XVII Congresso Internacional sobre Patologia e
Reabilitação das Construções

XVII Congreso Internacional sobre Patología y
Rehabilitación de las Construcciones

XVII International Conference on Pathology and
Constructions Rehabilitation

FORTALEZA (Brasil), 3 a 5 de junho de 2021

<https://doi.org/10.4322/CINPAR.2021.040>

Acidentes estruturais em elementos de fundação : Uma revisão de literatura

Structural accidents in the foundation elements : A review of the literature

Adriano ANTUNES MONTEIRO¹, Tiago EDUARDO DE OLIVEIRA BEZERRA², Daniel ABREU BEZERRA³, Karoline TEIXEIRA DA SILVA⁴, Jéssica Maria BEZERRA LEITE⁵, Jorgiane PIRES BEZERRA⁶

¹École Supérieure d'Ingénieurs des Travaux de la Construction (ESITC Caen), Caen, França, adrianoantunesmonteiro@gmail.com

²Centro Universitário Farias Brito (FB Uni), Fortaleza, Brasil, tiagobezerra.84@gmail.com

³FB Uni, Fortaleza, Brasil, danielabreubezerra@gmail.com

⁴ESITC Caen, Caen, França, karolinetx@gmail.com

⁵Instituto Federal do Ceará (IFCE), Maracanaú, Brasil, jessicaambl@gmail.com

⁶IFCE, Maracanaú, Brasil, jorgianepires@gmail.com

Resumo: Na Engenharia de Fundações, a previsão de cargas admissíveis dentro de um elemento presente na fundação e profundidade ideal apresentam uma complexa solução para o profissional. Vale lembrar que o fundamental problema reside na dificuldade em identificar a composição dos solos, os quais juntamente com os elementos de fundação compõem a infraestrutura. Assim, a pesquisa tem como objetivo geral analisar os acidentes estruturais da construção civil, tendo como objetivos específicos: apresentar a patologia na construção; avaliar o comportamento das fundações submetidas a fissuras, corrosões e trincas. Trata-se de pesquisa bibliográfica, de caráter exploratório e de natureza qualitativa, desenvolvida através de estudo em livros e revistas científicas. As principais causas dos acidentes estruturais foram atribuídas na pesquisa, seja pela corrosão do aço de estruturas dos mais variados ambientes, erros de execução da obra, algumas falhas no que tange ao escoramento, falhas de recalque, no processo do próprio projeto, e muitos outros aspectos.

Palavras-chave: Engenharia Civil. Fundação. Acidentes Estruturais. Patologia na Construção.

Abstract: In Foundation Engineering, the prediction of admissible loads within an element present in the foundation and ideal depth presents a complex solution for the professional. It is worth remembering that the fundamental problem lies in the difficulty in identifying the composition of the soils, which together with the foundation elements make up the infrastructure. Thus, the research has the general objective of analyzing structural accidents in civil construction, having as specific objectives: to present the pathology in construction; evaluate the behavior of foundations subjected to cracks, corrosions, and cracks. This is bibliographic research, exploratory and of a qualitative nature, developed through study in books and scientific magazines. The main causes of structural accidents were attributed to the research, be it due to the corrosion of steel in structures of the most varied environments, errors in the execution of the work, some failures with regard to shoring, failures of settlement, in the design process itself, and many others aspects.

Keywords: Civil Engineering. Foundation. Structural Accidents. Construction Pathology.

1. Introdução

O ramo da construção civil está entre os mais essenciais do mercado no país. Através da Engenharia Civil, insere-se no mercado capital rotativo e garante-se a oferta e demanda de uma quantidade expressiva de empregados no canteiro de obras. E novas táticas estão sendo sempre atribuídas neste setor, tendo em vista intensificar alterações econômicas e sociais, na busca por mais qualidade e redução de custos.

A construção civil é avaliada uma indústria altamente fragmentada em um amplo número de empresas de pequeno porte, envolvendo uma espantosa variedade de intervenientes e, comparativamente a outros setores, não é eficiente (NETO, 2011; PALACIOS, *et al.*, 1995).

Para Maranhão (2010), deve haver conformidade entre as escolhas dos materiais e as técnicas construtivas com o projeto, para que possam atender às expectativas dos usuários e a conservação de suas propriedades e características iniciais.

