

PATOLOGIAS EM FUNDAÇÕES: IDENTIFICAÇÕES E PREVENÇÕES¹

Ingrid Cavalcanti Claudino²

Fernanda Soares de Souza Oliveira³

RESUMO

As mais diversas manifestações patológicas originadas de problemas de fundações podem ter origem em um ou mais processos desde sua projeção até o pós-obra. Esse artigo trata de sua identificação e possíveis soluções, buscando alertar e sensibilizar profissionais da área que estão presentes no desenvolvimento de um projeto de fundação. Sendo realizada uma pesquisa bibliográfica teórica principalmente no autor Jarbas Milititsky e em demais artigos sobre o tema abordado, sendo: Patologias na construção civil; Patologia nas fundações: Investigação de solo e performance do maciço, projeto e análises de fundações; execução de fundações; ações e atitudes que devem ser tomadas após a conclusão das obras de fundações e deterioração dos materiais de construção. Sendo possível concluir a necessidade de bons profissionais que sejam cautelosos em todas as etapas da elaboração e construção do projeto de fundação com a intenção de evitar a aparição de patologia na estrutura da edificação, evitando problemas mais complexos e até o colapso.

Palavras-chave: Fundações, Patologias, Projetos.

¹ Artigo Apresentado à Faculdade Unisul, como parte dos requisitos para obtenção do Título de Bacharel em Engenharia Civil, em 2021.

² Graduanda em Engenharia Civil. – E-mail: ingriddcavalcanti@gmail.com

³ Professora orientadora. Mestre em Engenharia Civil. Docente na Faculdade Unisul. E-mail: fernanda.s.oliveira@animaeducacao.com.br

1. INTRODUÇÃO

Todo o processo de construção desde sua fundação passa por diferentes etapas, tais como: seu planejamento, prévia e aprovação de projeto, quantitativos e qualitativos, definição de materiais, contratação de mão-de-obra e tecnologias. Decorrente de todo processo, há grandes chances de ocorrerem falhas de execução devido à falta de informação, carência de estudos preliminares nas áreas da construção civil e de alguns descuidos de planejamento, podendo comprometer toda a estrutura da edificação (HELENE, 2003).

Em nosso país é evidente o crescimento na construção, induzindo o prazo para conclusão das obras serem cada vez mais curtos devido a necessidade do mercado, e como o investimento de conhecimento na área não foi o suficiente nos últimos anos, tornou-se inevitável suprir essa demanda juntamente a escassez de mão-de-obra qualificada de forma adequada, tendo assim como consequência os diversos vícios patológicos na construção (OLIVEIRA, 2012).

Há uma grande ocorrência de problemas estruturais em edificações devido aos vícios patológicos, originando-se principalmente a partir de sua fundação, comprometendo toda a estrutura, segurança e eficiência (PEREIRA JUNIOR 2020). Sendo o projeto de fundações uma das etapas fundamentais e mais importantes na elaboração e desenvolvimento de obras de todos os portes, correspondendo um custo médio de 3 a 6% do custo total e podendo alcançar 15% dependendo das condições de solo e do que deverá suportar (MILITITSKY *et al.*, 2015), é de conhecimento que sejam executadas de forma apropriada, sendo elas responsáveis por suportar todas as cargas resultantes de ações decorrentes do uso estrutural e de cargas provenientes de seu próprio peso, transmitindo-as ao solo.

O exercício para execução de fundações abrange profissionais com os mais diversos conhecimentos e formações, podendo ocorrer de forma adequada ou sendo um grande problema comprometendo todo seu desempenho e da superestrutura. Inúmeros fatores levam a problemas patológicos oriundos das fundações, sendo de responsabilidade do engenheiro civil o reconhecimento das diversas possibilidades patológicas e do bom

funcionamento de práticas com o conhecimento apropriado que podem prevenir problemas ao curto e longo prazo (MILITITSKY *et al.*, 2015).

Esse artigo consiste em orientar e comover os profissionais da área que estão envolvidos no processo de planejamento, gestão e execução de fundações sobre importância do acompanhamento no desenvolvimento de cada projeto de forma consolidada, abordando as causas mais comuns, investigações e consequências de patologias nas fundações.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEORICA

2.1. Fundações

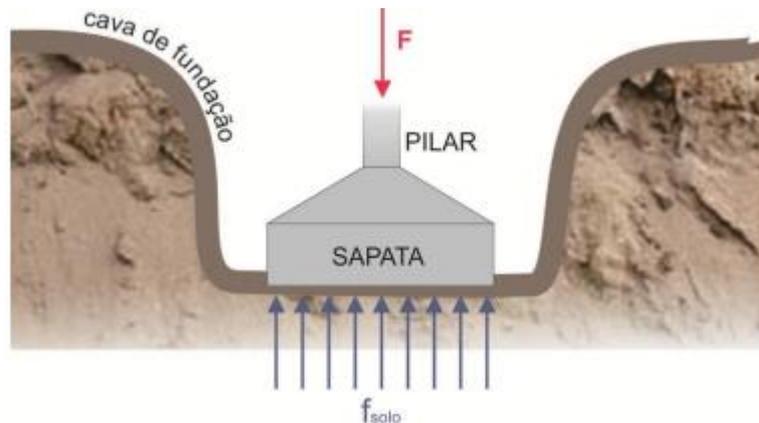
De acordo com a ABNT NBR (6122:2010), as fundações são segmentadas em: superficial (direta) e profunda (indireta).

