

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ

KAIQUE COSTA DE OLIVEIRA

**ANÁLISE DA CARACTERÍSTICA E PATOLOGIA DE FUNDAÇÕES DE
EDIFÍCIOS ATRÁVES DOS ESTUDOS DE CASO**

GUARAPUAVA

2022

KAIQUE COSTA DE OLIVEIRA

**ANÁLISE DA CARACTERÍSTICA E PATOLOGIA DE FUNDAÇÕES DE
EDIFÍCIOS ATRÁVES DOS ESTUDOS DE CASO**

**Analysis of the characteristics and pathology of building foundations
through case studies**

Trabalho de conclusão de curso de graduação
apresentada como requisito para obtenção do
título de Bacharel em Engenharia Civil da
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
(UTFPR).

Orientador(a): Marcela Maier Farias Czap

GUARAPUAVA

2022



[4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)

Esta licença permite remixe, adaptação e criação a partir do trabalho, para fins não comerciais, desde que sejam atribuídos créditos ao(s) autor(es). Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.

KAIQUE COSTA DE OLIVEIRA

**ANÁLISE DA CARACTERÍSTICA E PATOLOGIA DE FUNDAÇÕES DE
EDIFÍCIOS ATRÁVES DOS ESTUDOS DE CASO**

Trabalho de conclusão de curso de graduação
apresentado como requisito para obtenção do
título de Bacharel em Engenharia Civil da
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
(UTFPR).

Data de aprovação: 28/JUNHO/2022

Marcela Maier Farias Czap
Mestrado em Engenharia Civil
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Dyorgge Alves Silva
Mestrado em Engenharia Civil
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Luiz Fernando Sequinel
Graduação em Engenharia Civil
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

GUARAPUAVA

2022

Agradecimentos

Primeiramente, agradeço a minha família por me ensinarem valores essenciais à vida, como humildade, honestidade e educação, me guiando através das escolhas para sempre seguir pelo caminho correto, por me apoiarem em minhas decisões e quando estive em dificuldades. Esta conquista não é só minha, mas, em parte, é deles. A minha namorada, que esteve ao meu lado nestes últimos anos, sempre muito otimista e me deixando tranquilo, a ela todo meu carinho.

Aos meus colegas de faculdade, pelos ensinamentos, oportunidades, apoio que obtive para desempenhar minhas funções e pelo apoio no desenvolvimento deste trabalho. Gostaria de agradecer também aos professores da instituição, que também são responsáveis pela minha formação pessoal e profissional, mas, principalmente, a minha orientadora, professora pelo qual aprendi a respeitar e admirar pelo trabalho realizado na instituição desde o começo do curso de Engenharia Civil da UTFPR, dedicando seu tempo a este projeto, que por meio de seu conhecimento me auxiliou com muita competência, sempre paciente e ajudando a solucionar minhas dúvidas.

Resumo

A falta de referências normativas e metodologias a serem seguidas quando se trata de patologias em fundações da edificação, desde a suspeita do problema devido à existência de manifestações patológicas, como trincas, fissuras e rachaduras, até o desempenho esperado nas sondagens feitas na interação entre solo e a recuperação adotada da estrutura de fundação da edificação, motivou a realização deste trabalho de conclusão de curso, que foi desenvolvido uma sistematização dos problemas encontrados em estudos de caso em fundações, discutindo suas causas, propondo alternativas durante as etapas do processo de concepção de uma edificação, procurando tratar os temas de forma simples, com a finalidade de alertar os profissionais de engenharia civil. E, assim, catalogar as patologias encontrada nas fundações das edificações e indicar os problemas comuns encontrados adotando como referência estudos de caso. A metodologia teve como objeto de estudo as pesquisas e análise através de deduções das hipóteses causadoras, possíveis alternativas de intervenção geradas a partir do diagnóstico e planos de intervenção para as manifestações patológicas encontradas nos estudos de caso.

Palavras-chave: Patologia; Fundações; Reforço; Desempenho.

ABSTRACT

The lack of normative references and methodologies to be followed when it comes to pathologies in building foundations, from the suspicion of the problem due to the existence of pathological manifestations, such as cracks, fissures and cracks, to the expected performance in soundings made in the interaction between soil and the adopted recovery of the foundation structure of the building, motivated the accomplishment of this course conclusion work, which was developed a systematization of the problems found in case studies in foundations, discussing their causes, proposing alternatives during the stages of the design process of a building, trying to deal with the issues in a simple way, with the purpose of alerting civil engineering professionals. And, thus, catalog the pathologies found in the foundations of buildings and indicate the common problems encountered, adopting case studies as a reference. The methodology had as its object of study the research and analysis through deductions of the causative hypotheses, possible intervention alternatives generated from the diagnosis and intervention plans for the pathological manifestations found in the case studies.

Keywords: Pathology; Foundations; Reinforcement; Performance.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Tipos de Curvas de Desempenho	19
Figura 2– Incidência dos tipos de manifestações patológicas do Rio Grande do sul	21
Figura 3 – Origem das Patologias Relacionadas às Etapas de Concepção do Edifício	30
Figura 4 – Fachada Leste do Edifício Residencial	38
Figura 5 – Fachada e Lateral da Edificação	39
Gráfico 1 – Os Tipos de Estudo de Pesquisa	41
Gráfico 2 – As principais Patologias Relacionadas dos Estudos	42
Figura 6 – Rachadura do Painel do Quarto Suíte	43
Figura 7 – Realização do Reforço com Estaca Mega	44
Gráfico 3 – As Fundações Adotada em Projeto.....	46

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Percentual das principais causas de patologias na construção civil.....	20
--	----

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
NBR	Normas Brasileiras
UTFPR	Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Sumário

1. INTRODUÇÃO	13
1.1. Justificativa da pesquisa	14
1.2. Objetivo da pesquisa	14
1.2.1. Objetivo geral.....	14
1.2.2. Objetivos específicos.....	15
1.3. Estrutura da pesquisa	15
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	17
2.1. Conceito de patologia das construções	17
2.2. O conceito de desempenho	17
2.2.1. Vida útil e durabilidade.....	18
2.3. O conceito de manutenção	19
2.4. Tipos de patologias da construção civil	20
2.4.1. Patologia das estruturas de concreto armado.....	22
2.4.2. Patologia dos revestimentos.....	23
2.4.3. Patologia das impermeabilizações.....	24
2.4.4. Patologia das alvenarias.....	26
2.5. Patologia em Fundações	27
2.5.1. Recalque em Fundações.....	28
2.5.1.1. Tipos de recalques.....	28
2.5.1.2. Recalque por adensamento.....	29
2.5.1.3. Recalque elástico.....	29
2.5.1.4. Recalque por escoamento lateral.....	29
2.6. Principais causas dos problemas patológicos	29
2.6.1. Manifestações durante a concepção do projeto.....	31
2.6.2. Manifestações durante a construção.....	32
2.6.3. Manifestações durante a utilização.....	32
2.7. Análise dos reforços das estruturas	34
3. METODOLOGIA	36
3.1. Coleta de Dados	37
3.2. Estudos de casos	37
3.3. Critérios adotados de parâmetro para diagnóstico	38
4. ANÁLISE DOS RESULTADOS	41
4.1. Análise dos resultados	41
4.2. Tipologia da Pesquisa	41

4.3. Diagnóstico do tipo de patologia	42
4.4. Alternativas de reforços	43
4.5. Fundação Adotada.....	45
5. CONCLUSÕES.....	47
REFERÊNCIA	49
APÊNDICE A – Tabela de Análise de Dados.....	55

1. INTRODUÇÃO

A estrutura de fundação é um dos componentes principais de uma edificação, pois é o elemento responsável por transmitir as cargas para o solo. A estrutura bem projetada e executada é uma garantia de estabilidade da construção, a qual é submetida a diversos tipos de esforços e carregamento. Por isso, a transferência dos esforços deve ser realizada com segurança em relação à ruptura e prevendo recalques compatíveis com a estrutura, pois esta quando corretamente dimensionada e executada, garante a funcionalidade e a solidez da edificação.

As etapas de construção de uma edificação se baseiam na concepção, com a ideia inicial, planejamento prévio, projeto, produção de materiais, execução das partes da edificação e, por fim, uso. Nessas etapas, podem ocorrer falhas dos mais variados, que acabam gerando problemas. O gerenciamento destas etapas e a melhoria constante do processo através do controle de qualidade e desenvolvimento de novas tecnologias e técnicas é desafio constante na engenharia civil (HELENE, 2003).

Normalmente as manifestações patológicas nas fundações estudadas e avaliadas apenas quando apresentam problema de relevância alta para manter a segurança da estrutura e, por este motivo, não há uma preocupação ativa sobre o tema ao decorrer da sua vida útil. Esta realidade, na área técnica, pode se apresentar na forma de desastres de grandes dimensões, que poderiam ser minorados ou evitados apenas com pequenas precauções e mudanças de pensamentos.

Valente, Silva e Calixto (2009) citam que a realidade da construção civil no Brasil apresenta um grande número de edificações com manifestações patológicas, que podem ter suas origens nas etapas de planejamento, projeto, execução, uso ou manutenção dos edifícios.

As manifestações patológicas em fundações, assim como na edificação de um modo geral, podem ocorrer em qualquer fase da obra, estas, por sua vez, derivam de deformações ocasionadas devido ao movimento da estrutura do solo, as quais podem ser ocasionadas nas fases de investigação do subsolo, análise

e projeto das fundações, execução das fundações, eventos pós-conclusão das fundações, degradação dos materiais constituintes das fundações (MILITITSKY; CONSOLI; SCHNAID, 2015).

Assim, o presente trabalho será feito uma pesquisa bibliográfica em trabalhos acadêmicos selecionados sobre o tema que aborda as etapas que envolvem o problema de patologias encontrados nas fundações das edificações, desde a suspeita do problema devido à existência das patologias, como trincas, fissuras e rachaduras e a recuperação adotada da estrutura de fundação da edificação.

1.1. Justificativa da pesquisa

O objetivo principal do trabalho é catalogar os problemas patológicos mais comuns nas fundações das edificações, discutindo suas causas, propondo alternativas durante as etapas do processo de concepção de uma edificação, procurando tratar os temas de forma simples, com a finalidade de alertar os profissionais de engenharia civil, abordando de forma sucinta causas e efeitos do mau dimensionamento e falta de planejamento na implantação de edificações com os mais variados fins.

A escolha adequada de um programa de controle da qualidade minimiza a possibilidade de ocorrência de falhas durante as etapas de execução da obra, mostrando-se de grande valia para o não surgimento de problemas patológicos. O controle de qualidade deve acontecer durante todas as etapas da construção, não somente na fabricação e usinagem das matérias primas utilizadas no canteiro. Os processos construtivos, bem como a utilização de um manual de uso e manutenção da edificação, previnem em grande parte o surgimento de manifestações patológicas nos edifícios (CBIC, 2013).

