

AS PATOLOGIAS DAS FUNDAÇÕES E A IMPORTÂNCIA DO ESTUDO DAS PROPRIEDADES DO SOLO

Data de submissão: 26/02/2023

Data de aceite: 03/04/2023

Driele Matos Lima

Centro Universitário São Lucas (UNISL)
Porto Velho – RO
<http://lattes.cnpq.br/7163876292166697>

José Júnior Pontes Neto

Centro Universitário São Lucas (UNISL)
Porto Velho – RO
<http://lattes.cnpq.br/7232969863946220>

Pedro Gerlivando de Brito Filho

Centro Universitário São Lucas (UNISL)
Porto Velho – RO
<http://lattes.cnpq.br/4391114552700718>

Raduan Krause Lopes

Centro Universitário São Lucas (UNISL)
Porto Velho – RO
<http://lattes.cnpq.br/4240928242745906>

Reanne Mimo Baratella

Centro Universitário São Lucas (UNISL)
Porto Velho – RO
<http://lattes.cnpq.br/7567295019655672>

Vanessa Karen Rodrigues Lopes

Centro Universitário São Lucas (UNISL)
Porto Velho – RO
<http://lattes.cnpq.br/4750963762376157>

RESUMO: O presente artigo tem por objetivo retratar as patologias que surgem nas edificações, devido a projetos mal executados e a negligência quanto ao estudo do solo, situação que poderia ser evitada se alguns profissionais se dedicassem a estudar isoladamente o solo e suas propriedades. Desse modo, o estudo visa identificar quais os impactos e a influência do solo em uma construção civil, de tal forma que a escolha adequada do tipo de solo irá afetar diretamente à segurança e a estrutura da edificação. A partir disso, através de um estudo aprofundado e um bom planejamento, as patologias poderão ser evitadas e a edificação terá uma boa estabilidade, priorizando o acompanhamento inicial do projeto e suas particularidades, até a conclusão da obra. Assim, haverá uma maior segurança na edificação e maior economia, tornando-se um bom investimento.

PALAVRAS-CHAVE: Patologia das Fundações, Interação solo-estrutura, Investigação Geotécnica, Fundações, Projetos.

THE PATHOLOGYS OF FOUNDATIONS AND THE IMPORTANCE OF THE STUDY OF SOIL PROPERTIES

ABSTRACT: This article aims to portray the pathologies that arise in buildings, due to poorly executed projects and negligence regarding the study of the soil, a situation that could be avoided if some professionals would dedicated themselves to study the soil and its properties in isolation. In this way, the study aims to identify the impacts and influence of the soil in a civil construction, in such a way that the appropriate choice of soil type will directly affect the safety and structure of the building. From this, through an in-depth study and a good planning, pathologies can be avoided and the building will have good stability, prioritizing the initial monitoring of the project and its particularities, until the completion of the work. Thus, there will be greater security in the building and greater economy, becoming a good investment.

KEYWORDS: Pathology of foundations, Soil-structure interaction, Geotechnical Investigation, Foundations, Projects.

1 | INTRODUÇÃO

Na construção civil, a fundação é responsável pela distribuição do peso dos materiais para o solo, de modo que a escolha adequada dele, é fundamental para o sucesso integral da obra. É inegável que o solo é o elemento principal em uma construção, tendo em vista que ele influenciará na escolha mais compatível para a fundação, ou seja, ficará responsável por receber os esforços solicitados, suportando cargas e tensões. Diante disso, entende-se que o conhecimento a respeito das características do solo, é a medida paliativa que impedirá o aparecimento de problemas futuros nas fundações. (ALBUQUERQUE, 2019).

De acordo com Schnaid (2000), na construção civil é comum que abandonem as fases de estudo dos tipos de solo, pois, em razão do alto custo financeiro que a obra pode trazer, optam por fazerem uso de correlações empíricas ou negligenciarem os procedimentos iniciais, que serão o pilar para o sucesso da construção. Como resultado, surgem ações patológicas que coibirão para o desabamento da edificação, colocando em risco à vida da população e causando inúmeros prejuízos econômicos.