Geralmente construídas abaixo do nível do solo, as fundações ou infraestruturas podem ser consideradas um dos elementos mais importantes de uma estrutura, responsáveis por suportar todas as cargas resultantes de ações decorrentes do uso estrutural e de cargas provenientes de seu próprio peso, transmitindo-as ao solo através de blocos, sapatas, estacas, tubulões entre outros. Sendo o projeto de fundações que incide em uma das etapas fundamentais na elaboração e desenvolvimento de obras de todos os portes. (MILITITSKY *et al.*, 2015).

2.1.1. Fundação superficial (direta)

Conforme a ABNT NBR (6122:2010) é definida como superficial ou direta quando a profundidade de assentamento da base da fundação em relação ao terreno se dá a uma cota menor que duas vezes a menor dimensão do elemento da fundação, onde o solo mais resistente se encontra nas primeiras camadas e sua carga vinda de um pilar é distribuída ao terreno através da base, conforme a Figura 1.

Figura 1 - Fundação superficial (direta)

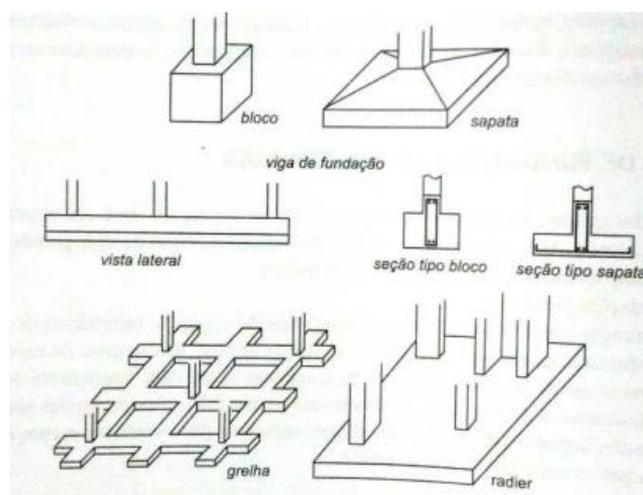


Fonte: Barros, 2011

Ainda conforme a ABNT NBR (6122:2010), são divididas em tipos:

- Sapata: Sendo de concreto armado, as tensões de tração resultantes devem ser resistidas pela armadura;
- Bloco: Sendo de concreto, as tensões de tração resultantes devem ser resistidas pelo concreto, sem obrigação das armaduras;
- Radier: Carregamentos distribuídos, abrange parte ou todos os pilares da estrutura;
- Sapata associada: Sapata que abrange mais de um pilar;
- Sapata corrida: Sujeita a ação de carga distribuída linearmente ou de pilares ao no mesmo alinhamento.

Figura 2 - Tipos de fundação superficial



Fonte: Velloso e Lopes, 2004

2.1.2. Fundação profunda (indireta)

Definida pela ABNT NBR (6122:2010), fundações profundas ou indiretas são elementos de fundação assentadas em uma profundidade superior ao dobro da menor dimensão do elemento de fundação, tendo como mínimo 3 metros de profundidade. Transmitindo sua carga para o terreno através de sua base e superfície lateral, denominadas sucessivamente de resistência de ponta e resistência fuste ou atrito lateral, conforme Figura 3.

Figura 3 - Fundação profunda (indireta)

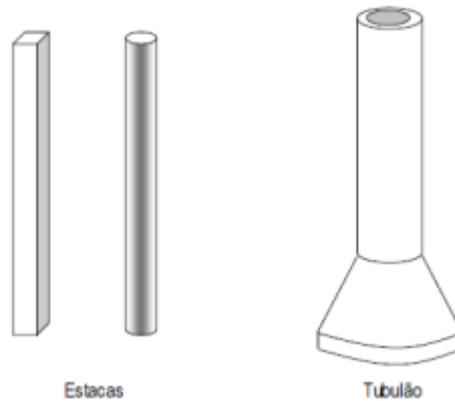


Fonte: Barros, 2011

Conforme a ABNT NBR (6122:2010), também são divididas em tipos:

- Estacas: Mesma dimensão ao longo de todo seu comprimento, sendo necessário equipamentos e mão-de-obra específicas. Onde a resistência lateral é maior que a resistência de ponta. Existem vários métodos e matérias para execução de uma estaca, sendo eles: Aço, madeira, pré-moldados e de dois ou mais materiais, dependendo da necessidade solicitada. Podendo ser cravadas, não havendo necessidade de retirada de solo, escavadas com a retirada de solo ou injetadas, onde o solo é perfurado.
- Tubulões: Sua dimensão ao longo de todo seu comprimento não se mantem, possuindo uma base alargada, sendo seu diâmetro maior que o diâmetro do fuste, onde é necessária escavação para a descida de uma pessoa para o alargamento dessa base. Nesse caso a transferência de cargas para o solo é através da base.