1.2. Objetivo da pesquisa

1.2.1. Objetivo geral

Sistematizar as patologias encontradas nas fundações das edificações selecionadas por meio de pesquisa bibliográfica, indicando os problemas comuns nelas encontrados.

1.2.2. Objetivos específicos

- Investigar dados de estudos de caso para patologias em edifícios residenciais selecionados;
- Analisar os resultados das possíveis causas patológicas predominantes em cada estudo de caso;
- Entender os principais problemas patológicos comuns para fundações em edifícios de grande porte;
- Investigar os riscos da patologia para a fundação que não seguem a recomendação da NBR 15575 – 2 (2013).

1.3. Estrutura da pesquisa

O capítulo 2 desta pesquisa traz uma revisão bibliográfica onde são abordados diversos temas sobre patologias na construção civil, começando pela definição de fatores que afetam diretamente o âmbito de patologias da construção. Na sequência, definem-se as manifestações patológicas encontradas nas edificações que são objeto de estudo, exemplificando a metodologia de análise de problemas patológicos na engenharia civil.

A metodologia utilizada para o desenvolvimento da pesquisa é mencionada no capítulo 3, a qual visa reconhecer os principais problemas patológicos das fundações das edificações, identificar os métodos de recuperação que possam ser aplicados na fundação e demais métodos utilizados para obtenção dos objetivos propostos.

O capítulo 4 e 5 deste trabalho de conclusão de curso traz a análise dos dados coletados através da organização do quantitativo de manifestações catalogadas, separados por elemento construtivo, a fim de sistematizar a formulação do diagnóstico e direcioná-lo para os elementos que possuem seu desempenho a níveis mais baixos.

Após a organização dos dados coletados em estudos, aplicou-se a metodologia de resolução de problemas mencionada na revisão bibliográfica, gerando um diagnóstico dos problemas encontrados em cada elemento

construtivo, a fim de criar hipóteses de intervenção conforme a gravidade das patologias.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Conceito de patologia das construções

Patologias das construções é a área da engenharia civil que analisa o desempenho insatisfatório de elementos que compõem uma edificação; desempenho este atualmente regido por normas técnicas. O estudo do defeito em questão é o que trata o ramo de patologias, fazendo uma análise através dos seus tipos de manifestações, causas e origens. A engenharia utiliza o termo para sistematizar a área de estudo das origens e mecanismos de ocorrência das diversas falhas que afetam aspectos estruturais e estéticos de uma edificação (CREMONINI, 1988).

As causas de ocorrência dos fenômenos patológicos podem ser as mais diversas, desde o envelhecimento natural, acidentes, irresponsabilidade de profissionais e usuários que optam pela utilização de materiais fora das especificações ou não realizam a manutenção correta da estrutura, muitas vezes por razões econômicas. (RIPPER; SOUZA, 1998).

Na construção civil, os problemas que se manifestam com mais frequência, como por exemplo, fissuras em elementos estruturais e trincas de revestimento, podem ser divididos em simples e complexos. Para problemas de natureza simples, admite-se uma padronização, podendo estes ser resolvidos sem que o profissional possua conhecimentos muito avançados. Já os de natureza complexas, requerem conhecimentos avançados sobre o tema em questão e para tais análises cabe o uso de ferramentas de análise de problemas, que visam auxiliar o profissional no diagnóstico da situação (RIPPER; SOUZA, 1998).

2.2. O conceito de desempenho

O significado de desempenho para produção de edifícios tem relação com os componentes que atendam determinadas exigências durante suas vidas úteis. Durante o processo de construção, para que sejam satisfeitas as exigências e as normas técnicas vigentes, são determinadas responsabilidades

a cada profissional envolvido no empreendimento. Segundo a norma técnica NBR 15575 (ABNT, 2013), cabe aos profissionais e serviços auxiliares o repasse de informações que possam ou não trazer riscos à elaboração e entrega do produto final (THOMAZ, 1989).

O entendimento de desempenho para o comportamento em uso de uma edificação e de seus sistemas poderá variar de um local para outro e de um usuário para outro, mudando em função das condições de exposição e do desenvolvimento do trabalho nas etapas de projeto, construção e manutenção. O desempenho irá depender das condições de exposição a que a obra está sujeita, tal exposição é tida como o conjunto de ações atuantes sobre a edificação, incluindo cargas gravitacionais, ações externas e ações resultantes da ocupação (THOMAZ, 1989).

Pode-se dizer ainda que no que tange ao desempenho de edificações, que se em certo momento da vida útil de determinado elemento este apresentar desempenho fraco, não significa que ele esteja necessariamente condenado. A avaliação desta situação talvez seja o objetivo maior da patologia das construções, tendo em vista que este é o momento que requer intervenção técnica, de forma que ainda seja possível reabilitar a estrutura, postergando sua vida útil (RIPPER; SOUZA, 1998).

2.2.1. Vida útil e durabilidade

A ideia de uma construção durável é decorrente de um conjunto de decisões e procedimentos adotados nas fases preliminares do projeto, levados em conta desde o planejamento inicial. Tais decisões são as que garantem à estrutura e aos materiais um desempenho satisfatório durante sua vida útil e os parâmetros que definem um adequado sistema de qualidade e produção são os mesmos que definem a durabilidade do edifício (RIPPER; SOUZA, 1998).

O termo durabilidade expressa o período esperado em que um produto tem potencial de cumprir as funções a que foi destinado, num patamar de desempenho igual ou superior àquele pré-definido. Para tanto, há necessidade de correta utilização, bem como de realização de manutenções periódicas em

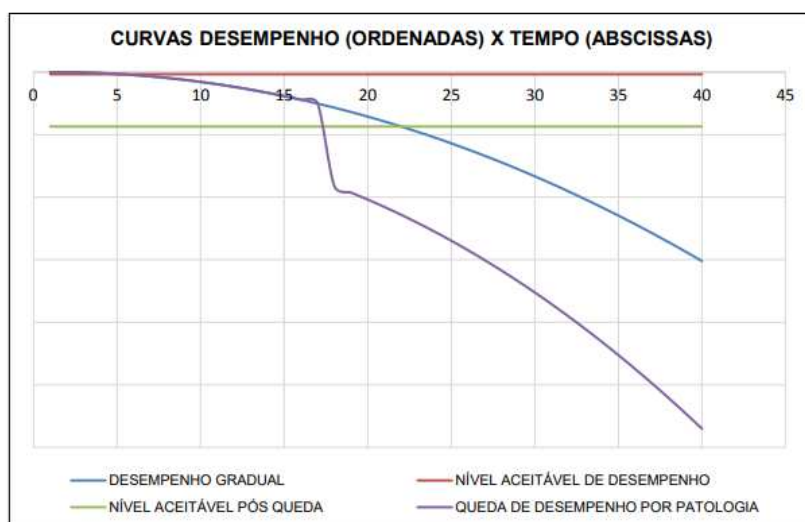
estrita obediência às recomendações do fornecedor do produto, sendo que as manutenções devem recuperar parcialmente a perda de desempenho resultante da degradação. Diz-se então que durabilidade é a capacidade da edificação de desempenhar suas funções ao longo do tempo, sob condições de uso e manutenção previamente especificadas (CBIC, 2013).

2.3. O conceito de manutenção

Entende-se por manutenção o conjunto de atividades necessárias à garantia do desempenho, atendendo a níveis aceitáveis, ou seja, é o conjunto de rotinas que tem por finalidade o prolongamento da vida útil do projeto, a um custo o mais compensador possível. A manutenção de estruturas é tida como um dos processos que compõem a construção de uma edificação, tão importante quanto à execução do mesmo, para contribuir com o não surgimento de patologias (RIPPER; SOUZA, 1998).

As edificações atuais são compostas pelos mais variados materiais e cada componente que constitui um sistema construtivo reage de maneira diferente quando exposto às condicionantes do ambiente. Visto isso, pode-se concluir que os níveis de desempenho de determinados componentes da edificação tendem a decair conforme as reações físicas e químicas atuantes sobre o material em questão, conforme exemplificado na Figura 1 (CREMONINI, 1988).

Figura 1 – Tipos de curvas de desempenho



Fonte: Adaptado pelo autor de Cremonini (1998, p.24)

A curva roxa mostra o caso de uma edificação que sofreu uma perda repentina de desempenho causada por algum fator externo não previsto durante as fases de projeto e execução da edificação, como a desagregação do concreto e corrosão de armaduras, por exemplo a curva azul é o exemplo de desempenho de uma edificação que apresenta queda desde sua concepção, fator causado por falhas de projeto ou má execução em algum processo construtivo. Nota-se que conforme a curva apresentada, o nível mínimo de desempenho é diferente, sendo menor quando os problemas possuem causas externas (CREMONINI, 1988).

Santos Filho, Sposto e Melo (2014, p.2) enfatizam que:

A vida útil de projeto (VUP) da edificação só poderá ser atingida no caso do seu uso correto e adoção de eficientes processos de manutenção, obedecendo fielmente o que estiver estipulado no Manual de Uso, operação e manutenção da edificação (NBR 15575: ABNT 2013). Quando não há manutenção adequada, a edificação passa por um processo de envelhecimento precoce comprometendo diversos fatores de caráter estético, social e econômico, além da perda do desempenho e riscos ao seu usuário.

2.4. Tipos de patologias da construção civil

Uma classificação das principais causas de ocorrência de problemas patológicos, em função do tipo de falha cometida, é apresentada na Tabela 1 disposta a seguir:

Tabela 1 – Percentual das principais causas de patologias na construção civil

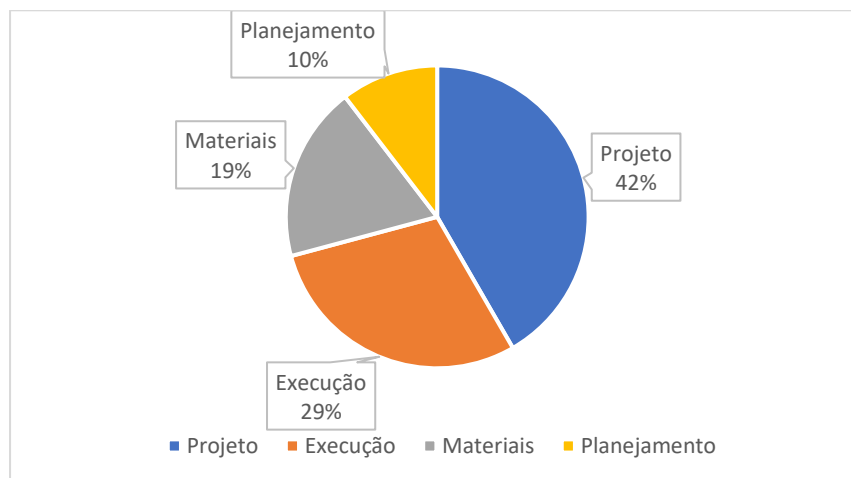
TIPOLOGIA	PERCENTUAL (%)
Causas diversas	1,6%
Disposições defeituosas	2,5%
Erros de concepção	3,5%
Fenômenos químicos	4,0%
Erros nas hipóteses de cálculo e uso dos materiais	8,5%
Falhas de execução	16,5%
Deformações excessivas e sobrecargas	19,7%
Falhas resultantes de variações dimensionais	43,7%

Fonte: Adaptado pelo autor de Do Carmo (2003, p. 06).