A fase de infraestrutura de uma edificação é considerada indispensável para ampliar o tempo de vida útil da obra, já que ela sustentará toda a estrutura e os esforços solicitantes, sejam eles permanentes ou variáveis, que virá a sofrer com o passar dos anos. Por isso, torna-se fundamental conhecer a base terrena, bem como o tipo de solo e a análise da presença de rochas na área. No mesmo grau de importância, torna-se necessário o desenvolvimento de estudos voltados para a identificação do tipo de estrutura que será usada, verificando se ela será compatível com o solo escolhido, buscando prevenir as futuras patologias e garantindo a saúde e segurança dos usuários da construção. (MILITITSKY, 2015)

Salienta-se que a importância da análise geotécnica, encontra-se condicionada à construção de uma edificação, cujo o propósito é evitar futuras irregularidades, com isso, um estudo minucioso poderá identificar qual fundação será compatível com o solo que se

deseja usar, de modo a impedir o aparecimento de impactos prejudiciais na construção civil e causando danos severos a toda estrutura. Portanto, é de extrema funcionalidade, obter informações que contribuirão para uma melhor escolha do tipo de fundação, assim como o conhecimento geotécnico oferecerá segurança à coletividade e maior durabilidade da edificação. (APL ENGENHARIA, 2018).

Ante o exposto, os fatos demonstram a relevância do estudo geotécnico, levando-se em conta que as empresas não proporcionam esse estudo, chegam ocasionalmente a representar até 5% a 10% do valor total da obra, desprezando o estudo do solo. (MILITITSKY, 2015).

Em suma, o estudo das influências das propriedades do solo teve como base de estudos pesquisas bibliográficas e artigos científicos, de maneira que as informações trazidas visam trazer ao leitor um conhecimento sobre a necessidade de um estudo aprofundado sobre todas as etapas de construção de uma fundação, compreendendo que um planejamento detalhado é indispensável para dar início à construção da obra.

2 | IMPORTÂNCIA DO ESTUDO DO SOLO E DE SUAS PROPRIEDADES

Para que se tenham estruturas sólidas, capazes de suportar os fenômenos naturais e os acontecimentos imprevisíveis, é indispensável que haja o conhecimento aprofundado do solo, já que este servirá de base para uma futura fundação. Diante disso, no estudo isolado das propriedades físicas e químicas do solo, tem-se o relatório que identificará as deformações e irregularidades que possam interferir na fundação, assim como verificará qual tipo de estrutura é compatível com o solo estudado e, portanto, será construído respeitando as limitações daquela área. (SOUZA, VENDER, MARQUES, LUIZ, 2018)

Além disso, é dever do Engenheiro Civil realizar um estudo das variações climáticas mais decorrentes naquele local, com a finalidade de escolher a estrutura ideal para aquela região. É fato que não análise dessas etapas pelo profissional civil, intervirá na longevidade das fundações e na evolução de patologias. A priori, cabe mencionar que o estudo do solo segue uma cadeia linear até chegar na construção total da fundação, dessa forma, veja-se abaixo:

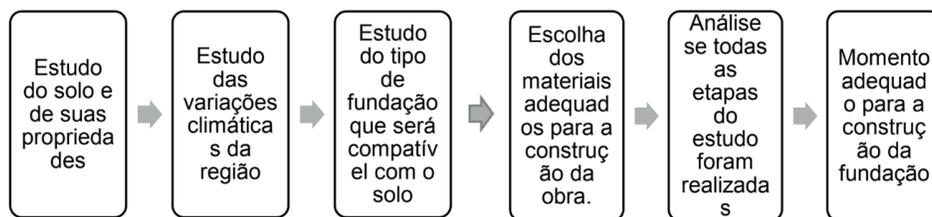


Figura 1: Fluxograma da cadeia linear do estudo do solo até a construção total da obra

Fonte: Elaborado pelos autores

Logo, através da realização de todas essas etapas, a construção da fundação será bem executada e atenderá aos padrões de segurança, protegendo o meio ambiente e a população da região.