Figura 4 - Tipos de fundação profunda



Fonte: Adaptado de Velloso e Lopes, 2004

2.2. Patologias

A partir do início do crescimento populacional e civilizado, o homem necessitou-se a desenvolver algum tipo de estrutura através de um processo construtivo que desempenhasse suas necessidades, podendo ser para sua moradia, seu trabalho, lazer, para fins culturais, entre outros. Ao longo dos anos foram agregadas informações, experiências e estudos ocasionando o desenvolvimento dessas construções, que com o passar dos anos não foram suficientes para suprir as demandas solicitadas, pois ainda existem inevitáveis falhas humanas, além do limitado desenvolvimento tecnológico, originando insatisfatórios resultados levando a problemas patológicos na construção (RIPPER; SOUZA, 1998).

A Engenharia Civil é responsável pelo estudo e investigação de problemas das mais várias edificações como também suas alterações de funcionamento são originadas a partir de vícios patológicos. (JOPPERT JR., 2007).

A palavra Patologia é originalmente grega (páthos, doença, e logos, estudo). Na construção, o estudo patológico avalia o desempenho insatisfatório de todos os elementos necessários de uma edificação, analisando origens e causas, sendo amparados por normas técnicas como a NBR 15575 – Desempenho de edificações habitacionais, que visa avaliar o produto oferecido por construtoras perante os padrões mínimos de conforto, estabilidade, vida útil adequada da edificação, segurança estrutural e contra incêndios (CBIC, 2013). Definindo exigências técnicas que visam realizar a execução adequada de cada etapa de um

projeto. São estudadas as origens, meios de manifestações, possíveis consequências a fim de solucionar as recorrentes falhas, trazendo a necessidade de sistemas com o conhecimento suficiente na área para diagnósticos precisos. Existe uma complexidade nos procedimentos de solução das causas patológicas, não possuindo estudos e métodos cientificamente comprovados, levando em consideração os métodos empíricos e o conhecimento de longo prazo de um engenheiro (DO CARMO, 2003).

As causas de problemas patológicos são diversas, desde a falta de conhecimento e irresponsabilidade de profissionais, até o envelhecimento e desgaste natural da edificação. É de conhecimento que alguns problemas se manifestem com maior frequência, como fissuras nas peças estruturais (pilares, vigas e lajes) e trincas de revestimento, podendo serem problemas de natureza simples ou complexa, sendo analisado se há uma padronização do vício ou um problema que seja necessário estudos e ferramentas avançadas para auxiliar na situação (RIPPER; SOUZA, 1998).

O estudo patológico busca qualidade nos processos construtivos e durabilidade das edificações, sendo possível evitar o aparecimento de manifestações patológicas, realizando estudos aprofundados e detalhados sobre suas origens e causas, aprimorando o entendimento que se faz essencial para tomada de decisões na definição de procedimentos e planos evitando problemas maiores ao longo prazo (NAZARIO; ZANCAN, 2011).

Entre os mais variados problemas que surgem durante e após a conclusão de uma edificação, com um alto custo em sua manutenção, são as patologias relacionadas a fundação de uma edificação (ALONSO, 2019).

É indispensável para o dimensionamento da fundação um amplo acervo de informações para o conhecimento do comportamento do solo, iniciando-se no dimensionamento geotécnico para a definição da área de base das infraestruturas até o custo dos serviços envolvidos para a execução dos diversos tipos de fundação, onde a determinação da aplicação de cada tipo de fundação depende de diversos fatores, sendo de grande relevância o tipo de solo e as cargas solicitantes da estrutura (MILITITSKY, 2015).

2.2.1. Patologias na construção civil

Os variados tipos de problemas patológicos são originados a partir de falhas e erros em uma ou mais fases da execução, sendo considerados desde sua fundação até o acabamento.

Falhas muitas vezes são inevitáveis, onde geradas em determinadas fases da execução influenciam ainda mais no aparecimento de patologias.

A Tabela 1 apresenta a classificação das origens das patologias recorrentes na construção:

Tabela 1 - Origens das patologias

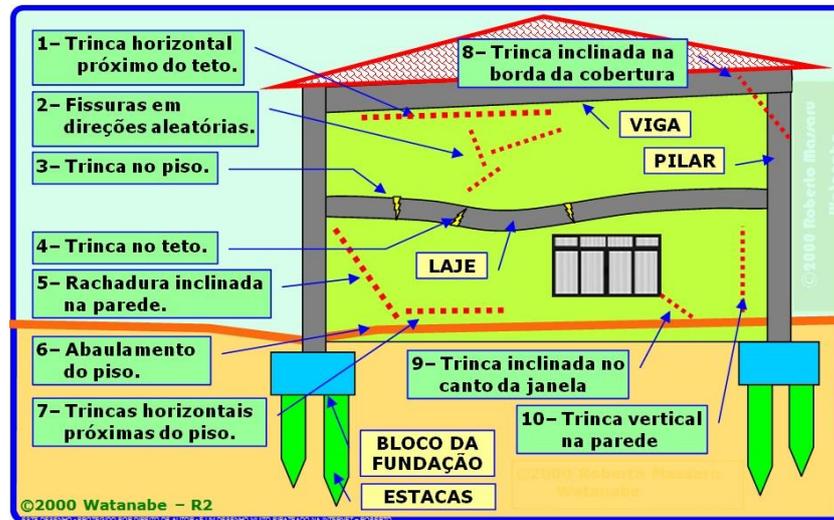
TIPOLOGIA	PERCENTUAL (%)
Causas diversas	1,6%
Disposições defeituosas	2,5%
Erros de concepção	3,5%
Fenômenos químicos	4,0%
Erros nas hipóteses de cálculo e uso dos Materiais	8,5%
Falhas de execução	16,5%
Deformações excessivas e sobrecargas	19,7%
Falhas resultantes de variações dimensionais	43,7%