A estabilidade presente nas edificações também tem sido um desafio para profissionais da construção civil. Isso, porque mesmo que o trabalho e projetos sejam feitos com bastante atenção e cuidado, muitas edificações, se sujeitam ao longo dos anos e com o desgaste natural, a determinados comportamentos anômalos presentes no solo, mudanças na forma da edificação e interferência subterrânea. Buscando evitar que possíveis problemáticas, tais como: fissuras e alterações na estrutura da alvenaria, é necessário conhecer de forma aprofundada equipamentos e técnicas utilizados para executar dessemelhantes tipologias de fundações.

Comumente nas grandes cidades, a escassez e o custo elevado de espaço fizeram com que os projetos arquitetônicos buscassem usar inteiramente a pouca área existente e maximizassem a altura das edificações (SILVA, 2010). Para tanto, o aumento expressivo na altura das edificações leva não somente à preocupação quanto à verificação das cargas verticais nos pilares, mas também à necessidade de verificação da estabilidade global da edificação, de tal forma que os pilares possam resistir aos esforços horizontais.

Para Thomaz (2002), estas particularidades desta indústria elucidam completamente a formulação e desenvolvimento de um planejamento, interligado a um controle gerencial, que admita as pequenas empresas competir com sucesso e adaptar-se às mudanças do ambiente competitivo.

É importante destacar que entre os diversos setores industriais que se tem conhecimento, a construção civil por suas características peculiares e também por razões conjunturais foi o que apresentou maiores dificuldades de adaptação, sendo essa a justificativa da pesquisa (VELLOSO, 2010).

Pode-se dizer que a Engenharia de Fundações é uma área de conhecimento que envolve estudo, experiência e cautela, para encaminhar soluções à ampla diversificação dos problemas que se proporcionam. Sendo assim, a previsão das cargas admissíveis para um elemento de fundação e a profundidade ideal para sua implantação tem, muitas vezes, solução complexa a ser estabelecida pelo engenheiro (ANDRADE, 2003).

Vale lembrar que o fundamental problema reside na dificuldade em identificar a composição dos solos, os quais juntamente com os elementos de fundação compõem a infraestrutura. Acredita-se que a maneira de tornar a edificação mais estabilizada, é utilizando-se a caixa do elevador e/ou da escada com elementos mais rígidos para vencer as influências das forças horizontais (ANDRADE, 2003).

De acordo com Silva (2010), admita-se, que o contraventamento realizado por tirantes entre os pilares além de ter o custo mais elevado, não tem a mesma eficiência quando comparado com o travamento realizado na caixa do elevador.

Um aspecto cultural bastante disseminado é o fato de que os usuários das edificações não aplicam, com relação a esse produto, as mesmas exigências de desempenho e qualidade que exigem de produtos de outras indústrias, como a automobilística (BORGES, 2008).

Existe na Construção Civil um agregado de atividades complexas que estão associadas entre si, dada a diversificação dos seus produtos e equipamentos, que estão em constante evolução tecnológica, e que estão vinculados com os mais diversos tipos de demanda. E abriga indústrias tecnológicas, capital intenso, química, siderúrgica, empresas de serviço, tendo como característica marcante a diversidade (SUELEN GADOTTI, S. 2021).

Porém o desenvolvimento tecnológico gerou um crescimento acelerado que resultou também em aspectos negativos, como a deterioração precoce das edificações que, conseqüentemente, apresentam uma diminuição no seu desempenho.

Esses aspectos negativos advêm de um conjunto de irregularidades interligadas entre si, por exemplo, uma má execução das fundações, onde não se deu a devida importância aos carregamentos horizontais, que com o passar dos anos se acentuarão os recalques sofridos pelas edificações, a mão de obra desqualificada, gerando problemas na vida útil da edificação.

No entendimento de Thomaz (2002), tanto os materiais, as técnicas e os procedimentos de construção de edifícios têm crescido de forma marcante nos últimos tempos, exigindo mais conhecimentos multidisciplinares por parte dos engenheiros, arquitetos, pedreiros, serventes e os construtores em geral. Novos métodos têm sido seguidos com baseamento em práticas tradicionais resultando, muitas vezes, em insucessos técnicos e econômicos.