Ainda pode-se citar como principais agentes causadores de patologias de origem endógena na construção civil, ou seja, originadas por fatores inerentes à própria edificação, falhas decorrentes de projetos 36% a 49%, falhas de execução 19% a 30%, falhas de componentes 11% a 25% e de utilização 9% a 11% (GNIPPER; MIKALDO JR, 2007).

Quantificar a periodicidade de problemas patológicos em determinadas regiões e revisar as informações obtidas é um trabalho que requer uma pesquisa aprofundada e uma análise dos dados coletados. Para resumir o aparecimento de manifestações patológicas e condensar o levantamento em dados acessíveis, pode-se citar um estudo realizado por Dal Molin (1998) em edificações inseridas no estado do Rio Grande do Sul. As conclusões deste levantamento indicaram que a maior incidência de patologias na região sul do Brasil está relacionada à fissuração de elementos estruturais, de vedação da estrutura bem como a umidade causadora de falhas na impermeabilização. O levantamento de defeitos mais comuns, pode ser analisado na Figura 2 (DAL MOLIN, 1988).

Figura 2 – Incidência dos tipos de manifestações patológicas do Rio Grande do sul.



Fonte: Adaptado pelo autor de Dal Molin (1988, p. 127).

Cada edifício possui uma resistência característica à ação de cada um dos agentes agressivos. A edificação pode ser imune contra alguns agentes agressivos de baixa intensidade, mas não imune a agentes agressivos de alta intensidade. Tais agentes estão diretamente relacionados com as condições climáticas e variáveis sazonais da região onde a edificação se encontra, podendo

ser altos ou baixos. Como exemplo, podem-se citar fissuras decorrentes de expansão térmica das armaduras, comumente vistas em nossa região, onde as variações de temperatura durante o ano podem variar entre 30° e 35° C (DAL MOLIN, 1988).

2.4.1. Patologia das estruturas de concreto armado

O concreto armado foi considerado durante muitos anos um material perene, que não necessitava de cuidados ao longo de sua vida, dispensando a manutenção. Recentemente este conceito passou a ser revisto, levando em consideração a grande quantidade de edificações com problemas de degradação em componentes estruturais (HELENE, 2003).

Conforme Thomaz:

A atuação de sobrecargas pode produzir a fissuração de componentes estruturais, tais como pilares, vigas e paredes. Estas sobrecargas atuantes podem ter sido consideradas no projeto estrutural, caso em que a falha decorre da execução da peça ou do próprio cálculo estrutural, como pode também estar ocorrendo a solicitação da peça por uma sobrecarga superior à prevista. (THOMAZ, 1889, p. 45).

Sobrecargas previstas ou não podem provocar trincas em estruturas de concreto armado, sem que isso implique necessariamente em ruptura ou instabilidade da estrutura. A ocorrência de fissuras num determinado componente estrutural produz uma redistribuição de tensões ao longo do componente fissurado e até mesmo nos componentes vizinhos, de maneira que a solicitação externa geralmente acaba sendo absorvida de forma globalizada pela estrutura ou parte dela (THOMAZ, 1989).

As manifestações de problemas patológicos estruturais podem ser de alta complexidade, porém uma análise detalhada do quadro de fissuração das peças estruturais de edificação auxilia na definição da magnitude do problema. Vitório (2003) traz uma definição do grau de fissuração em edificações dividindo-as em ativas e passivas:

Os problemas patológicos nas estruturas de concreto geralmente se manifestam de forma bem característica, permitindo assim que um profissional experiente possa deduzir

qual a natureza, a origem e os mecanismos envolvidos, bem como as prováveis consequências [...] Um dos sintomas mais comuns é o aparecimento de fissuras, trincas, rachaduras e fendas.

- [...] Fissura é uma abertura em forma de linha que aparece nas superfícies de qualquer material sólido, proveniente da ruptura sutil de parte de sua massa, com espessura de até 0,5mm [...]

- [...] Trinca é uma abertura em forma de linha que aparece na superfície de qualquer material sólido, proveniente de evidente ruptura de parte de sua massa, com espessura de 0,5mm a 1,00mm [...]

- [...] Rachadura é uma abertura expressiva que aparece na superfície de qualquer material sólido, proveniente de acentuada ruptura de sua massa, podendo-se “ver” através dela e cuja espessura varia de 1,00mm até 1,5mm [...]

- [...] Fenda é uma abertura expressiva que aparece na superfície de qualquer material sólido, proveniente de acentuada ruptura de sua massa, com espessura superior a 1,5mm (VITÓRIO, 2003, p. 25).

Para estruturas de concreto armado, os componentes são em geral dimensionados prevendo a fissuração na parte tracionada da estrutura, onde se busca atender aos requisitos de conforto estético, deformabilidade e durabilidade da peça. A formação de fissuras normais à armadura longitudinal poderá ser calculada com as seguintes hipóteses: a deformação de ruptura do concreto, a flexão no diagrama de tensões de compressão, as seções transversais planas permanecem planas (THOMAZ, 1989).

Pode-se citar também a ocorrência de fissuras por dimensionamento inadequado e sobrecarga das estruturas, quando não há conhecimento técnico ou especificações em manuais de uso e manutenção de que variações bruscas no carregamento do elemento estrutural, podem vir a causar manifestações patológicas nas peças (DO CARMO, 2003).

2.4.2. Patologia dos revestimentos

Os revestimentos nas edificações habitacionais exercem um papel de fundamental importância para a garantia da durabilidade do edifício como um todo, uma vez que têm como uma de suas principais funções a proteção das vedações contra os diversos agentes agressivos e intempéries. É de extrema importância a manutenção dos revestimentos acima dos níveis mínimos de desempenho, para que estes possam exercer suas devidas funções previstas no projeto original (RESENDE, BARROS E MEDEIROS, 2001).

A manifestação de tais problemas muitas vezes é decorrência da umidade remanescente da própria argamassa ou até mesmo dos tijolos, vazamentos em tubulações e falhas do sistema de impermeabilização. Tais eflorescências são causadas pela umidade (H_2O), que reage com os elementos químicos do cimento, trazendo as manifestações patológicas à tona. A presença da umidade causa também a desagregação da argamassa e descolamentos por baixa aderência das camadas do revestimento, causadas por erros de execução (DO CARMO, 2003).

Os principais fatores que geram patologias de revestimento em argamassas são: tipo e qualidade dos materiais utilizados na argamassa, má proporção do traço, falta de técnica e cuidados na execução. Tais fatores geram um quadro de agravos aos revestimentos, dentre estes, pode-se citar: fissuras localizadas, descolamento de partes do revestimento, não execução de chapisco, agravo do quadro de fissuração por excesso de umidade, espessura do revestimento fora do padrão adequado conforme previsto nas normas técnicas ABNT NBR 7200/1998 – Execução de revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas – Procedimento e NBR 13749/2013 Revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas – Especificação (DO CARMO, 2003).

2.4.3. Patologia das impermeabilizações

A umidade nas construções representa um dos problemas mais difíceis de serem corrigidos na engenharia civil. A frequência de incidência e as causas de problemas patológicos nos sistemas prediais hidráulico-sanitários têm sido ainda pouco pesquisadas. Tal fator ocorre por demandar recursos onerosos, longos períodos de observação, ensaios in situ e de laboratório, simulações e testes destrutivos em escala real em edificações existentes dentre outros, para que os dados resultantes sejam considerados consistentes (GNIPPER; MIKALDO JR, 2007).

Conforme Souza (2008), os defeitos e falhas decorrentes da impermeabilização na construção civil, são ocasionados pela penetração de água nos componentes do edifício ou devido à formação de manchas de

umidade e bolor. Esses defeitos geram problemas bastante graves e de difícil solução, tais como:

- Prejuízos de caráter funcional da edificação;
- Desconforto dos usuários, podendo até afetar a saúde dos moradores;
- Danos em equipamentos e bens presentes no interior das edificações;
- Diversos prejuízos financeiros.

Dentre os diversos tipos de manifestações decorrentes de falhas de impermeabilizações, Souza (2008) ainda menciona:

A umidade não é apenas uma causa de patologias, ela age também como um meio necessário para que grande parte das patologias em construções ocorra. [...] ela é fator essencial para o aparecimento de eflorescências, ferrugens, mofo, bolores, perda de pinturas, de rebocos e até a causa de acidentes estruturais. (VERÇOZA, 1991 apud SOUZA, 2008, p.08).

As patologias das impermeabilizações podem ser dos mais variados tipos, dentre os principais pode-se citar a corrosão dos elementos de aço componentes da edificação, degradação do concreto por dissolução de sais e lixiviação, degradação de forros e elementos de gesso através de bolor ou descolamento da pintura, desagregação dos elementos de argamassa decorrente da perda gradual do caráter aglomerante do cimento, desagregação dos blocos cerâmicos por exagerados níveis de pressão hidrostática interna, eflorescências e estalactites causadas por gotas provenientes de acúmulos de água, crescimento de vegetação e formação de vesículas (DO CARMO, 2003).

A chuva é o agente gerador de umidade mais comum em edificações, porém, pode ser remediado o surgimento de infiltrações decorrentes da chuva levando-se em conta que por se tratar de um fenômeno sazonal, ela sempre estará presente. Para supressão dos problemas decorrentes de precipitações, devem-se fazer manutenções e limpezas a fim de remover a água captada pela edificação. Como exemplo, pode-se citar a execução adequada de agentes impermeabilizantes e um sistema apropriado de escoamento das águas pluviais (SOUZA, 2008).

Na construção civil, são bastante comuns os vazamentos em elementos componentes do sistema hidráulico e de captação de água como calhas, condutores, algerozes, tubos, conexões, registros, válvulas, reservatórios, bombas, tanques, dispositivos de controle, dispositivos de medição e outros aparelhos que são utilizados com a finalidade de abastecer o sistema hidrossanitário da edificação. Para este tipo de manifestação patológica, a localização, identificação e diagnóstico acontece de maneira muito simples, podendo ser feita através de uma inspeção visual pelo perímetro da edificação (GNIPPER; MIKALDO JR, 2007).