Fonte: Adaptado pelo autor de Do Carmo (2003)

2.2.2. Patologia nas fundações

Entre as mais diversas patologias, as principais que ocorrem nas fundações tende-se ser as fissuras, trinca, rachaduras, assentamentos e rotações (ALONSO, 2020). Essas patologias provenientes das fundações geram grandes incertezas e riscos associados à construção e vida útil de toda a edificação, sendo as fundações responsável por todo desempenho estrutural, qualquer problema que leve a seu mau desempenho tem grande importância de ser evitado. Para isso ocorra é necessário determinar as principais causas e seguir todas as recomendações de execução com o intuito de reduzir significativamente a causa originaria do problema (MILITITSKY et al., 2015).

Figura 5 - Trincas, Rachaduras e Fissuras



Fonte: <http://www.ebanataw.com.br/roberto/trincas/index.php>

- Fissuras (2) – Até 0,5mm: Normalmente superficiais, não influenciam necessariamente em redução de componentes estruturais;
- Trincas (1) (3) (4) (5) (7) (8) – De 0,5mm a 1,5mm: Ruptura de algum elemento, podendo diminuir a segurança das peças de estrutura;
- Rachaduras – De 1,5 a 5,0mm: Aberturas totalmente indesejáveis, devendo ser analisadas antes serem tratadas e fechadas (SOARES, 2014).

Sendo necessário e importante o planejamento e estudo das causas de patologias nessas fundações, pois de acordo com Joppert Jr. (2007) existem reparos que não devem ser realizados apenas superficialmente que visam apenas o lado estético da estrutura, e sim prevenir um grande colapso devido ao processo de deterioração oculta da estrutura.

A maior causa desses problemas é a carência de investigação, ineficiência ou má interpretação da necessária análise de todos os aspectos geológicos da área que será executada, conduzindo a resultados incorretos, conseqüentemente causadores de patologias. Segundo Milititsky, Consoli e Schnaid (2015), são classificadas as origens de patologias nas fundações em grupos, sendo divididos em cinco:

- Caracterização do comportamento do maciço e investigação do solo;
- Análise projeto de fundações;

- Execução de fundações;
- Ações pós-conclusão das fundações;
- Degradação dos materiais constituintes das fundações.

Sendo perceptível que as patologias originadas nas fundações podem ocorrer em todo processo de execução de obra e até após sua conclusão, se tornando necessário estudos para prevenção de problemas.

3. METODOLOGIA

Para propor o problema de pesquisa que trata das prevenções de problemas das patologias em fundações, foi realizada uma pesquisa bibliográfica exploratória na literatura, a partir da qual foram identificados os principais autores que discorrem sobre o tema, dentre os quais destacam-se Jarbas Milititsky.

A partir do estudo bibliográfico, resgatou-se os principais conceitos, uma vez definidos os conceitos e estabelecido o problema de pesquisa, foram identificadas, a partir da literatura, as principais patologias em fundações. E somente após ter identificado as patologias, e a partir da compreensão das suas consequências e importância para a obra civil, pôde-se voltar o foco da pesquisa para a enumeração das formas de identificação previa e prevenções de problemas na literatura.

Uma vez identificada, partiu-se para as conclusões do trabalho.

4. IDENTIFICAÇÕES E PREVENÇÕES DE PROBLEMAS

4.1. Investigação do solo e desempenho do maciço

Por falta de recursos financeiros em obras de pequeno e médio porte geralmente a investigação do subsolo é equivocadamente dispensada, o que leva a soluções inadequadas na escolha e dimensionamento de uma fundação. É de conhecimento do engenheiro civil a importância de uma investigação criteriosa do subsolo que receberá as cargas provenientes da superestrutura, independentemente de seu tamanho e o que suportará (MILITITSKY, 2008).

O estudo do subsolo se torna primordial para o projeto de uma edificação, sendo possível a através de um estudo cauteloso a identificação do melhor tipo de fundação para cada caso, visando a segurança de toda a edificação.

Para o estudo do subsolo é aconselhado a execução de sondagens, sendo um processo repetitivo que consiste na abertura de alguns furos no terreno, ensaios de penetração e amostras a cada metro de solo sondado conforme determina a NBR 8036:2020, seguindo os requisitos técnicos, conforme Godoy (1971):

- Determinação de tipos dos solos até sua profundidade que será utilizada;
- Determinação da compactidade (areias) e/ou consistências (argilas) dos diversos tipos de solo;
- Determinação das espessuras de camadas que constituem o subsolo e avaliação das superfícies que separam;
- Informações sobre a ocorrência de água, como o lençol freático.