2.1 A mecânica do solos

conforme o que leciona Pinto (2006), as obras da construção civil se baseiam pelo solo e, com isso, requer que o comportamento dele seja devidamente estudado. Sobretudo, a mecânica dos solos é responsável por estudar a forma como ele reagirá com as tensões que receberá quando a força for aplicada. Ademais, quando existem escavações ou escoamento de água, unidas elas compõem o estudo denominado de Ciência da Engenharia, instrumento que o Engenheiro Civil vai empregar na elaboração de seus projetos.

Destarte, em uma construção civil geralmente as dúvidas em relação ao solo surgem bem na metade da execução da obra, isso se dá primordialmente pelo não conhecimento da propriedade estudada e pela urgência em finalizar a construção. (MILITITSKY, 2015)

Sobretudo, com a utilização da mecânica do solo, são realizadas sondagens e todos os demais testes, com a finalidade de descobrir as propriedades desse solo, reunindo todo o conhecimento técnico da área para elaboração do projeto, oferecendo ao especialista as informações necessárias sobre a fundação adequada a ser implantada na edificação. (MILITITSKY, 2015)

Sabe-se que um dos problemas mais frequentes decorrentes da análise incorreta ou ausência da investigação do solo, encontra-se atrelada à ocorrência de patologia nas fundações, pois, ele é o elemento que integra o conjunto de fundações e, portanto, faz-se necessária a investigação detalhada do subsolo. (VITÓRIO, 2003)

2.2 Interação solo-estrutura

A interação solo-estrutura relaciona a maneira como uma estrutura irá se comportar quando ela for solicitada por ação do carregamento externo, de forma que a carga gerada pelas fundações irá impactar na capacidade do solo, por esse motivo, é essencial que exista harmonia entre o solo e a estrutura, com o intuito de garantir a compatibilidade entre eles. (MILITITSKY, 2015)

Nesse sentido, as fundações são dimensionadas para receber as cargas da estrutura, que foram definidas no projeto estrutural. Ocorre que, o que geralmente acontece é que muitas das vezes os profissionais não avaliam o nível de deformação do terreno, o que pode gerar um baixo desempenho da estrutura da edificação. (MILITITSKY; CONSOLI. SCHNAID, 2005)

3 | FUNDAÇÕES

Milititsky (2015) descreve as fundações como elementos de suma importância, pois são elas que suportarão todas as cargas das edificações, transmitindo esse peso ao solo. Dessa forma, a NBR 6122/10 divide as fundações em dois tipos: as rasas e as profundas.

3.1 Fundações rasas

As fundações rasas podem ser definidas quando as tensões estão sobre a base da fundação, além de sua profundidade ser inferior a duas vezes a sua menor dimensão, logo, é utilizada ao máximo 3,00 metros abaixo do nível piso. Como exemplo se tem: sapatas, radier, bloco de fundação e viga baldrame.

3.1.1 Sapatas

São tipos de fundações superficiais, feitas em blocos de concreto armado e tem a principal função de distribuir as cargas de uma edificação ao solo, por meio de suas bases, que resistem principalmente à flexão. Os tipos mais comuns de sapatas são: isoladas, corridas, alavancadas e associadas.

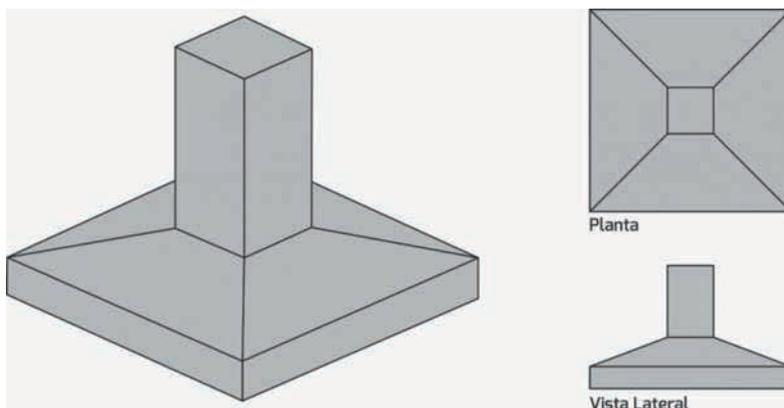


Figura 2: Sapata Isolada

Fonte: Darós (2020)