A variedade de uma obra é considerada interminável e, portanto, não há uma única saída para tornar real a construção sustentável. Segundo dados da última pesquisa da UNEP (2007), o setor de Construção Civil consome quase 50% de todos os recursos naturais, responde por 25 a 40% do consumo de energia; 30 a 50% da geração de resíduos sólidos e 30 a 40% da emissão de gases de efeito estufa.

Na esfera social o setor também é representativo, de maneira especial em países emergentes, absorvendo grande parte da mão de obra despreparada para os desafios dos novos tempos. Para Maciel e Melhado (1995 *apud* SILVA, 2010), deve haver conformidade entre as escolhas dos materiais e as técnicas construtivas com o projeto, para que possam atender às expectativas dos usuários e a conservação de suas propriedades e características iniciais e evitar manifestações patológicas .

Assim, as manifestações patológicas das fundações de forma geral ainda são pouco discutidas no meio técnico da atividade profissional, e por vezes só ganham atenção quando ocorrem acidentes de grandes proporções relatados pelos meios de comunicação (SUELEN GADOTTI, S. 2021).

Assim, a pesquisa tem como objetivo geral analisar os acidentes estruturais dos elementos de fundação da construção civil. Os objetivos específicos são: apresentar a patologia nas fundações, avaliar o comportamento das fundações submetidas a fissuras, corrosões e trincas, sugerir medidas de reparo, se possível.

2. Aspectos gerais das fundações

As fundações são utilizadas pela engenharia para tratar de estruturas. Elas são as responsáveis pela transmissão de pedidos de construção no solo e podem ser divididas em muitos tipos, que recebem determinada carga e peculiaridade de solo. Nas fundações rasas e/ou diretas, existem elementos onde sua carga se transmite diretamente no terreno, sofrendo pressão na base da fundação e com profundidade relacionada a este terreno sendo inferior em duas vezes sua dimensão (BASTOS, 2011).

Prontamente se incluem neste tipo de fundação os blocos, as sapatas (isoladas, corridas, associadas, alavancadas, vigas de fundação) e os radies, conforme NBR 6122. A fundação é a parte de uma estrutura que transmite ao terreno a carga da obra edificada ou a edificar. Vargas (2002) assevera, também, que o estudo da fundação abrange preliminarmente duas partes fundamentalmente distintas:

- a) No processo de cargas sobre a fundação, são transmitidas sobre camadas deste terreno, porém capaz de suportar uma possível ruptura. Nela, deformidades provenientes de suas camadas no solo devem ser compatíveis a sua estrutura;
- b) Já no estudo de terreno, existe a execução dessa fundação, porém não existe dano a outras estruturas próximas. E na execução de fundações, a escolha do tipo é feita pelo aspecto econômico.

De acordo com Hachich (2000), no projeto existem elementos, tais como a topografia daquela área, levando em consideração o levantamento topográfico que engloba toda a representação altimétrica e planimétrica, bem como acidentes geográficos da porção deste terreno.

Há ainda que se considerar, informações sobre a encosta do terreno, se suporta causas naturais e cargas adicionais. As erosões devem ser analisadas no processo de desagregação do solo e de fragmentos de rochas. A partir de informações geotécnicas e geológicas, busca-se analisar o subsolo e informações sobre a existência de sondagens mistas, poços, ensaio de cone e outros (ANDRADE, 2003).

a) Dados da estrutura a construir:

- ✓ Tipo e uso que terá a nova obra: tamanho e complexidade funcional do local, considerando seu entorno e tipo de vizinhança;
- ✓ Sistema estrutural: resistência dos materiais e da estrutura a ser utilizada para o uso em questão;
- ✓ Cargas: estudo de cargas diárias que devem ser suportadas pelas fundações.

b) Dados sobre construções vizinhas:

- ✓ Tipo de estrutura e fundações;
- ✓ Número de pavimentos, carga média por pavimento;
- ✓ Desempenho das fundações;
- ✓ Existência de construções no subsolo;
- ✓ Avaliar as possíveis consequências de escavações e vibrações provocadas pela nova obra.

2.1 Processo de Fundações e Tipos

Conforme a ABNT NBR 6122 (2020), nota-se que as fundações são convencionalmente separadas em dois grandes grupos:

- a) Fundações Rasas ou Diretas: Tecnicamente, as fundações rasas ou diretas são aquelas em que a profundidade de escavação é inferior a três metros, sendo mais utilizadas em casos de cargas leves, como residências, ou no caso de solo firme.
- b) Fundações Profundas: São mais utilizadas em casos de edifícios altos em que os esforços do vento se tornam consideráveis, e/ou nos casos em que o solo só atinge a resistência desejada em grandes profundidades.