Na Tabela 2 é apresentada as principais causas de problemas originados por falta de sondagens e outros estudos necessários do subsolo dos determinados tipos de fundação:

Tabela 2 - Problemas por falta de sondagem

Tipo de fundação	Problemas decorrentes
Superficiais	<ul style="list-style-type: none">• Tensões excessivas, incompatíveis com as características do solo, tendo como consequência assentamentos inaceitáveis e/ou ruptura.• Fundações em solos/aterros heterogêneos, provocando assentamentos diferenciais.• Solos compressíveis sem análises de possíveis assentamentos, resultando em deformações.• Fundações apoiadas em materiais com desempenhos diferentes, sem junta, originando assentamentos diferenciais.• Fundações apoiadas em camadas duras sobreposta em solos moles levando a ruptura ou grandes deslocamentos.

- Estacas inadequadas, geometria e tipo inadequada, comprimento e/ou diâmetro inferiores e mal dimensionadas ao necessário.

Profundas

- Atritos negativos não previsto, reduzindo a carga admissível adotada para a estaca.

Fonte: Adaptado pelo autor de Milititsky, Consoli e Schnaid (2015).

Segundo Alonso (2019) os casos mais recorrentes de problemas causados nas fundações por consequência do subsolo são: investigações insuficientes em áreas com grande dimensão ou que apresentem subsolos de variados tipos.

Existem alguns requisitos que são de extrema importância na caracterização do maciço da fundação, como a determinação da espessura das camadas, se fazendo necessário o conhecimento de todas elas, seja por testes em laboratórios. (ALONSO, 2019)

Deve ser realizada uma investigação geológica para verificar possíveis formações rochosas e ter o conhecimento de profundidade e consistência delas. Assim como, deverá ser considerado o posicionamento lençol freático e de suas características para analisar as possibilidades de água que futuramente podem provocar problemas de patologia no maciço por conta da permeabilidade (ASSED, 1988).

Algumas dificuldades são encontradas durante a investigação, por exemplo, quando o solo não apresenta semelhança de estrutura (BAUER, 2014), pois conforme Alonso (2019) as fundações que se assentam em diferentes tipos de solo, resultam em diferentes comportamentos que provocam recalques diferenciais, acontece quando não é identificado que esse subsolo é formado por uma camada dura sobreposta a uma camada mole, sendo necessárias sondagens em todo local da construção, onde é recomendado que sejam utilizados equipamentos que penetrem em todas as camadas, realizando as sondagens em percussão para determinar as características daquele subsolo (REBELLO, 2017).

A vegetação presente no subsolo que será analisado também pode causar problemas futuros na construção, as raízes se movimentam o solo ao redor e abaixo da fundação podendo movimentá-las, além de removerem a umidade do solo e alterando alguns aspectos do solo, que futuramente podem causar danos significativos (REBELLO, 2017).

A realização da investigação do subsolo não garante que não ocorrerá erros, apenas ameniza e viabiliza a prevenção de futuros problemas, pois conforme Milititsky, Consoli e Schnaid (2015), podem ocorrer falhas e erros na execução e interpretação das investigações e estudos do solo.

4.2. Análise e projeto de fundações

Analisar um problema de fundação ocorre posteriormente a determinação das cargas solicitantes e do tipo de subsolo, necessitando-se que informações adquiridas sejam interpretadas de forma adequada considerando seu comportamento e as cargas que serão submetidas (MILITITSKY, 2015).

Após obter todas as informações necessárias sobre o solo presente, Carvalho (2018) orienta sobre a necessidade da realização de cálculos analíticos do comportamento dessas tensões e das possíveis deformações para assim decidir a fundação mais apropriada para cada caso, sendo definidas de acordo com os tipos de cargas (positiva e negativa, horizontal e vertical) que nela serão aplicadas e que modo serão distribuídas para o solo.

O mesmo Carvalho (2018) destaca outros fatores primordiais que deve levar em consideração para a decisão do tipo de fundação, além dos fatores e critérios técnicos e condicionantes da investigação geotécnica, sendo eles: informações de evidências da existência aterros e cortes realizados na região, possibilidades do acontecimento de erosões ou de amolecimento de solos, existência rochas, lixos enterrados ou outros empecilhos.

Conforme Milititsky, Consoli e Schnaid (2015) problemas originados na etapa de análise e projeto que envolvem o comportamento do subsolo são inúmeros, onde salientam a necessidade de que a estimativa de projeto seja feita por profissionais especializados com um grande acervo de conhecimento, citando cinco problemas que consequentemente surgem na etapa da vida de uma fundação:

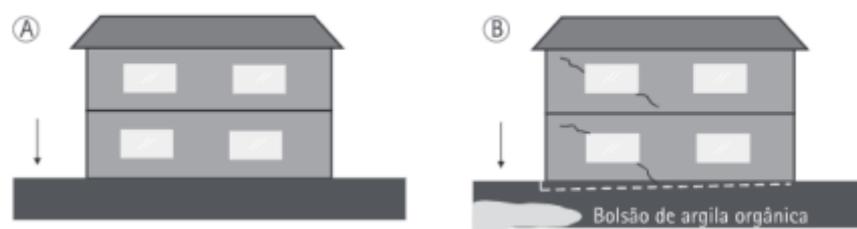
- Relativos ao solo - problemas envolvendo o solo como principal causador;
- Relativos ao mecanismo - problemas oriundos da carência da identificação de mecanismos causadores de comportamento inesperados ou colapso;

- Relacionados ao desconhecimento do comportamento das fundações – comportamentos diferentes da edificação de maneira específica;
- Relativos a fundação – problemas causados pelo projeto e/ou detalhamento estrutural
- Relacionados a ausência ou especificações construtivas.