3.1.2 Radier

Trata-se de uma fundação rasa que aparenta ser uma laje ou placa que ocupa toda a construção, é feita de concreto armado e recebe toda a carga da estrutura, abrangendo parte ou todos os pilares da estrutura, distribuindo os carregamentos.



Figura 3: Radier

Fonte: Schneider (2020)

3.1.3 Bloco de fundações

São denominados de elementos de apoio, feitos somente de concreto e normalmente se encontram em forma de pedestal, dimensionado para que as tensões de tração sejam resistidas pelo concreto, sem precisar de armadura.

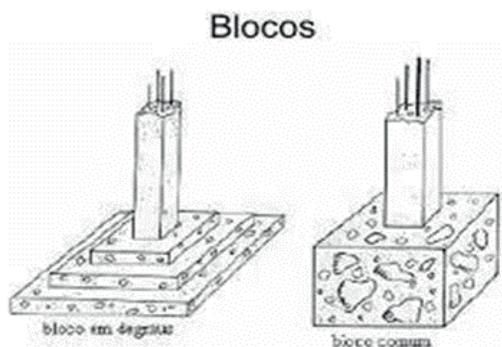


Figura 4: Bloco de Fundação

Fonte: Lages (2018)

3.1.4 Viga baldrame

É a parte que divide a infraestrutura (fundação) da superestrutura (estruturas acima do solo). Esse elemento recebe as cargas através das paredes e as transmite para que a fundação distribua ao solo.



Figura 5: Viga Baldrame

Fonte: Ghizzi (2021)

4 | FUNDAÇÕES PROFUNDAS

Conforme a NBR 6122/10, são consideradas fundações profundas aquelas que tem a base ou a ponta apoiada assentadas a uma profundidade maior 8 vezes a sua menor dimensão em planta, tendo no mínimo 3 metros de profundidade.

4.1 Tubulão

São as chamadas fundações de grande porte, em que tem a sua seção circular e a base alargada. Antes de sua concretagem, um operário deve descer até a sua base pra realizar o alargamento e finalizar o serviço. Sendo divididos em tubulões a céu aberto e tubulões pneumáticos.

4.2 Tubulação a céu aberto

Conhecidas como poço a céu aberto ou chamadas de pocinhos, sua escavação pode ser mecanizada ou manual, podendo ser executada com ou sem revestimento, de concreto ou de aço e normalmente feitos acima do lençol freático.



Figura 6: Tubulação a céu aberto

Fonte: Pereira (2021)

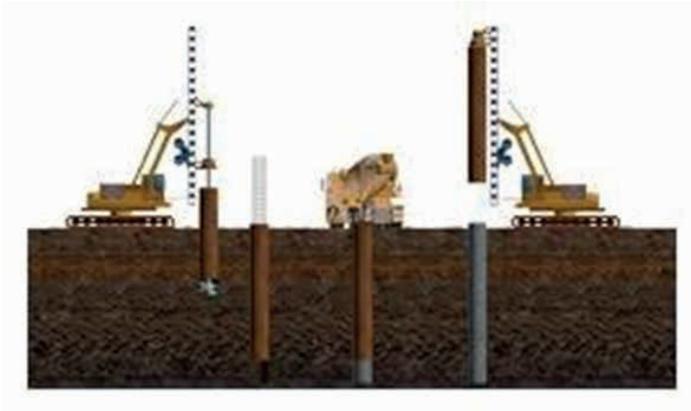


Figura 8: Execução da estaca escavada

Fonte: Geo (2020)

5.2 Estaca franki

Moldada “in loco”, utilizando-se uma base alargada, que é feita pela cravação de um tubo metálico por meio de bucha preenchido com material granular ou concreto, necessita de um bate estaca para a sua execução.