Muitas das patologias manifestadas por este tipo de fenômeno incidem de forma repetitiva na maioria dos edifícios, revelando falhas sistemáticas na fase de projeto desses sistemas prediais e falhas por falta de compatibilização adequada dos projetos componentes da estrutura. Portanto, a caracterização da natureza das patologias e inconformidades mais frequentes nesse universo pode contribuir para uma ação preventiva durante a etapa de concepção do projeto de novas edificações, visando diminuir a incidência de tais problemas a níveis satisfatórios aos usuários (GNIPPER; MIKALDO JR, 2007).

2.4.4. Patologia das alvenarias

As alvenarias são compostas por elementos cerâmicos ou de concreto assentados com auxílio de argamassa. As principais manifestações patológicas que aparecem em elementos de vedação do tipo alvenaria, são as fissuras e rupturas dos diversos tipos de alvenaria existentes, seccionando os elementos componentes da estrutura, e são geralmente causadas por tensões excessivas, deformações da estrutura, ação do vento, choque ou vibrações, quanto a sua classificação as fissuras podem ser ativas ou passivas (DO CARMO, 2003).

Com o uso do concreto armado, as paredes passaram a ter como função principal a de vedação, deixando de ser autoportantes, resultando assim em paredes mais esbeltas, a utilização de pré-fabricados e de novos materiais que trouxeram consigo as juntas de dilatação também colaborou para que o surgimento de patologias nas alvenarias se tornasse um dos problemas mais aparentes nesta área da engenharia civil (SOUZA, 2008).

Nas alvenarias de tijolos cerâmicos, em função de sua forma e composição e da diferença de materiais componentes, existem solicitações locais de flexão nos tijolos, podendo surgir fissuras verticais na alvenaria. As argamassas também trabalham diferente da alvenaria quando se fala em deformações transversais podendo levar a fissuração vertical da alvenaria. (THOMAZ, 1989).

Além da forma da alvenaria outros fatores intervêm na fissuração e na resistência final de uma parede a esforços axiais de compressão, tais como resistência mecânica dos componentes de argamassa e alvenaria, módulo de deformação longitudinal e transversal dos componentes de alvenaria e da argamassa. A argamassa pode perder a aderência com o tijolo, retenção de água, elasticidade e retração da argamassa (RAMIRES, 2007).

2.5. Patologia em Fundações

Segundo Milititsky (2005) os problemas como patologias em fundações ocorrem, na maioria das vezes, devido à ausência ou ineficiência da investigação do subsolo. O mau desempenho de fundações em obras pequenas e médias é representado em mais de 80% dos casos. Os principais problemas decorrentes da ausência de investigação para fundações rasas, de acordo com Calisto; Koswoski (2015) são:

- 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 da fundação.
- Tensões de contato excessivas, incompatíveis com as reais características do solo, resultando em recalques inadmissíveis ou ruptura.
- Fundações sobre solos compressíveis sem estudos de recalques, resultando grandes deformações.

- Fundações em solos/aterros heterogêneos, provocando recalques, resultando grandes deformações.

Os autores também apresentam os problemas típicos decorrentes da falta de investigação para fundações profundas:

- Ocorrência de atrito negativo não previsto, reduzindo a carga admissível nominal adotada para a estaca.

- Geometria inadequada, comprimento ou diâmetro inferiores aos necessários.

- Estacas de tipo inadequada ao subsolo resultando mau comportamento.

- Estacas apoiadas em camadas resistentes sobre solos moles, com recalques incompatíveis com a obra.

2.5.1. Recalque em Fundações

De acordo com Rebello (2008), o solo quando submetido a cargas sofre deformação, a qual se pode chamar de recalque. As consequências desse fenômeno resultam na movimentação da interação solo-estrutura, podendo gerar sérios danos.

A intensidade dos recalques para fundações diretas ou rasas, enfatiza Thomas (1989), dependerá não só das características do solo, mas também das dimensões da estrutura de fundação. Na areia, solo altamente permeável, os recalques acontecem em períodos curtos após haver a solicitação de carga; já na argila, solo menos permeável, o recalque acontece de maneira bastante lenta, sendo possível durar vários anos. Mesmo camadas de argila entre maciços rochosos sofrerão o mesmo fenômeno.

2.5.1.1. Tipos de recalques

Alonso (1991) afirma que quando ocorrido deslocamento de um elemento de fundação na vertical é caracterizado como recalque absoluto. Havendo dois elementos de fundação com diferença entre os recalques absolutos é denominado recalque diferencial, o qual causa distorções na estrutura podendo

provocar fissuras. Há três tipos de recalques frequentes devido a cargas estáticas: recalque por adensamento, recalque elástico e recalque por escoamento lateral.

2.5.1.2. Recalque por adensamento

A deformação do solo por adensamento acontece devido ao fechamento dos vazios pela expulsão da água em função da pressão da fundação aplicada no mesmo, causando a diminuição do maciço de solo. E se tratando de argilas, o processo de adensamento é muito lento mediante ao baixo coeficiente de permeabilidade das mesmas (CAPUTO, 2012).

2.5.1.3. Recalque elástico

Também chamado de recalque imediato, essa patologia acontece frequentemente em solos não coesivos, ou seja, em solos não argilosos, que após a aplicação dos elementos da fundação sofrem deformação (REBELLO, 2008). Fatores importantes a se considerar são: a rigidez da fundação, profundidade, sua forma e a espessura da camada deformável, afirmam Teixeira e Godoy (1998).

2.5.1.4. Recalque por escoamento lateral

A definição desta patologia trata-se da movimentação do solo localizado em uma região de grandes tensões para regiões de baixas tensões, ou seja, o deslocamento se dá do centro para a lateral (REBELLO, 2008). Segundo Caputo (2012), a deformação por escoamento lateral acontece de maneira mais acentuada nos solos não coesivos sob fundações superficiais ou rasas.

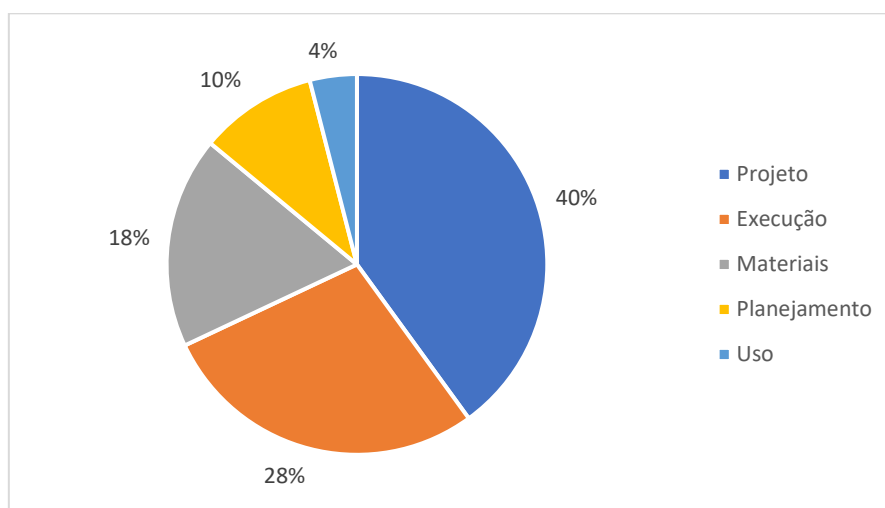
2.6. Principais causas dos problemas patológicos

As patologias da construção civil podem ocorrer das mais variadas formas e em todas as etapas do processo conceutivo. A Figura 3 apresenta um levantamento da origem das patologias nas diferentes etapas de concepção de uma edificação (HELENE, 2003).

Helene, salienta que:

O processo de construção e uso pode ser dividido em cinco grandes etapas: planejamento, projeto, fabricação de materiais e componentes fora do canteiro, execução propriamente dita e uso [...] Se, por um lado as quatro primeiras etapas envolvem um período de tempo relativamente curto – em geral menos de dois anos – por outro lado, as construções devem ser utilizadas durante períodos longos – em geral mais de cinquenta anos [...] os problemas patológicos só se manifestam durante a construção ou após início da execução propriamente dita [...] normalmente ocorrem com maior incidência na etapa de uso (HELENE, 2003, p. 24).

Figura 3 – Origem das patologias relacionadas às etapas de concepção do edifício



Fonte: Adaptado pelo autor de Helene (2003, p. 25).

As causas das patologias da construção civil podem ser externas, quando os agentes causadores não são gerados por erros humanos, mas decorrência de agentes nocivos do meio ambiente; ou internas, que são as que têm origem durante o processo construtivo (CREMONINI, 1988) e podem ser subdivididas em três:

- Congênitas: originárias na fase de planejamento e projeto.
- Construtivas: originárias na etapa de construção, por falta de qualidade de materiais ou mão de obra qualificada.

– Uso: decorrentes do uso inadequado da estrutura projetada e da falta de realização de manutenção.

2.6.1. Manifestações durante a concepção do projeto

Durante a fase de concepção, pode-se dizer que a edificação é gerada, sendo base para todo o restante do processo construtivo, e é uma das etapas mais importantes à contribuição do não surgimento de problemas patológicos. Na fase de concepção serão definidas as características esperadas dos produtos empregados na construção, as condições de exposição previstas para o ambiente exterior, o comportamento em uso projetado do edifício construído, e principalmente a viabilidade da construção (PINA, 2013).

Segundo Gnipper; Mikaldo Jr (2007):

Na fase de projeto dos sistemas prediais, os vícios podem ocorrer por falhas de concepção sistêmica, erros de dimensionamento, ausência ou incorreções de especificações de materiais e de serviços, insuficiência ou inexistência de detalhes construtivos etc. (GNIPPER; MIKALDO JR, 2007, p. 03).

Falhas no estudo preliminar, falhas de anteprojeto e falhas no projeto final de engenharia, podem levar a escolha de elementos de projeto inadequados e na geração de problemas, alterando o desempenho, durabilidade e até mesmo a vida útil da edificação (PINA, 2013).

A falta de critério e uma má definição das ações atuantes na edificação, como por exemplo, escolha inadequada do modelo analítico, deficiência de cálculo da estrutura ou da avaliação da capacidade portante do solo, incompatibilidade do projeto arquitetônico com os demais (estrutural, hidráulico, elétrico etc.), seleção inadequada de materiais, má execução, desrespeitando as normas técnicas de projeto e execução, são exemplos de falta de conduta e profissionalismo que acabam gerando diversos problemas patológicos no futuro. Todas estas implicações discorrem durante a fase de concepção do projeto, daí a importância desta fase do processo relacionada com o não surgimento de patologias (PINA, 2013).