Os tipos mais comuns de fundação profunda são as estacas escavadas e as estacas cravadas. As estacas cravadas podem ser de madeira, metálicas e concreto armado. Cabe destacar que o que distingue, sobretudo, uma fundação rasa ou direta é o fato da distribuição de carga do pilar para o solo advir pela base do elemento de fundação, sendo que, a carga aproximadamente pontual que ocorre no pilar, é transformada em carga distribuída, num valor tal, que o solo seja capaz de suportá-la (MARAGON, 2018).

A fundação profunda, a qual tem grande comprimento em relação a sua base, com mais de 3 m de profundidade oferece grande capacidade de carga devido ao atrito lateral do corpo do elemento de fundação com o solo (MELHADO, *et al.*, 2002):

Sendo assim a fundação profunda, normalmente, dispensa abertura da cava de fundação, constituindo-se, por exemplo, em um elemento cravado por meio de um bate-estaca. A fundação profunda é seguida quando a fundação direta não for recomendada. Sendo assim são separadas em três tipos principais (MELHADO, *et al.*, 2002):

- Estaca-elemento de fundação profunda executado com auxílio de ferramentas ou equipamentos, execução esta que pode ser por cravação a percussão, prensagem, vibração ou por escavação, ou, também, de forma mista, envolvendo mais de um destes processos;
- Tubulão - elemento de fundação profunda de forma cilíndrica, em que, pelo menos na sua fase final de execução, existe a descida de operário (o tubulão não difere da estaca por suas dimensões, porém pelo processo executivo que envolve a descida de operário);
- Caixão—elemento de fundação profunda de forma prismática, concretado na superfície e instalado por escavação interna.

3. Metodologia

Foi inicialmente realizada uma pesquisa bibliográfica, para explanar sobre o conteúdo, abordando as fundações e acidentes estruturais, análise técnica dos acidentes e as patologias das fundações, fissurações nas alvenarias, flambagens e para definir quais são os tipos de fundações e suas patologias.

As informações foram coletadas em artigos, revistas, trabalhos científicos que trazem em seus temas os acidentes estruturais e as patologias das construções. A abordagem foi descritiva e de acordo com os objetivos do trabalho, o estudo é qualitativo, pois foram feitas pesquisas em dados previamente publicados por fontes citadas na pesquisa.

De acordo com Ruiz (2011) é através da pesquisa bibliográfica que é possível analisar fatos relevantes com base teórica e científica, seguida de relato. Para isso, determina-se as técnicas pelas quais se deve utilizar e que serão empregadas para responder à questão norteadora da pesquisa ao longo do referencial teórico e que serão suficientes para apoiar as conclusões da pesquisa.

Neste sentido, o trabalho compreendeu 5 etapas, a primeira etapa consistiu no ato introdutório que explica o contexto atual, problemática, justificativa e os objetivos do artigo.

A segunda etapa consiste no embasamento dos conceitos abordados nesta pesquisa, onde descreve as principais definições para a compreensão do conteúdo técnico disposto.

A terceira etapa contemplou o percurso metodológico que este estudo apresentou, nesse contexto do estudo bibliográfico, foram lidos os artigos e escolhido uma primeira amostra baseada nos resumos lidos para a averiguação da compatibilidade do tema. Em seguida, foi realizada uma segunda amostra mais específica onde foram escolhidos os trabalhos que contribuíram com este artigo, baseado na leitura completa da literatura envolvida.

A quarta etapa apresentou os resultados contidos após o percurso metodológico, descrevendo os principais acidentes em elementos de fundação. Assim, na quinta e última etapa foram realizadas as conclusões finais da pesquisa.

4. Resultados e discussões

4.1 Acidentes estruturais

Helene (2000) define a corrosão das armaduras de concreto como um fenômeno de natureza eletroquímica que pode ser acelerado pela presença de agentes químicos externos ou internos ao concreto.