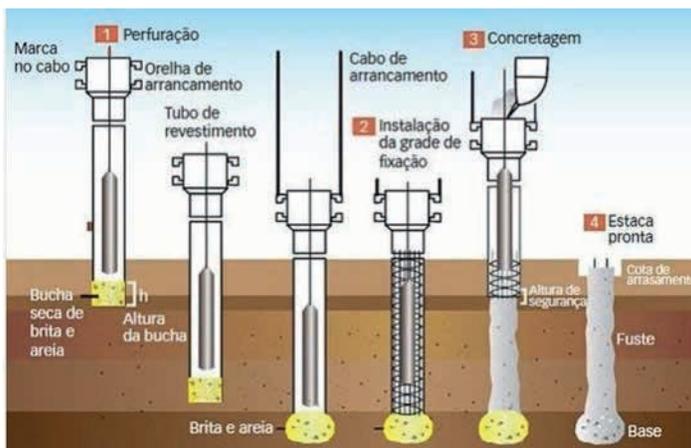


Figura 9: Execução da estaca Franki

Fonte: Schneider (2019)

5.3 Estaca strauss

Moldada “in loco”, também utiliza o bate estaca, mas não tem sua base alargada. De

modo que são executadas, enchendo-se de concreto as perfurações que foram escavadas.



Figura 10: Execução da estaca Strauss

Fonte: Terres (2020)

5.4 Estaca hélice contínua

Moldada “in loco”, é executada por meio de trado helicoidal contínuo e injeção de concreto, sua armadura é colocada somente após o concreto. Sendo monitoradas por meio de equipamentos eletrônicos das suas etapas de execução.



Figura 11: Execução da estaca hélice contínua

Fonte: Pereira (2017)

5.5 Estaca pré-moldada de concreto

Ela é feita de concreto pré-moldado, em que é inserida no terreno através de golpes de martelo de gravidade, de explosão, hidráulico ou vibratório. Não possuem etapa de escavação, por isso são chamadas de estaca de deslocamento.



Figura 12: Estacas pré-moldadas de concreto

Fonte: Marinho (2019)

5.6 Estaca metálica

Fabricada industrialmente, podendo ser laminada ou soldada, simples ou múltipla, com tubos de chapa dobrados ou canelados, estando presentes tubos com ou sem costura e trilhos.



Figura 13: Estacas metálicas

Fonte: Moscoline (2019)

5.7 Estaca de madeira

São as chamadas estacas de deslocamento, sem escavação do solo, sua madeira deve ter boa resistência e troncos retilíneos, que são cravados no solo.

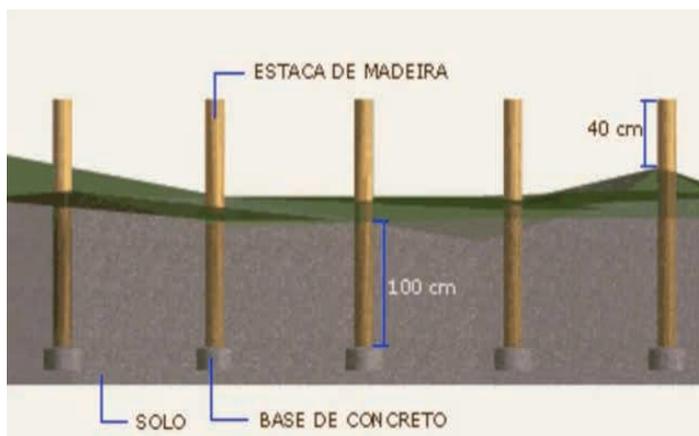


Figura 14: Estacas de madeira

Fonte: Moscoline (2019)

6 | PATOLOGIA NAS FUNDAÇÕES

As manifestações patológicas geralmente são causadas pela ação de agentes agressivos, a partir do momento em que são identificadas insuficiências na área, haja vista os erros encontrados nos projetos, gerando consequências na execução do projeto, no tempo e alterações externas. (CÓIAS, 2006).