2.6.2. Manifestações durante a construção

Durante a etapa de execução do projeto, os problemas, na maioria das vezes, são relacionados à qualidade da mão de obra, falta de treinamento e qualificação dos operários. Dito isso, é evidente a necessidade de treinamento dos operários, tendo em vista que a relação custo-benefício é relativamente boas e o treinamento de equipes para a execução de serviços específicos do processo agiliza e otimiza a perda de materiais (SILVEIRA et al., 2002).

Nesta etapa, é incisiva a necessidade do controle de qualidade e dos processos construtivos para haver a não prorrogação dos problemas patológicos no futuro, pois cabe aos profissionais fazer o controle dos materiais utilizados durante a execução, bem como fiscalizar se eles estão de acordo com o especificado no projeto e se sua utilização está sendo feita de forma correta e gerando o mínimo de perdas e insumos (CREMONINI, 1988).

A ausência de normatização de diversos materiais e procedimentos, acrescida à falta de fiscalização daqueles já normalizados por parte dos profissionais e responsáveis técnicos, mostra-se de grande importância à contribuição para o não surgimento de patologias. Deve haver então, a conscientização de engenheiros no que tange ao controle de qualidade dos materiais e processos construtivos (SILVEIRA et al., 2002).

Segundo Cremonini (1988):

Diversos órgãos de pesquisa têm realizado programas de levantamento de manifestações patológicas, visando conhecer a origem dos principais problemas [...] tal fator nos volta ao surgimento de patologias na fase de execução do projeto, acompanhada da falta de processos produtivos de qualidade, sendo importante haver uma cadeia produtiva de qualidade interrelacionada a todas as etapas (CREMONINI, 1988, p. 32).

2.6.3. Manifestações durante a utilização

As manifestações patológicas que surgem durante a fase de uso da edificação normalmente são decorrentes da má utilização e falta de manutenção da edificação por parte do usuário. Porém, não se pode eximir os

empreendedores e responsáveis técnicos da sua responsabilidade pela estrutura, pois por falta de cautela à profissão, é comum que não haja a formulação de manuais de uso e manutenção das edificações, fator que auxilia o surgimento de problemas (DAL MOLIN, 1988).

A formatação de um manual de uso e manutenção é a melhor ferramenta de defesa, tanto para o comprador/usuário do imóvel quanto para o responsável técnico. Este documento, além de auxiliar na manutenção e afetar diretamente a vida útil e durabilidade do edifício, cessa os compromissos entre adquirente e vendedor. Em contrapartida, há o compromisso de vender um produto de qualidade, que oferece garantias ao consumidor como qualquer outro produto disponível no mercado, pois apesar de as construções aparentarem serem perenes à mais diversas ações, prova-se o contrário através do presente trabalho (CBIC, 2013).

Os diversos cuidados que devemos tomar durante a fase de uso da edificação deverão estar explícitos no manual de uso, operação e manutenção. A formatação de um bom manual relaciona-se a modelos internacionais de normatização de desempenho de matérias primas e produtos finais. Para cada necessidade do usuário e condição de exposição, aparecem critérios de desempenho e o conjunto normativo compreende seis partes essenciais à garantia de desempenho da edificação. Tais elementos são dispostos a seguir (CBIC, 2013).

- Requisitos gerais;
- Requisitos para sistemas estruturais;
- Requisitos para os sistemas de pisos;
- Requisitos para os sistemas de vedações verticais internas e externas;
- Requisitos para os sistemas de cobertura;
- Requisitos para os sistemas hidrossanitários.

Cada um dos elementos citados segue uma sequência de exigências relativas à segurança, (desempenho mecânico, segurança contra incêndios), habitabilidade (estanqueidade, desempenho térmico e acústico, desempenho

lumínico, saúde, higiene e qualidade do ar, funcionalidade e acessibilidade) e sustentabilidade (durabilidade, manutenibilidade e adequação ambiental) (CBIC, 2013).

2.7. Análise dos reforços das estruturas

O diagnóstico das patologias pode ser definido como a identificação da natureza e origem dos defeitos e este processo caracteriza-se por não ser de fácil concepção. Descobrir as principais causas dos problemas em edificações não é tarefa fácil, tendo em vista o número de processos apresentados pelas diversas etapas construtivas (CREMONINI, 1988).

O diagnóstico é o entendimento dos fenômenos. Trata-se das múltiplas relações de causa, efeito e entendimento dos principais motivos de ocorrência a partir de dados conhecidos, tentando-se determinar a possível origem do problema através do seu efeito (DO CARMO, 2003).

Um projeto de reforço é necessário quando se tem um desempenho inadequado das fundações caracterizado pelo aparecimento de danos estéticos, funcionais ou estruturais. Os danos arquitetônicos correspondem aos danos que comprometem a estética da edificação e que não causam riscos de qualquer natureza no edifício, como por exemplo, trincas em paredes. E os danos estruturais comprometem a estabilidade da estrutura, sendo necessário o reforço, pois sua ausência pode causar a ruptura da estrutura (VELLOSO, 2012).

Após a realização da coleta de dados, modelagem da hipótese em questão e diagnóstico julgado adequado, como próximo passo e têm-se a definição da terapêutica a ser adotada, a estratégia de intervenção ou plano de ação com objetivo principal de resolução do problema. A definição da conduta a ser adotada engloba decisões técnicas especificadas pelo responsável, como por exemplo, o tipo de material a ser usado, mão de obra e equipamentos. Inicialmente é feito o prognóstico da situação, onde se analisa a hipótese de reincidência do problema, e análise de várias alternativas de intervenção, a fim de julgar a mais adequada e menos onerosa, com intuito de relacionar o melhor custo/benefício (DO CARMO, 2003).

A escolha dos materiais e das técnicas a serem empregadas depende do diagnóstico, das características da região e das exigências de desempenho do elemento. O plano de intervenção é feito levando-se em conta três alternativas: o grau de incerteza sobre os efeitos, a relação custo/benefício e a disponibilidade de tecnologias para a execução do serviço (HELENE, 2003).

Segundo Hachich e Falconi (1998), para a escolha do tipo de fundação não existe uma regra básica a ser seguida. Entretanto, existem alguns itens que podem ser considerados para a adoção do tipo de fundação mais adequado, de acordo com a capacidade de carga das fundações, características do subsolo, características do local da obra, as limitações de cada tipo de fundação e as características das construções vizinhas

O custo e o prazo de execução são fatores críticos a serem avaliados no momento da definição da fundação em todas as situações recorrentes. Além desses itens avaliados, ainda existem as situações em que as próprias características da obra impõem um certo tipo de fundação (PEREIRA. 2021).

3. METODOLOGIA

Este estudo baseia-se na coleta e levantamento das causas, mecanismos e problemas patológicos de fundações com a caracterização e comportamento do solo, análise e projeto, execução e eventos pós-conclusão das fundações, mediante informações técnicas apresentadas no livro “Patologia das Fundações” dos autores Milititsky, Consoli e Schnaid (2015).

Do ponto de vista de seus objetivos, a pesquisa é considerada como exploratória, visto que objetiva proporcionar maior familiaridade com o problema com vistas a torná-lo explícito através de uma visão geral, do tipo aproximativo, acerca de determinado fato (GIL, 2008).

Quanto à abordagem, é considerada quantitativa, pois considera que seus parâmetros podem ser quantificáveis, ou seja, é possível traduzir em números opiniões e informações para classificá-las e analisá-las, necessitando assim o uso de recursos e de técnicas estatísticas (SILVA; MENEZES, 2005).

Inicialmente foi realizada uma revisão bibliográfica objetivando fundamentar o presente trabalho em pesquisas já realizadas, livros, dissertações, teses e demais textos acadêmicos. Foi abordado na revisão bibliográfica os tipos de fundações, tipos de patologias em fundações, o conceito de recalque, seus tipos e métodos de estimativa.

Além da revisão da literatura, o presente trabalho apresenta uma análise dos estudos de caso das causas de patologia ocasionado nas edificações, tipos de patologia diagnosticada através dos casos estudados, localizadas em várias regiões do Brasil, a partir de métodos de esquematização dos estudos de casos analisados.

Como base para realização do trabalho, foram avaliados 22 estudos de casos de patologias em edificações que apresentaram um elevado quadro de patologias. As manifestações patológicas (figura 4) encontradas serviram como objeto de estudo, pesquisa e análise através de deduções das hipóteses causadoras e possíveis alternativas de intervenção geradas a partir do diagnóstico.

3.1. Coleta de Dados

Após a coleta de dados dos estudos de casos de patologias em fundações das edificações, foram definidos os tópicos a serem quantificados:

- Tipologia da pesquisa;
- Região dos estudos;
- Tipos de patologias;
- Padrão típicos de diagnósticos;
- Solos;
- Causas;
- Fundação adotada de projeto;
- Tipos de reforços escolhidos;

Após a realização da coleta de dados, modelagem da hipótese em questão e diagnóstico julgado adequado, como próximo passo e têm-se a definição da terapêutica a ser adotada, a estratégia de intervenção ou plano de ação com objetivo principal de resolução do problema.

A escolha dos materiais e das técnicas a serem empregadas depende do diagnóstico, das características da região e das exigências de desempenho do elemento. O plano de intervenção é feito levando-se em conta três alternativas, o grau de incerteza sobre os efeitos, a relação custo/benefício e a disponibilidade de tecnologias para a execução do serviço (HELENE, 2003).

3.2. Estudos de casos

Após a coleta de dados, elencaram-se as manifestações patológicas por sistema construtivo através da formatação de gráficos e tabelas, com intenção facilitar a assimilação dos dados e criar prioridades quanto à formulação do diagnóstico. Para isso, levou-se levando-se em consideração a quantidade de manifestações e critérios, como atribuições estruturais e aspectos estéticos, respectivamente para cada artigo analisado que apresentou patologias na edificação. Como por exemplo, na figura 4.

Figura 4 – Fachada leste do edifício residencial



Fonte: FARJADO, Matheus 2018.

A proposição de alternativas de intervenção e definição da conduta adequada foi realizada através da organização dos dados coletados quanto às prováveis causas das manifestações, procurando formular um plano de ações interventivas para as maiores causas geradoras de patologias apresentadas nos casos dos edifícios investigado.

Através da análise dos dados organizados em um gráfico foi possível criar prioridades quanto grau de comprometimento de desempenho e principal causa geradora da patologia, criando um plano de ações interventivas que visa frear os mecanismos de ocorrência da patologia nos dois sistemas construtivos que apresentaram as manifestações patológicas.