O primeiro problema a ser mencionado é a adoção de perfil de projeto otimista, ou seja, superestimando as características e comportamento do solo, não levando em consideração a existência de trechos importantes desse solo que podem possuir variadas camadas desiguais e o possível lençol de água, adotando propositamente um perfil diferente do real, onde adoção equivocada e errônea desconsiderando a camada de solo contribui na aparição de manifestações patológicas, podendo usar como exemplo o surgimento de trincas e fissuras devido ao recalque causado pelo assentamento (MILITITSKY et al., 2015).

Na figura abaixo Milititsky, Consoli e Schnaid (2015) usa como exemplo um perfil de solo otimista (A) e o perfil de solo real (B):

Figura 6 - Tipos de solos

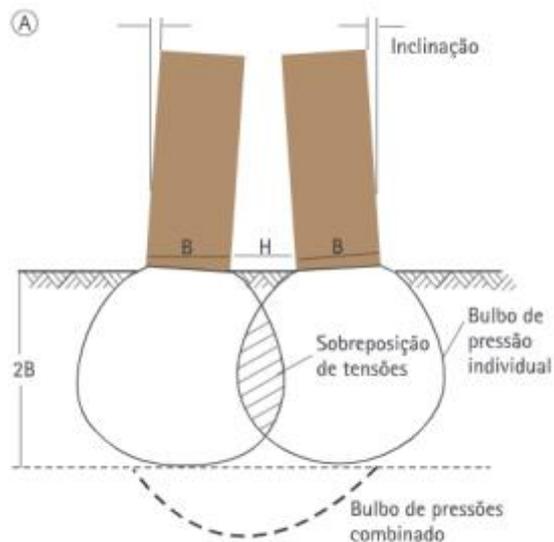


Fonte: Milititsky, Consoli e Schnaid, 2008.

O segundo problema conforme Milititsky, Consoli e Schnaid (2015) pode se dizer que é relacionado ao mecanismo solo-estrutura, corre no momento que uma fundação transfere as cargas para o solo considerada de forma isolada, não sendo considerada a existência de outras edificações ao redor que também transmite carregamentos ao solo, ocorrendo a

sobreposição das tensões, tendo como consequência o assentamento do solo que origina o recalque diferencial, levando a edificação ao desaprumo e aparecimento de fissura.

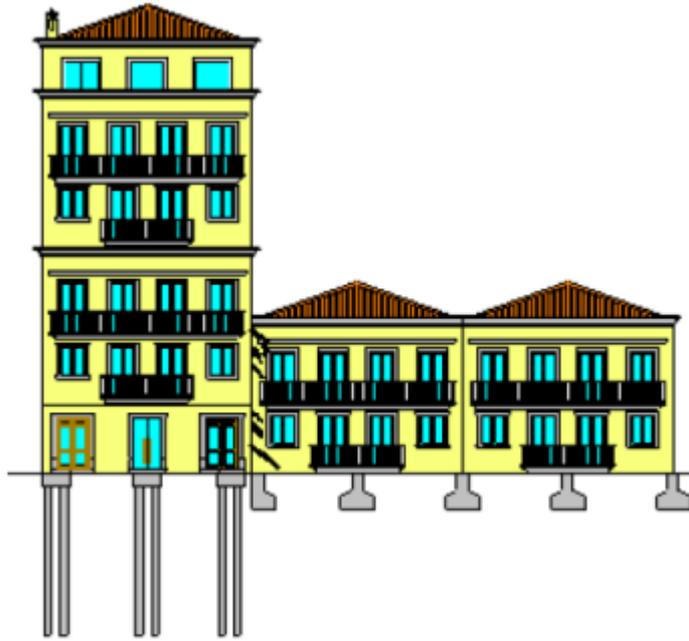
Figura 7 - Sobreposição de tensões



Fonte: Milititsky, Consoli e Schnaid, 2008.

Conforme Milititsky, Consoli e Schnaid (2015) o terceiro problema é o desconhecimento do comportamento das fundações sendo que cada tipo causa um efeito distinto em seu desempenho e na forma de transmitir cargas para o solo, gerando diferentes deformações. Como exemplo a utilização de diferentes tipos de fundações para a mesma edificação após ser considerado os tipos e profundidades de cada camada encontrada na área de construção, cargas solicitadas e dificuldades encontradas. Para esse tipo de escolha é necessário o conhecimento da compatibilização das deformações sofridas pelos diferentes tipos fundações utilizadas, pois essa adoção pode ocasionar as diversas manifestações patológicas, como recalque diferencial.