Os danos causados pela corrosão de armadura geralmente são manifestados por fissuras no concreto paralelas à direção da armadura, delimitando ou desprendendo o recobrimento. Em componentes estruturais que apresentam uma elevada quantidade de umidade, os primeiros sintomas de corrosão evidenciam-se por meio de manchas de óxido nas superfícies do concreto (MIOTTO, 2010).

Produzir por efeito da corrosão óxido expansivo, com aumento de volume de aproximadamente oito a dez vezes do volume original, cria-se fortes tensões no concreto, que levam a que este se rompa por tração, apresentando fissuras que seguem as linhas das armaduras principais e, inclusive, dos estribos, se a corrosão foi muito intensa (CÁNOVAS, 1988).

Os fatores que influenciam na corrosão da armadura estão integrados às características do concreto, ao meio ambiente e à disposição das armaduras nos componentes estruturais afetados. As estruturas de concreto armado não podem ser consideradas obras eternas, devendo, por isso, passar por inspeções periódicas para que as anomalias que possam apresentar sejam diagnosticadas e corrigidas a tempo, mediante um tratamento adequado (KOPSCH, 2001).

Isso é especialmente importante em complexos industriais, estruturas portuárias, centrais térmicas e nucleares, construções marítimas, represas, pontes e em todas as obras nas quais o meio possa atuar desfavoravelmente, provocando a corrosão do concreto (CÁNOVAS, 1988).

A seguir, apresenta-se alguns dos mais históricos acidentes acontecidos no Brasil, seja por falha na execução da obra, seja por falha no projeto, na manutenção, ou na execução da estrutura daquela edificação:

Acidentes estruturais em elementos de fundação : Uma revisão de literatura

Quadro 1 – Histórico de acidentes ocorridos no Brasil. Fonte: Silva, 2010.

Ano	Obra	Estado	Cidade	Provável origem do problema	Vítimas
1995	Edifício Atlântico	PR	Guaratuba	Falha na execução da estrutura	28
1997	Edifício Itália	SP	São José do Rio Preto	Falha do projeto	0
1998	Edifício Palace II	RJ	Rio de Janeiro	Falhas de projeto	9
1999	Edifício Éricka e Enseada de Serrambi	PE	Olinda	Falhas de projeto	4
2004	Areia Branca	PE	Recife	Falhas na execução da obra	4
2006	Marquise da UEL	PR	Londrina	Falhas de projeto	2
2006	Obra na Uerj	RJ	Rio de Janeiro	Desconhecidas	0
2007	Obra do metrô de São Paulo	SP	São Paulo	Falha de gerenciamento: projeto + medidas de recalque	7
2008	Complexo esportivo	RS	Novo Hamburgo	Falha de projeto	3
2008	Edifício Dom Gerônimo	PR	Maringá	Falha estrutural de uma sacada proporcionando efeito dominó	0
2009	Edifício Santa Fé	RS	Capão de Canoa	Falhas de execução	4
2009	Igreja Renascer	SP	São Paulo	Falha de projeto	7
2010	Prédio antigo	RJ	Rio de Janeiro	Falha de manutenção	4
2011	Prédio de pequeno porte	RJ	Nova Friburgo	Desconhecida	3
2011	Prédio – Real Class	PA	Belém	Desconhecida	3

A corrosão do concreto provoca a sua deterioração, afetando a estabilidade e a durabilidade das estruturas. A armadura não é suscetível de sofrer corrosão, a não ser que ocorram contaminação e deterioração do concreto (OLIVEIRA, *et al.*, 2015).

Os constituintes do concreto impedem a corrosão do material metálico resistindo à entrada de contaminantes. Dessa forma, quanto mais o concreto se mantiver inalterado, mais protegida estará a armadura. Sousa (2006), levam em consideração que a corrosão e a deterioração observadas em concreto podem estar associadas a fatores mecânicos, físicos, biológicos ou químicos.