3.3. Critérios adotados de parâmetro para diagnóstico

Após a formulação do diagnóstico e das hipóteses causadoras dos problemas, deve estar explícito nas conclusões e recomendações a necessidade do projeto de recuperação dos elementos que tiveram seu desempenho comprometido, especificando os processos e materiais utilizados para realização

dos reparos. Muitas vezes este projeto requer a formatação de plantas e memoriais descritivos, fato este que dependerá diretamente do nível e complexidade dos problemas patológicos apresentados.

Em cada uma das etapas de diagnóstico, sempre deve ser levado em conta se existem informações suficientes para estabelecer o diagnóstico das patologias. Se tais condições não forem atendidas após a realização de todos os procedimentos recomendados é necessário conduzir uma pesquisa científica para haver entendimento da causa que acarretou tal problema. Quando não for possível estabelecer com certeza a causa do problema, as decisões do responsável técnico deverão ser tomadas como explícitas, tendo em vista o dever ético do profissional para com a engenharia (HELENE, 2003).

A investigação in loco acompanhada de um relatório fotográfico. Como exemplo de uma edificação advinda dos estudos de caso a figura 5 pode fornecer dados significativos à solução do problema. No levantamento de campo é importante a utilização de instrumentos que possam medir a amplitude dos defeitos, testemunhos para medir evolução das fissuras dentre outros ensaios in situ simples e possíveis de realizar no local, ensaios de 48 laboratório onde se analisa amostras retiradas da edificação, informações orais obtidas através de entrevistas com usuários e informações escritas obtidas através do estudo das plantas, cadernos de encargos, memoriais descritivos etc. (SANTUCCI, 2015).

Figura 5 – Fachada e lateral da edificação



Fonte: GOMES, Ricardo 2019.

O diagnóstico da manifestação patológica nos permite estabelecer parâmetros quanto ao estado de conservação do edifício, auxiliando na tomada de decisão quanto ao tipo de intervenção adequada a cada situação que nos deparamos(HELENE, 2003).

4. ANÁLISE DOS RESULTADOS

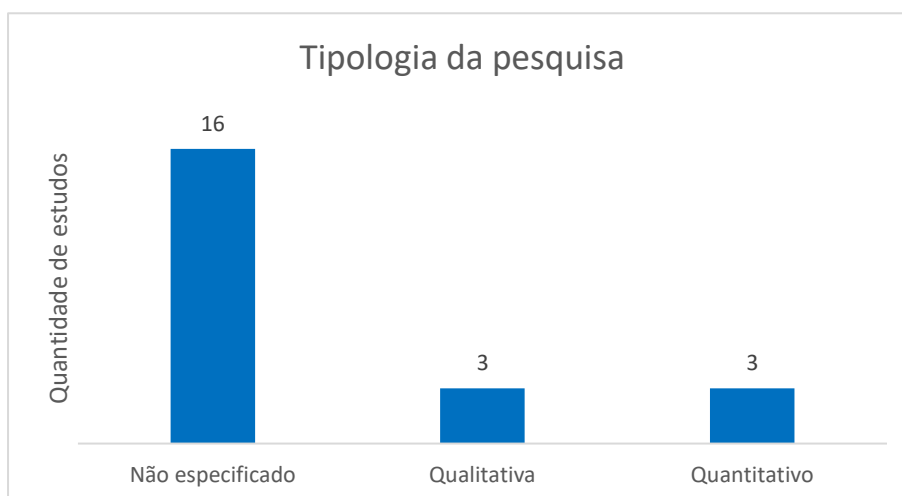
4.1. Análise dos resultados

Foram realizadas análise de estudos de caso com objetivo de catalogar as manifestações patológicas detectadas nas edificações referentes aos estudos de caso elencados, estas foram acompanhadas de uma tabela resumo das patologias, elaborada pelo autor conforme a bibliografia pesquisada. A tabela apresenta a tipologia das pesquisas, região de estudo, das patologias encontradas características do terreno, causas das patologias, tipos de reforços escolhido e fundação de projeto mapeadas, a fim de sistematizar a análise dos dados. A tabela contendo o quantitativo de manifestações patológicas está apresentada no apêndice A.

4.2. Tipologia da Pesquisa

Por meio das informações coletadas através do levantamento de dados, foi realizado o mapeamento de tipologia da pesquisa dos estudos de caso, através da elaboração do Gráfico 1, com a finalidade de analisar qual dos quesitos que os estudos que compõem as pesquisas se basearam, necessitando da formulação de diagnóstico para posterior elaboração de um plano de ações interventivas.

Gráfico 1 – Os tipos de estudo de pesquisa



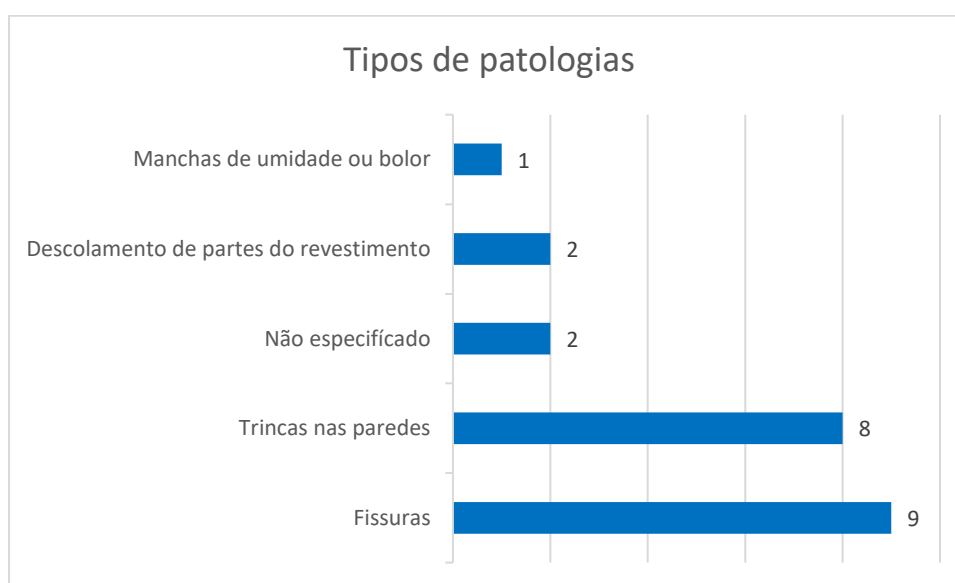
Fonte: Autoria Própria (2022)

4.3. Diagnóstico do tipo de patologia

O processo de diagnóstico das manifestações patológicas encontradas foi realizado com base nos estudos feitos através dos apontamentos dos principais problemas encontrados nos edifícios, analisando sua aparente relação com as características do problema.

Para a formatação do diagnóstico, manteve-se em vista a possibilidade de entendimento dos fenômenos e formulação de sua hipótese causadora através das etapas previamente citadas. Com intuito de direcionar a investigação para os elementos construtivos que apresentaram um elevado quadro de patologias, primeiramente foram analisados os sistemas que tiveram maior incidência de manifestações, através da organização dos dados coletados em uma tabela, apresentada a seguir.

Gráfico 2 – As principais patologias dos estudos



Fonte: Autoria Própria (2022)

Através da análise dos dados coletados e organizados na tabela acima, foi desenvolvida uma ordem de importância do menor ao maior em relação à quantidade que mais aparece na bibliografia estudada para formulação do diagnóstico das manifestações patológicas de cada estudo. Como se pode observar, o elemento que apresentou maior quantidade de patologias foi por fissura na estrutura. Como exemplo apresentado na figura 6, por se tratar de um

elemento estrutural e havendo necessidade de atuações emergenciais por riscos de colapso ou segurança dos usuários.

Figura 6 – Rachadura do painel do quarto suíte



Fonte: GOMES, Ricardo 2019.

4.4. Alternativas de reforços

Para realização do plano de ações interventivas de reforços, organizaram-se os dados coletados de forma sistemática com a intenção de criar prioridades para os elementos que requerem maior necessidade de realização de reparos de acordo com figura 7.

Foram analisados os dados referentes aos elementos construtivos que possuíram maior nível de patologias, mostrado previamente no apêndice 1, relacionando-os com as suas principais causas e mecanismos de ocorrência. A organização e gerenciamento dos dados foi baseada nas informações coletadas seguindo o quantitativo total de manifestações patológicas apresentados no apêndice 1, sintetizados em 13,63% em estaca Mega, 4,5% para cada tipo de reforços desde cintamento da estrutura de fundação, impermeabilizações da fundação e estaca metálica cravada e o restante não foi especificado.

Figura 7 - Realização do reforço com estaca mega



Fonte: Adaptado do autor BORTOLI, Matheus 2019

Os principais aspectos a serem considerados na escolha da alternativa de intervenção deve levar em consideração que as possíveis soluções são diversas e todas igualmente válidas, eficazes e viáveis se houver um estudo aprofundado quanto à sua aplicação e materiais a serem utilizados. Dentre os principais fatores a serem observados para escolha da alternativa podem-se citar: aspectos técnicos, econômicos, operacionais, arquitetônicos e ambientais (HELENE, 2003).

Antes de qualquer intervenção em uma estrutura afetada é essencial determinar qual a melhor estratégia a ser utilizada no caso estudado. O tipo da intervenção vai depender de como a manifestação patológica está apresentada. Para haver uma correta seleção da alternativa de intervenção conforme o nível dos agravos e a disponibilidade de materiais na região onde está inserida a edificação deve haver a análise do tipo de terapia a ser adotada (MOREIRA, 2006).

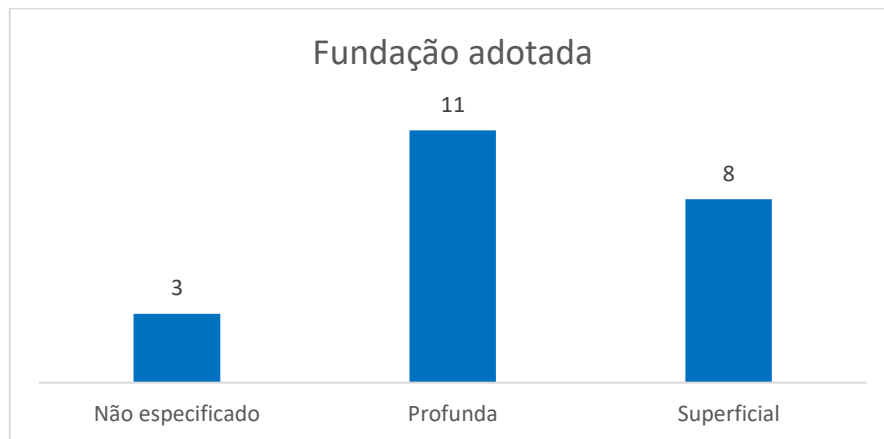
Levando-se em consideração a importância da estabilidade estrutural, segurança dos usuários e impacto visual bem como o nível percentual apresentado para as patologias nas estruturas de concreto armado, foi levantado que 27,3% do total de manifestações elencou também as formas de contenção. Para tais fatores, optou-se pela realização de um plano de intervenção que recupere as estruturas de concreto armado, com intuito de aumentar sua vida útil e durabilidade, freando os mecanismos geradores das alterações químicas que causaram as manifestações patológicas.