Figura 8 - Diferentes tipos de fundação na mesma edificação



Fonte: Milititsky, Consoli e Schnaid (2015).

O quarto problema conforme Milititsky, Consoli e Schnaid (2015) é relativo ao estrutural da fundação, quando ocorrem falhas na determinação das cargas atuantes, desconsideração de sobrecargas e de outras cargas provenientes da superestrutura como as acidentais e erros de dimensionamento, geralmente essas falhas ocorrem devido a falta de experiência do projetista, subdimensionando as fundações e não levando em consideração sua importância em todo o desempenho da fundação.

Ainda citado por Milititsky, Consoli e Schnaid (2015) o quinto problema está relacionado as especificações construtivas, que fica definido a necessidade de atender todos os critérios de fundações, com grande importância da presença de especificações detalhadas no dimensionamento do projeto. Conforme Carvalho (2010) as especificações adequadas permitem que as possíveis alterações ao longo da execução sejam consideradas, podendo identificar qualquer empecilho e minimizando a possibilidade de erros.

Demais manifestações podem surgir em situações não comuns, a fim de ter conhecimento de todas e evitá-las, é válido a apresentação de mais de uma alternativa de projeto para fundações considerando os prazos e custos (PEREIRA JÚNIOR, 2020).

4.3. Execução de fundações

Falhas na execução compõem o terceiro maior responsável dos problemas relacionados ao comportamento de fundações, afirma Milititsky, Consoli e Schnaid (2015) evidenciando que os problemas são diferentes quando comparado fundações rasas e profundas.

Na execução de fundações rasas é possível destacar problemas relativos ao solo quanto a problemas na estrutura da própria fundação. Quanto ao solo, podemos verificar fundações que assentam nos variados tipos de camadas com diferentes comportamentos e a mudança do material do solo por outro não adequado e com comportamentos distintos do previsto. Analisando os problemas estruturais da fundação, os principais fatores são que podem ser citados é a característica imprópria dos materiais que foram utilizados, deficiência da regularização da abertura para o assentamento, dimensionamentos equivocados que foram definidos inicialmente em projeto e insuficiente ou má distribuição da armadura no maciço da fundação (MILITISKY, 2015).

Em fundações profundas os problemas relacionados a esta tipologia são mais variados, podendo citar como exemplo, erro de posicionamento de estacas, desvios devido a obstruções, mudança do tipo da estaca, concreto com características não seguindo às exigências consideradas em projeto, empresas sem o conhecimento e comprometimento suficiente para a execução das mesmas e entre outros fatores (MILITISKY, 2015).

No processo de execução é necessária uma rígida supervisão por um profissional experiente para identificar e realizar possíveis reparos (CARVALHO, 2018).

4.4. Ações pós-conclusão da fundação

Os eventos após a conclusão da execução de uma fundação são fatores relevantes que podem levar ao surgimento de patologias, mesmo que a maioria são previstas e supostamente evitados na fase do planejamento e execução, deve-se buscar maneiras de prevenção, levando em consideração também que existem outros que não são identificados, como os acidentes. Esses eventos devem ser supervisionados à risca para que os elementos de fundação trabalhem de forma adequada no qual para que foram projetados, não perdendo assim sua devida função (PEREIRA, JUNIOR 2018).

Milititsky, Consoli e Schnaid (2015) evidenciam os principais eventos: alterações nos carregamentos da superestrutura e modificação da função para que a estrutura foi projetada; movimentos no solo influenciados por ações externas como vibrações e choques de equipamentos industriais que geram vibrações excessivas, cravação de estacas e explosões de rochas.

As ocasiões não previstas no projeto de uma fundação precisam ser acompanhadas e investigadas, podendo causar desde pequenas patologias como fissuras até seu colapso total. Em alguns projetos é previsto aquilo que pode ser adicionado e em outros casos não é previsto além do que foi investigação inicialmente (JOPPERT JR; 2007).

4.5. Degradação dos materiais constituintes das fundações

Projetos de engenharia possuem elementos que normalmente estão enterrados em contato direto com o solo e a água, como as fundações, que devemos levar em consideração os aspectos de durabilidade e permanência de seu estado físico no longo prazo. As consequências das ações dos elementos naturais citados nos elementos de construção devem ser previstas na etapa de investigação do solo, devendo ser identificado materiais agressivos ou contaminantes que possam degradar os elementos estruturais durante o tempo, garantindo a prevenção para o desempenho e maior vida útil do material, sem necessitar de reparos morosos (MILITISKY, 2015).

Conforme Carvalho et al. (2018) os fatores principais cuidados são: pH (potencial hidrogeniônico) do solo, teor de sulfatos e/ou cloretos; resíduos vindos de aterros sanitários e/ou industriais, com elementos agressivos e desconhecidos, lençóis de água e entre outros.

Dentre os principais materiais agregados nas estruturas de fundações e que costumam sofrer com a ação dos elementos naturais e do tempo podemos citar o concreto, aço e a madeira, onde a presença do solo e da água pode ocasionar diminuição da durabilidade do concreto em contato aos agentes químicos do solo, no aço temos o a corrosão e na madeira é perdida a integridade física e conseqüente perda a sua resistência.