- Fatores mecânicos: Entre os fatores mecânicos, as vibrações podem ocasionar fissuras no concreto, possibilitando o contato da armadura com o meio corrosivo. Líquidos em movimento, principalmente contendo partículas em suspensão, podem ocasionar erosão no concreto, com o seu consequente desgaste. A erosão é mais acentuada quando o fluido em movimento contém partículas em suspensão na forma de sólidos, que funcionam como abrasivos, ou mesmo na forma de vapor, como no caso de cavitação.
- Fatores físicos: Os fatores físicos, como variações de temperatura, podem ocasionar choques térmicos com reflexos na integridade das estruturas. Variações de temperatura entre os diferentes componentes do concreto (pasta de cimento, agregados e armadura), com características térmicas diferentes, podem ocasionar micro fissuras na massa do concreto que possibilitam a penetração de agentes agressivos.
- Fatores biológicos: Os fatores biológicos, como microrganismos, podem criar meios corrosivos para massa do concreto e armadura, como aqueles criados pelas bactérias oxidantes de enxofre ou de sulfetos, que aceleram a oxidação dessas substâncias por ácido sulfúrico.
- Fatores químicos: Os fatores químicos estão relacionados com a presença de substâncias químicas nos diferentes ambientes, normalmente água, solo e atmosfera. Entre as substâncias químicas mais agressivas devem ser citadas os ácidos, como sulfúrico e clorídrico. Os fatores químicos podem agir na pasta de cimento, no agregado e na armadura de aço-carbono.

De acordo com a norma regulamentadora da ABNT NBR 6122: as fundações podem ser classificadas também como diretas ou superficiais. Os elementos de fundação em que a carga é transmitida ao terreno, predominantemente pelas pressões distribuídas sob a base da fundação, e em que a profundidade de assentamento em relação ao terreno adjacente é inferior a duas vezes a menor dimensão da fundação.

Incluem-se neste tipo de fundação as sapatas, os blocos, os radiers, as sapatas associadas, as vigas de fundação e as sapatas corridas.

5. Conclusões

Os custos elevados em espaços e a escassez das grandes cidades levaram os projetos arquitetônicos à utilização de poucas áreas horizontais existentes, aumentando a altura de edificações. Mas esse crescente aumento na altura de edificações atribuiu preocupações tanto quanto à verificação de cargas verticais nesses pilares, quanto a verificação de instabilidade apresentada pela edificação, no sentido desses pilares terem resistência a esforços horizontais.

Para isso, a Engenharia de Fundações é fundamental no tocante ao estudo, experiência e cautela, exercendo papel essencial de desencadear soluções aos mais diversos problemas, eventualmente proporcionados. É conclusivo que a previsão de cargas admissíveis em elementos de fundação e profundidade ideais na implantação apresenta soluções complexas, que são estabelecidas pelos engenheiros, e a problemática identificada está na dificuldade de identificação da composição de solos.

Junto aos elementos da fundação estão também os elementos de infraestrutura, onde supõe-se que a forma mais viável da edificação se tornar mais estabilizada, é usando a caixa do elevador e escadas, reduzindo a influência de forças horizontais. Assim, concluiu-se que o contraventamento dado por tirantes nos pilares, exercem custos elevados e não produzem a mesma eficiência, se houvesse o travamento em caixas de elevadores.

É válido ressaltar a importância também de conhecer as patologias da construção civil, que visam estudos sintomas e manifestação, origens e causas de defeitos decorrentes de projetos ou materiais e da aplicabilidade nas edificações. Os problemas patológicos são presenciados em edificações tendo variação no tempo e forma dessas manifestações e são problemas apresentados com amplitude simples e de diagnóstico evidente.

Os acidentes estruturais acontecem na construção civil com muita frequência, não somente no Brasil, mais em todo o mundo. As principais causas dos acidentes estruturais foram atribuídas na pesquisa, seja pela corrosão do aço de estruturas dos mais variados ambientes, erros de execução da obra, algumas falhas no que tange ao escoramento, falhas de recalque, no processo do próprio projeto, e muitos outros aspectos envolvidos.

Durante o processo de construção se torna inadmissível que ocorram falhas ou que os projetos possam ser interpretados de forma incorreta, posto que a execução da obra e dos equipamentos ou mesmo erros na cura do concreto permitem que ocorram erros de execução, de escoramento, falta de critérios para armazenar material e nos equipamentos.

Um dos principais erros que levam aos acidentes estruturais está na falha nos projetos e na investigação do solo, nos modelos de fundação e nos dimensionamentos de estruturas. Além de falta de detalhamento ou execução, erros o projeto estrutural e no dimensionamento de determinada estrutura.