A partir da análise das manifestações foi possível selecionar o tipo de intervenção para este determinado fenômeno. Como não há riscos de colapso evidentes às estruturas de fundação, não há necessidade de atuações emergenciais, nem tanto utilização de reforços ou substituição da estrutura, optando-se pela realização de atuações de prevenção/proteção e reparos às peças através da atuação direta localizada nas peças.

A realização dos reparos nas estruturas partiu do pressuposto de que já há a degradação do componente estrutural, sob a necessidade de ações aplicadas diretamente na região afetada, visando alcançar as condições de uso e níveis de desempenho previstos no projeto original. Optou-se então pela utilização de reparos localizados e generalizados nas fundações de concreto armado do edifício, tendo em vista a facilidade na realização dos serviços, disponibilidade de ferramentas, a não necessidade de mão de obra especializada e por já haver exposição das barras de aço diretamente com o ambiente.

4.5. Fundação Adotada

Segundo Freitas Neto (2013), diferentemente da engenharia de estruturas, a fundação de uma obra é constituída de elementos estruturais que têm como principal função transmitir as cargas oriundas da superestrutura para o solo, ou seja, a fundação é composta por um sistema constituído pelas sapatas, radier, blocos, estacas e tubulões e pelo material constituinte do subsolo, que em geral é o elemento que governa a capacidade de carga de um “sistema” de fundação. Para a análise dos estudos de caso em questão, esse quesito teve uma adesão considerada pela quantidade equilibrada do estudo de acordo com o Gráfico 3 a seguir:

Gráfico 3 – As fundações adotadas em projeto

Fonte: Autoria Própria (2022)

Observa-se que o mapeamento feito teve um equilíbrio entre as fundações adotadas em projeto, que considera que a patologia acontece em ambas, de modo que o critério de escolha da fundação não interfere no aparecimento da patologia na estrutura. Assim, o conhecimento sobre as patologias é de grande importância, tanto para a segurança como para a durabilidade e maior vida útil das construções, bem como para se economizar financeiramente.

5. CONCLUSÕES

As patologias da construção civil podem ter suas origens em qualquer uma das etapas do processo denominado construção civil. A importância dos métodos de controle de qualidade e referências normativas que garantam os níveis de desempenho, vida útil e durabilidade de edifícios são fundamentais, como por exemplo, a norma técnica NBR 15575 (ABNT, 2013), bem como normas que servem como mecanismos de defesa para os responsáveis técnicos e usuários da edificação como a NBR 14037 (ABNT, 2013), com intuito de gerar documentos pertinentes para execução e manutenção dos elementos construtivos.

A assimilação dos dados de manifestações patológicas coletados na edificação, quando traçado um comparativo com as principais manifestações patológicas ocorridas, é evidente, se analisado que as patologias das edificações apresentaram em sua grande maioria na forma de fissuras e causadas pela inexistência de investigação do solo.

Por se tratar de vários casos de fundação com taxa de patologia, mostra-se fundamental a realização dos reparos e ações interventivas propostas pelo trabalho, a fim de estabilizar os níveis de desempenho dos elementos construtivos que apresentaram patologias aumentando a vida útil da edificação. A importância de realização de manutenções periódicas nos elementos após a realização das ações interventivas também se mostra uma das principais ferramentas para colaboração com o não surgimento de manifestações patológicas futuras no edifício.

Ainda pôde-se concluir que a investigação patológica de um edifício para posterior formulação de um plano de ações interventivas envolve uma série de decisões técnicas e não lineares, havendo necessidade de entendimento dos fenômenos como um todo para que a decisão tomada seja a mais adequada, conforme o quadro de patologias apresentado.

Como sugestão para um trabalho futuro, pode ser realizada a engenharia financeira dos reparos propostos, analisando-se custos das alternativas de

intervenção propostas e até que ponto a sua execução dos projetos de fundação por não utilizar ensaios geotécnicos para os projetos estruturais.

REFERÊNCIA

- ALONSO, U. R. Previsão e controle das fundações. São Paulo: Edgard Blucher, 1991.
- ARAÚJO, Dyaloisio; ARAÚJO, Matheus; SAMPAIO, Douglas. Análise das manifestações patológicas ocasionadas por recalque diferencial em uma fundação do tipo radier-Estudo de caso em um edifício na cidade de Maracanaú-CE.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15575 – Desempenho de edificações habitacionais. Rio de Janeiro. 2013.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 14037: Diretrizes para elaboração de manuais de uso, operação e manutenção das edificações - Requisitos para elaboração e apresentação dos conteúdos. Rio de Janeiro, 2011
- BARBOSA, Ricardo Gomes. ESTUDO DE CASO DE PATOLOGIA EM IMÓVEL MULTIFAMILIAR EM MANHUAÇU. Repositório de Trabalhos de Conclusão de Curso, 2021.
- BILFINGER, W. (2002). Critérios de segurança de fundações em estacas cravadas com consideração de controles executivos. Tese de Doutorado, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Estruturas e Fundações. São Paulo, SP, 2v.
- BORTOLI, Matheus Fajardo et al. Análise das manifestações patológicas de um edifício que sofreu recalque diferencial. Revista Técnico-Científica, 2019.
- BORTOLI, Matheus Fajardo. Perícia de um edifício residencial que sofreu recalque diferencial: estudo de caso. 2018. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Tecnológica Federal do Paraná.
- CAPUTO, H. P. Mecânica dos solos e suas aplicações. 6. ed. Rio de Janeiro: LTC, v. 2, 2012.
- CALISTO, Aline; KOSWOSKI, Regiane. Efeito do recalque diferencial de fundações em estruturas de concreto armado e alvenaria de vedação: estudo de caso. 2015. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

CBIC, Câmara Brasileira da Indústria da Construção. Desempenho de edificações habitacionais: Guia orientativo para atendimento à norma ABNT NBR 15575/2013. 2ª ed. Brasília, Gadioli Cipolla Comunicação, 2013.

CERUTTI, Tiago; GOULART, Cristiano. PATOLOGIAS EM OBRA DEVIDO À ESCAVAÇÃO VIZINHA: UM ESTUDO DE CASO.

CINTRA, J. C. A; AOKI, N. Fundações por estacas: projeto geotécnico. 1. ed, São Paulo: Oficina de textos, 2010, 96p.

CREMONINI, Ruy Alberto. Incidência de manifestações patológicas em unidades escolares da região de Porto Alegre: Recomendações para projeto, execução e manutenção. Porto Alegre, 1988.

DAL MOLIN, Denise C. Coitinho. Fissuras em estruturas de concreto armado: Análise das manifestações típicas e levantamento de casos ocorridos no estado do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 1988. Disponível em: . Acesso em: 01 maio de 2015.

DANTAS, Wandick Nascimento et al. Investigação e análise de ruptura do subsolo de fundações superficiais–estudo de caso no município de Mossoró/RN. 2019.

DANZIGER, Bernadete R. et al. Estudo de caso de obra com análise da interação solo estrutura. **Engenharia Civil UM**, n. 23, p. 43-54, 2005.

DE OLIVEIRA, Alexandre Magno et al. Fissuras, trincas e rachaduras causadas por recalque de diferencial de fundações. 2012.

DE QUEIROZ TROYACK, Carolina Lopes; DE FREITAS, Alessandra Conde. Patologias Comuns em Fundações: Estudo de Caso de uma Edificação Residencial Localizada em Petrópolis–RJ.

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

FERNANDES, Larissa Hellen Alves et al. Análise das incidências de manifestações patológicas oriundas do recalque de fundações: estudo de caso na UFERSA-Angicos. 2020.

FERREIRA, Joaquim Sant'Ana Santos. Patologias em edificações devido ao recalque diferencial em fundações. 2016.

FREITAS NETO, O. Tese de Doutorado: Avaliação Experimental e Numérica de Radiers Estaqueados com Estacas Defeituosas em Solo Tropical Brasília Universidade de Brasília, , 2013.

GNIPPER, Sérgio F.; MIKALDO JR. Jorge. Patologias frequentes em sistemas prediais hidráulicosanitários e de gás combustível decorrentes de falhas no processo de produção do projeto. Curitiba, 2007.

GIL, A. C. Métodos e Técnicas de Pesquisa Social. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008. 220 p.

GODOI, Marcela et al. Patologia das fundações diretas: estudo de caso do Bloco da Biodiversidade da UFMT, Cuiabá/MT. 2014.

GUCKERT, Gabrieli; SCHONS, Adrieli Roberta Nunes. Patologia em fundações: Estudo de caso acerca do adensamento do solo nas laterais de uma edificação. Pathologies in foundations: Case study of soil density of the sides of a building. Brazilian Journal of Development, v. 7, n. 10, p. 98503-98514, 2021.

HACHICH, W.; FALCONI, F. F. Fundações - Teoria e Prática. 2ª Edição ed. São Paulo: Editora Pini, São Paulo, 1998, 1998.

HELENE, Paulo R. Do Lago. Manual de reparo, proteção e reforço de estruturas de concreto. São Paulo, Red Rehabilitar, 2003.

KROTH, Eduardo Black. Análise do desempenho de reforço de fundações: estudo de caso de um edifício comercial na cidade de Lajeado/RS. 2017. Trabalho de Conclusão de Curso.

MARCELLI, Mauricio. Sinistros na construção civil: Causas e soluções para danos e prejuízos em obras. 1ª ed. São Paulo: Pini, 2007.

MENDES, Carolina Rodrigues; ALVARENGA, Natália Lacerda; DE LIMA, Leandro José. ESTUDO DE CASO DE PATOLOGIA PROVOCADA POR FUNDAÇÃO, EM UMA RESIDÊNCIA MULTIFAMILIAR EM SIMONÉSIA. Anais do Seminário Científico do UNIFACIG, n. 4, 2019.

MILITITSKY, Jarbas; CONSOLI, Nilo Cezar; SCHNAID, Fernando. Patologia das fundações. 2. ed. rev. ampl. São Paulo: Oficina de Textos, 2015.

MOREIRA, Carla Mesquita et al. Análise e proposta de reforço de fundação devido às patologias apresentadas em um edifício residencial. 2018.

MOREIRA, Christian. Recalibrização de estruturas de concreto carbonatado com utilização de gel saturado de solução alcalina. Goiânia, 2006

PEREIRA, Bárbara Estéfany et al. Análise dos critérios para escolha do tipo de fundação de uma obra localizada em Uberlândia/MG-Um estudo de caso. 2021.

