graduação, UFRJ, Escola Politécnica, Curso de Engenharia Civil, Rio de Janeiro, 2013.

PASSOS, A. G.; MACIEL, M. A. C.; DORIA, M. R.; OLIVEIRA, R. B.; RUSSO, S. L. **Análise estatística da evolução do produto interno bruto da indústria da construção civil brasileira utilizando regressão linear simples**. Revista GEINTEC. São Cristóvão/SE, v. 2, n. 5, p. 505-514, 2012.

QUEIROZ, R. O. **Patologia em fachadas construídas com revestimento de argamassa**. 2007, 89f. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Civil) – Universidade Anhembi Morumbi, São Paulo.

RIFKIN, J. (2001). Fim dos Empregos: O Declínio Inevitável dos Níveis dos Empregos e a Redução da Força Global de Trabalho. São Paulo: Ed. Makron Books.

RODRIGUES, A. C., **Levantamento das principais manifestações patológicas em edificações residenciais de uma construtora de Porto Alegre**, Projeto de Graduação, UFRGS, 2013.

SABBATINI, F. H.; BAÍA, L. L. M. **Projeto e execução de revestimento de argamassa**. São Paulo: O Nome da Rosa, 2000.

SANTOS, A. Disponível em: <http://www.cimentoitambe.com.br/das-50-maiores-obras-no-mundo-14-estao-no-brasil/>. Acesso em: 16/12/2016, 09:40:15

SEBRAE (1995). Administração de Recursos Humanos na Construção Civil. Curitiba-PR: Editora SEBRAE-PR/SINDUCON-PR.

SOARES, J. M. D. **Patologia das Fundações**. Disponível em < <http://www.ebah.com.br/content/ABAAAA75QAH/patologia-das-fundacoes> >. Acesso em outubro de 2013.

SOUZA, B. A.; OLIVEIRA, C. A. C.; SANTANA, J. C. O.; NETO, L. A. C. V.; SANTOS, D. G. **Análise dos indicadores pib nacional e pib da indústria da construção civil**. Revista de Desenvolvimento Econômico, Salvador, v. 17, n. 31, p. 140-150, jan./jun. 2015

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

SCHWIRCK, I. A. **Patologia das Fundações**. Universidade do estado de Santa Catarina – UDESC, Joenvile-SC. 2005.

TEIXEIRA, L. P.; CARVALHO, F. M. A. **A construção civil como instrumento do desenvolvimento da economia brasileira**. Revista Paranaense de Desenvolvimento, Curitiba, n. 109, p. 9-26, jul./dez. 2005.

THOMAZ, E. (2002). Tecnologia, Gerenciamento E Qualidade Na Construção. São Paulo: Editora PINI, 1ª Edição, 2ª Tiragem.

THOMAZ, Ercio. Trincas em edifícios: causas, prevenção e recuperação. 1 ed. São Paulo: PINI, 1989.

TINOCO, J. E. L. **Telhados tradicionais – Patologias, reparos e manutenção**. Centro de estudos avançados da conservação integrada – Olinda, 2007.

TSCHOHL J.A., **Satisfação do Cliente: Como Alcançar a Excelência através do Serviço ao Cliente**. São Paulo: Makron, 1996.

VAZ, T. **As 20 construtoras com melhores e piores resultados**. Disponível em <<http://exame.abril.com.br/negocios/as-20-construtoras-com-os-melhores-e-piores-resultados/>>. Acesso em Janeiro de 2017.

VAZQUEZ, E. G.; SANTOS, V. A. L. **Estudo estatístico de patologias na pós-entrega de empreendimentos imobiliários**. XIII Encontro Nacional de Tecnologia de Ambiente Construído, 2010.

VENDRAMETO, O.; FRACCARI, P. L.; BOTELHO, W. C. **A inovação tecnológica na construção civil e os aspectos humanos**. XXIV Encontro Nac. de Eng. de Produção - Florianópolis, SC, Brasil, 03 a 05 de nov de 2004

VERÇOZA, Ê. J. **Patologia das Edificações**. Porto Alegre-RS: Sagra. 1991. Disponível em: <<http://equipeobra.pini.com.br/construcao-reforma/41/artigo239476-1.aspx>>, Acesso em novembro de 2013.