Geralmente acontecem falhas e erros provindos de humanos desde a elaboração do projeto até sua execução, sendo necessário prever situações a fim de prevenir qualquer problema maior, como exemplo uma falha comum é no momento de dosar o concreto

(REBELLO, 2017). Erros no concreto são o maior causador de problemas patológicos vindos da degradação do material, sendo importante o acompanhamento de cura, compactação, recobrimento das armaduras e a boa escolha de matérias para execução (ALONSO, 2020).

Importante ressaltar que reparos devem constar no projeto de fundação de qualquer construção, fazendo necessário claramente também o uso de materiais com qualidade segura para minimizar problemas no curto e longo prazo, pois trata-se da parte de uma edificação que é complicada realizar reparos (REBELLO, 2017).

5. CONCLUSÕES

O presente trabalho buscou analisar e compreender norteando profissionais da área sobre a importância da prevenção de problemas patológicos, alertando sobre suas consequências e possíveis prevenções a origem das manifestações patológicas em edificações. Após o estudo, foi percebido que o sucesso na execução de uma construção de fundação depende de diversos fatores, como as condições de solo, cálculos e projetos adequados, especificações precisas e detalhadas, procedimentos alinhados e boas práticas juntamente com bons profissionais, bons materiais e uma boa execução e mesmo com a contratação de empresas especializadas para a execução de uma fundação é necessário o acompanhamento do responsável pela obra, verificando dados e fatos para analisar a conformidade com as especificações prevista em normas vigentes.

Foi observado que o engenheiro civil responsável por todo processo de uma fundação necessita de um grande acervo de conhecimento e experiências para que seja possível se antecipar dos problemas e corrigi-los na fase de elaboração de projeto, antes de qualquer problema de maior gravidade.

Utilizado como referência de estudo o pensamento de Milititsky, Consoli e Schnaid (2015) abordando as causas mais comuns de patologia em fundações, é de suma importância conhecer além de onde a edificações será apoiada, como as mais diversas características, assim como a tipologia de fundação ideal para a situação e a região ao redor da área da edificação, procurando prever e evitar efeitos como a sobreposição de tensões e consequente os recalques.

6. BIBLIOGRAFIA

ALONSO, Urbano Rodriguez. **Exercícios de fundação**. 3. ed. Ed. Edgard Blucher: São Paulo, 2019.

ALONSO, Urbano Rodriguez. **Previsão e controle das fundações: uma introdução ao controle**. 3. ed. Ed. Edgard Blucher: São Paulo, 2020.

ASSED, J. Alexandre et al. **Construção civil, metodologia construtiva**. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos Editora, 1988.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6122: **Projeto e execução de fundações**. Rio de Janeiro, 2010

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 8036: **Programação de sondagens de simples reconhecimento dos solos para fundações**. Rio de Janeiro, 1983

BAUER, L. A. Falcão. **Materiais e construção**. Editora LTC. Rio de Janeiro: 2014.

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.

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

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

JOPPERT JR. Ivan. **Fundações e Contensões de Edifícios. Qualidade Total na Gestão do Projeto e Execução**. 1. ed. Oficina de Textos: Cubatão, 2007.

MILITITSKUY, Jarbas. CONSOLI, Nilo Cesar. SCHINAID, Fernando. – **Patologia das Fundações**, Editora PINI, São Paulo, maio, 2008.

MILITITSKY, Jarbas; CONSOLI, Nilo Cesar; SCHNAID, Fernando. **Patologia das fundações**. 2. ed. Ed. Oficina de Textos: Cubatão, 2015.

NAZARIO, Daniel; ZANCAN, Evelise C. **Manifestações das patologias construtivas nas edificações públicas da rede municipal e Criciúma: Inspeção dos sete postos de saúde**. Santa Catarina, 2011.

OLIVEIRA, A. M. **Fissuras, Trincas e Rachaduras causadas por recalque diferencial de fundações.** 2012. 54f. Monografia (Especialização em Gestão de avaliações e perícias) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2012.

PEREIRA JÚNIOR, Maurício Campos. NEVES, Rafael Gomes. FAGUNDES, Fabiano. **Patologia em fundações: Identificação e prevenção de problemas. Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento.** Ano 05, Ed. 11, Vol. 06, pp. 26-43. novembro de 2020.

REBELLO, Yopanan C. P. **Fundações. Guia Prático de Projeto, Execução e Dimensionamento.** 3. ed. Ed: Zigurate: Franca, 2017.

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

VELLOSO, D. A. LOPES, F. R. **Fundações, critérios de projeto – investigação do subsolo.** São Paulo: Oficina dos Textos, 2004.

BARROS, C. **Apostila de fundações.** Pelotas: Instituto Federal do Rio Grande do Sul, 2011.

CARVALHO C. S; FALCONI, Frederico F.; FROTA, Régis G. Q.; HACHICH, Waldemar; NIYAMA, Sussumu; SAES, José Luís. **Fundações: Teoria e Prática. ABEF Ass. Brasileira de Empresas de Eng. de Fundações e Geotecnia/ABMS Ass. Brasileira de Mecânica dos Solos e Eng. Geotécnica:** São Paulo, 2018.