Em contrapartida, Milititsky (2015) entende que os estudos das fundações não são realizados da forma adequada, tendo em vista que os valores atribuídos à obra nem sempre são suficientes para suprir todas as necessidades do local, conseqüentemente, tem-se inúmeros problemas na vida útil das fundações, desencadeando desastres de grandes proporções e que, poderiam ser evitados se houvesse uma adequação e obediência às normas técnicas.

Como consequência do mal planejamento, as empresas terão que arcar com o reforço da fundação, com outra contratação de profissionais e produção de relatório de diagnóstico do problema, ou seja, terão que pagar novamente para realizar todas as etapas que negligenciaram, ocasião em que o gasto será bem maior do que o investido inicialmente. (MILITITSKY, 2015)

Alonso (2020) narra que é fundamental um estudo qualificado do local em que será executado a estrutura, promovendo o conhecimento sobre a topografia do terreno, dos dados geotécnicos, do tipo de solo e, principalmente, do tipo de construção, para assim

conseguir projetar os deslocamentos admissíveis e atribuir funcionalidade à área.

Em função disso, o planejamento e o conhecimento necessário das patologias nas fundações para Joppert (2007) são estudos que não devem ser feitos superficialmente, reparando só a parte estética e deixando de lado as estruturas internas, ambos precisam ser priorizados, a fim de evitar as consequências de alto risco como a deterioração camuflada da estrutura. Pode-se identificar uma das consequências das patologias na fundação, conforme a imagem abaixo:



Figura 15: Consequência das patologias na fundação

Fonte: Milititsky (2015)

6.1 Patologias mais decorrentes nas fundações

Os motivos que levam uma fundação a sofrer de patologias podem ser identificadas por inúmeras situações, uma delas é a falta de qualificação técnica e o desgaste de uma edificação com o passar dos anos, que seria o desgaste natural que todas as fundações irão sofrer em algum momento. Dessa maneira, as adversidades mais frequentes podem ser elencadas em fissuras nas peças estruturais, como pilares, vigas, lajes e trincas de revestimento, podendo ser simples ou complexas, analisando-se a necessidade ou não de estudos ou ferramentas que solucionarão o problema. (RIPPER; SOUZA, 1998).

Logo em seguida, tem-se descrito alguns dos problemas mais típicos nas fundações rasas e profundas.

Tipo de Fundação	Problemas Típicos Decorrentes
Fundações Rasas	Tensões de contato excessivas, incompatíveis com as reais características do solo, resultando em recalques inadmissíveis ou ruptura
	Fundações em solos/aterros heterogêneos, provocando recalques diferenciais
	Fundações sobre solos compressíveis sem estudos de recalques, resultando grandes deformações
	Fundações apoiadas em materiais de comportamento muito diferencial, sem junta, ocasionando o aparecimento de recalques diferenciais
	Fundações apoiadas em crosta dura sobre solos moles, sem análise de recalques, ocasionando a ruptura ou grande deslocamento da Fundação.

Tabela 1: Problemas mais decorrentes nas Fundações Rasas

Fonte: Milititsky, Consoli e Schnaid (2005)

Tipo de Fundação	Problemas Típicos Decorrentes
Fundações Profundas	Estacas de tipo inadequado ao subsolo, resultando mau comportamento
	Geometria inadequada, comprimento ou diâmetro inferiores aos necessários.
	Estacas apoiadas em camadas resistentes sobre solos moles, com recalques incompatíveis com a obra
	Ocorrência de atrito negativo não previsto, reduzindo a carga admissível adotada para estaca

Tabela 2: Problemas mais decorrentes nas Fundações Profundas

Fonte: Milititsky, Consoli e Schnaid (2005)

7 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em suma, é possível compreender que antes de dar início a construção de uma fundação, o primeiro estudo que deve haver, primordialmente, deve ser o estudo do solo, embora a parte estética e o barateamento da construção são os pontos mais priorizados ultimamente. Do mesmo modo, foi possível compreender a dinâmica das estruturas, entendendo que o estudo dessas etapas pode poupar sérios problemas no futuro e gastos desnecessários.