Referências Bibliográficas

- ABNT. (2010). Associação Brasileira de Normas Técnicas .NBR 6122 : Projeto e execução de Fundações. Rio de Janeiro.
- ANDRADE, A. R. D. (2003). Caracterização dos elementos de fundações aplicáveis em edificações na região de Florianópolis.
- BASTOS, P. K. X. (2011). Tecnologia das Construções II: Construção de Edifícios. São Paulo: Ufjf, 2011. 226 p.
- BORGES, C. A. D. M. (2008). *O conceito de desempenho de edificações e a sua importância para o setor da construção civil no Brasil*. Dissertação (Mestrado). Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Construção Civil. São Paulo.
- CÁNOVAS, M. F. (1988). Patologia e terapia do concreto armado. Pini.

- HACHICH, W. C. (2000). *Fundações – teoria e prática*. 2. ed. São Paulo: Pini.
- HELENE, Paulo. (2000). *Manual para reparo, reforço e proteção de estruturas de concreto*. 2. ed São Paulo: PINI.
- KOPSCH, W. (2001). *Durabilidade de estruturas de concreto armado em ambiente marinho: estudo de caso*. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico. Curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil.
- MARANGON, M. (2018). *Geotecnia de Fundações e Obras de Terra*. 102 u. v. 05. Fundações Profundas. 40 p.
- MARANHÃO, G. M. (2000). *Avaliação dos parâmetros de instabilidade*. São Carlos. Departamento de Engenharia de Estruturas – Escola Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.
- MELHADO, S. *et al.* *Tecnologia da construção de Edifícios – Fundações*. Apostila da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, Departamento de Engenharia de Construção Civil, 2002.
- MIOTTO, D. (2010). *Estudo de caso de patologias observadas em edificação escolar estadual no município de Pato Branco-PR. (Monografia)*. Curso de especialização em construção de obras públicas da Universidade Federal do Paraná. 63p.
- NETO, J. M. P. (2011). *Utilização da NR-18 na construção civil. (Monografia)* - Curso de Especialização em Construção Civil da Escola de Engenharia UFMG.
- OLIVEIRA, B. M. C. O., *et al.*, (2015). *Corrosão em concreto: fatores aceleradores da deterioração, prevenção e reparos*. XX Seminário institucional de ensino pesquisa e extensão. Unicruz – Universidade de Cruz Alta. 9 p. 1 v.
- PALACIOS, V. H. R., *et al.*, (1995). *Análise do perfil estratégico de empresas de construção civil de pequeno porte*. In: FORMOSO, Carlos T. *Gestão da qualidade na construção civil: uma abordagem para empresas de pequeno porte*. 2. ed. Porto Alegre: Programa da Qualidade e Produtividade da Construção Civil no Rio Grande do Sul, 268 p. Cap. 2, p. 37-48
- RUIZ, João Álvaro. (2011). *Metodologia científica: guia para eficiência nos estudos*. 6. ed. São Paulo: Atlas.
- SILVA, K. B. de A. (2010). *Das patologias em edificações na cidade de Campina Grande e da necessidade de legislação preventiva eficaz*. Campina Grande. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil e Ambiental) – Centro de Tecnologia e Recursos Naturais, Universidade Federal de Campina Grande. p. 78.
- SOUSA, C. T. (2006). *Ensaio e Análise de Resposta de Estacas em Solo Residual do Granito sob Ações Horizontais*. Dissertação de mestrado, Faculdade de Engenharia Da Universidade do Porto. 2006.
- SUELEN GADOTTI, S. (2021). *Patologia das fundações: desenvolvimento de tabelas para catalogar origem, causas, mecanismo*. Revista de extensão e iniciação científica da unisociesc, 8(1). Disponível em <http://reis.unisociesc.com.br/index.php/reis/article/view/267>.
- THOMAZ, E. (2002). *Tecnologia, Gerenciamento e Qualidade na Construção*. São Paulo: Editora PINI, 1ª Edição, 2ª Tiragem, 55
- UNEP (2007). *Building and Climate Change: Status, Challenges and Opportunities*. United Nations Environment Program.
- VARGAS, MILTON. (2002). Associação Brasileira de Geologia de Engenharia e Ambiental. *Evolução das Investigações geológicas: Os solos da cidade de São Paulo: Histórico das pesquisas*. São Paulo: Paulo, p. 152.
- VELLOSO, D. A; LOPES, F. R. (2010). *Fundações Profundas - Volume 2, Nova Ed.* – São Paulo: Oficina de Textos, 2010.