PINA, Gregório Lobo de. Patologia nas habitações populares. Rio de Janeiro, 2013.

POULOS, H. G.; DAVIS, E. H. Pile foundation analysis and design. 1. ed, Sydney, T. William Lambe et. al, 1980, 397p.

PRUNUNCIATI, Pedro Lucas; GARCIA, Jean Rodrigo; RODRIGUEZ, Tiago Garcia. Recalques em fundações profundas—análise em estacas hélice contínua. REEC-Revista Eletrônica de Engenharia Civil, v. 14, n. 1, 2018.

RAMIRES, Lucas D. Estudo teórico-experimental de reforço para construções de alvenaria empregando revestimento de argamassa armada. Porto Alegre, 2007.

RANDOLPH, M. F.; WROTH, C. P. Analysis of deformation of vertically loaded piles. Journal of Geotechnical Engineering. A.S.C.E., 104, n. GT12, p. 1465-1488, 1978

REBELLO, Y. C. P. Fundações: guia prático de projeto, execução e dimensionamento. 4. ed. São Paulo: Ziguarte, 2008.

RESENDE, Maurício M.; BARROS, Mércio M. S. B; MEDEIROS, Jonas S. A influência da manutenção na durabilidade dos revestimentos de fachada de edifícios. São Paulo, 2001.

RODRIGUES, Murilo Alvim. Análise de patologias: Estudo de caso em edificações na cidade de Lajinha-MG. Repositório de Trabalhos de Conclusão de Curso, 2021.

ROMANINI, Augusto; PORTO, Thiago Bomjardim; CRISPIM, Flavio Alessandro. Análise da probabilidade de falha de uma fundação profunda na região centro-oeste do Brasil. *Brazilian Journal of Development*, v. 5, n. 12, p. 31913-31949, 2019.

SAMPAIO, GLAYSON BARBOSA. ANÁLISE DAS PATOLOGIAS NAS FUNDAÇÕES ORIUNDAS DE RECALQUE DIFERENCIAL ATRAVÉS DE UM ESTUDO DE CASO. *CONSTRUINDO*, p. 16-26, 2017.

SANTOS FILHO, Vamberto M.; SPOSTO, Rosa M.; MELO, Jéssica S. Ferramenta para projeto de vedações verticais externas com base nas exigências da norma de desempenho. Goiânia, 2014. Disponível em: . Acesso em: 05 de outubro de 2015.

SANTUCCI, Jô. Patologia e desempenho das construções. *Crea-RS – Conselho em revista*, Porto Alegre, n. 107, p. 26-31, abr. 2015.

SILVA, Alex Sales; SILVA, Wesley Henrique da; BERTEQUINI, Aline Botini Tavares. Patologias e reforço de fundações com estudo de caso utilizando o método de estacas mega. 2018.

SILVA, E. L.; MENEZES, E. M. Metodologia da Pesquisa e Elaboração de Dissertação. 4. ed. rev. atual. – Florianópolis: UFSC, 2005. 138p.

SILVEIRA, Débora R. D. Da; AZEVEDO, Eline S. De; SOUZA, Deyse M. O. De; GOUVINHAS, Reidson P. Qualidade na construção civil: Um estudo de caso em uma empresa da construção civil do Rio Grande do Norte. Natal, 2002.

SOUZA, Jhonatan Custodio de; SILVA, Johnathan Rodrigues da. MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM FUNDAÇÕES: ESTUDO DE CASO DA OBRA DE REFORMA DA PREFEITURA MUNICIPAL DE INHUMAS-GO. 2021.

SOUZA, Vicente Custódio de; RIPPER, Thomaz. Patologia, recuperação e reforço de estruturas de concreto. 1ª ed. São Paulo, Pini, 1998.

TEIXEIRA, A. H.; GODOY, N. S. D. Análise, projeto e execução de fundações rasas. In: AUTORES, V. Fundações: Teoria e Prática. 2. ed. São Paulo: Pini, 1998. Cap. 7.

THOMAZ, E. Trincas em Edifícios, Causas, Prevenção e Recuperação. 1. Ed. São Paulo: PINI, 1989. 205p

VALENTE, Ana Paula Veloso; SILVA, Adriano de Paula e; CALIXTO, José Márcio Fonseca. Análise dos processos de recuperação de patologias: trincas e impermeabilização. Construindo, Belo Horizonte, v.1, n.2, p.7-11, jul./dez. 2009.

VITÓRIO, Afonso. Fundamentos da patologia das estruturas nas perícias de engenharia. Recife, 2003.

APÊNDICE A – Tabela de Análise de Dados

Titulo	Tipologia da pesquisa	Região do estudo	Tipos de patologias	Padrão Típico	Causa	Tipos de reforços	Fundação adotada
ANÁLISE DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS NA CONSTRUÇÃO CIVIL PELO MÉTODO GUT: ESTUDO DE CASO EM UMA INSTITUIÇÃO PÚBLICA DE ENSINO SUPERIOR	Qualitativa	Universidade Federal da Paraíba	Deslocamento de partes do revestimento	-	Falta de manutenção	-	-
ANÁLISE DAS PATOLOGIAS NAS FUNDAÇÕES ORIUNDAS DE RECALQUE DIFERENCIAL ATRAVÉS DE UM ESTUDO DE CASO	-	cidade de Ipatinga-MG	Fissuras	Recalque Diferencial	Insuficiência de investigação geotécnica	Estaca Mega	Profunda
Estudo de Caso de Obra com Análise da Interação Solo Estrutura	Quantitativo	cidade do Rio de Janeiro	Trincas nas paredes	Recalque	Acrescimento de pavimento sobrecarga	-	Superficial
Análise da probabilidade de falha de uma fundação profunda na região centro-oeste do Brasil	-	município de Sinop	-	-	-	-	Profunda
PATOLOGIAS EM EDIFICAÇÕES DEVIDO AO RECALQUE DIFERENCIAL EM FUNDAÇÕES	Qualitativa	Belo Horizonte, MG	Fissuras	Recalque diferencial	Insuficiência de investigação geotécnica	-	Superficial
ANÁLISE DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS DE UM EDIFÍCIO QUE SOFREU RECALQUE DIFERENCIAL	-	-	Trincas nas paredes	Recalque Diferencial	Insuficiência de investigação geotécnica	Estaca Mega	Profunda
ANÁLISE E PROPOSTA DE REFORÇO DE FUNDAÇÃO DEVIDO ÀS PATOLOGIAS APRESENTADAS NO EDIFÍCIO	Quantitativo	Goiânia, GO	Fissuras	Recalque	Insuficiência de investigação geotécnica	Estaca Mega	Profunda
FISSURAS, TRINCAS E RACHADURAS CAUSADAS POR RECALQUE DIFERENCIAL DE FUNDAÇÕES.	-	Belo Horizonte, MG	Trincas nas paredes	Recalque Diferencial	Influencias externas	-	Superficial
PATOLOGIAS E REFORÇO DE FUNDAÇÕES COM ESTUDO DE CASO UTILIZANDO O MÉTODO DE ESTACAS MEGA	-	Araçatuba-SP	Fissuras	Recalque Diferencial	Acrescimento de pavimento sobrecarga	-	Superficial
Patologia em fundações: Estudo de caso acerca do adensamento do solo nas laterais de uma edificação	Qualitativa	Balneário Camboriú/SC	Deslocamento de partes do revestimento	Adensamento do solo	Insuficiência de investigação geotécnica	-	Superficial
Patologia das fundação diretas: Estudo de caso bloco da biodiversidade da UFMT, Cuiabá/MT	-	Cuiabá/MT	Manchas de umidade ou bolor	-	Insuficiência de investigação geotécnica	Impermeabilização das fundações	Profunda
ANÁLISE DAS INCIDÊNCIAS DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS ORIUNDAS DO RECALQUE DE FUNDAÇÕES: ESTUDO DE CASO NA UFRSA-ANGICOS.	-	Cidade de Angicos, RN	Trincas nas paredes	Recalque	Má execução por imperícia	-	Profunda
ESTUDO DE CASO DE PATOLOGIA EM IMÓVEL MULTIFAMILIAR EM MANHUAÇU	-	Manhuaçu-MG	Trincas nas paredes	Recalque	-	-	Profunda
MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM FUNDAÇÕES: ESTUDO DE CASO DA OBRA DE REFORMA DA PREFEITURA MUNICIPAL DE INHUMAS - GO	-	INHUMAS - GO	Trincas nas paredes	Recalque	Falta de manutenção	-	-
Patologias Comuns em Fundações: Estudo de Caso de uma Edificação Residencial Localizada em Petrópolis - RJ	-	Petrópolis - RJ	Trincas nas paredes	Recalque	Insuficiência de investigação geotécnica	Cintamento	Superficial
ESTUDO DE CASO DE PATOLOGIA PROVOCADA POR FUNDAÇÃO, EM UMA RESIDÊNCIA MULTIFAMILIAR EM SIMONÉSIA	-	Simonésia - MG	Trincas nas paredes	Recalque Diferencial	Avaliação errada dos valores	-	-
ANÁLISE DO DESEMPENHO DE REFORÇO DE FUNDAÇÕES: ESTUDO DE CASO DE UM EDIFÍCIO COMERCIAL NA CIDADE DE LAJEADO/RS	-	Lajeado - RS	-	Recalque	Insuficiência de investigação geotécnica	Estaca metálica cravada	Profunda
INVESTIGAÇÃO E ANÁLISE DE RUPTURA DO SUBSOLO DE FUNDAÇÕES SUPERFICIAIS - ESTUDO DE CASO NO MUNICÍPIO DE MOSSORÓ/RN	Quantitativo	Mossoró - RN	Fissuras	Recalque	Modelo matemáticos defasados para cálculo	-	Profunda
PATOLOGIAS EM OBRA DEVIDO A ESCAVAÇÃO VIZINHA: UM ESTUDO DE CASO	-	Toledo - PR	Fissuras	Recalque Diferencial	Influencias externas	-	Superficial
Análise de patologias: Estudo de caso em edificações na cidade de Lajinha - MG	-	Lajinha - MG	Fissuras	Recalque	Sequência construtiva inadequada	-	Superficial
Análise das manifestações patológicas ocasionadas por recalque diferencial em uma fundação do po radier - Estudo de caso em um edício na cidade de Maracanaú-CE	-	Maracanaú - CE	Fissuras	Recalque Diferencial	Insuficiência de investigação geotécnica	-	Profunda
PERÍCIA DE UM EDIFÍCIO RESIDENCIAL QUE SOFREU RECALQUE DIFERENCIAL: ESTUDO DE CASO	-	Toledo - PR	Fissuras	Recalque Diferencial	Modelo matemáticos defasados para cálculo	-	Profunda