Ademais, com a realização criteriosa de todas as etapas de estudo, o sucesso da construção será conquistado, contribuindo para a durabilidade e segurança do local, uma vez que os solos não são todos iguais, apresentando particularidades que devem ser levadas em consideração no momento da construção, do mesmo modo que cada um deles reagirá de uma forma distinta quando submetido a grandes tensões.

Dessa maneira, o profissional através dos estudos, terá um relatório dotado de informações de caráter químico e físico do local, em que influenciará na escolha do método adequado para cada tipo de solo.

Foi levantado também que muitos profissionais pulam as etapas necessárias e depois de um tempo, se deparam com patologias que desconhecem a origem, frutos de um

mal planejamento da construção.

Portanto, construir uma fundação envolve fases muito complexas que não podem ser negligenciadas, estudando o solo, a compatibilidade dele com a fundação desejada e o estudo sobre os fenômenos climáticos da região, para assim, construírem uma fundação que ofereça conforto e segurança a toda comunidade.

REFERÊNCIAS

ALBURQUERQUE, D. **Tipos de Fundações: Qual a importância em uma obra e como escolher o mais adequado.** 2019. Blog IPOG. Disponível em: <https://blog.ipog.edu.br/engenharia-arquitetura/tipos-de-fundacoes/#:~:text=A%20funda%C3%A7%C3%A3o%20%C3%A9%20a%20estrutura.momento%20de%20levantar%20uma%20obra>. Acesso em: 20 set. 2022.

ALONSO, Urbano Rodriguez. **Previsão e controle das fundações.** São Paulo: Edgar Blucher Ltda, 2011. 156p. Acesso em: 25 nov. 2022.

APL ENGENHARIA: **ENTENDA A IMPORTÂNCIA DE PROJETOS GEOTÉCNICOS PARA OBRAS DE ENGENHARIA PUBLICAÇÃO 2018.** BLOG APL, 2018. Disponível: <https://blog.apl.eng.br/entenda-a-importancia-de-projetos-geotecnicospara-obras-de-engenharia/>. Acesso em: 20 set. 2022.

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

ANDRÉ, Álvaro; VENDER, Karolina; RODRIGUES, Amanda; LUIZ, José. **Discutindo o conceito de Fundações.** 2018. Pesquisa UNIFIMES. Disponível em: <https://publicacoes.unifimes.edu.br/index.php/coloquio/article/view/398>. Acesso em: 23 set. 2022.

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.** Acesso em: 20 nov. 2022.

MENEGAL, Ricardo. **Estaca Franki. Carluc,** 2021. Disponível em: <https://carluc.com.br/projeto-de-fundacao/estaca-franki/>. Acesso em: 26 nov. 2022.

MILITITSKY, Jarbas; CONSOLI, Cesar; SCHNAID, Fernando. **Patologia das fundações.** São Paulo: 2ed. Ed. Oficina de Textos, 2008. Acesso em: 24 nov. 2022.

PEREIRA, Maurício; NEVES, Rafael; FAGUNDES, Fabiano. **Patologia em fundações: Identificação e prevenção de problemas.** Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento. 2020, Ed. 11, Vol. 06, pp. 26-43. Acesso em: 25 nov. 2022.

PEREIRA, Caio. **Estaca Hélice Contínua – Vantagens e Desvantagens.** Escola Engenharia, 2017. Disponível em: <https://www.escolaengenharia.com.br/estacahelice-continua/>. Acesso em: 27 nov. 2022.

PEREIRA, Caio. **Estaca Strauss – Vantagens e Desvantagens. Escola Engenharia, 2013.** Disponível em: <https://www.escolaengenharia.com.br/estacastrauss/>. Acesso em: 27 nov. 2022.

PEREIRA, Caio. **Fundações Profundas**. Escola Engenharia, 2016. Disponível em: <https://www.escolaengenharia.com.br/fundacoes-profundas/>. Acesso em: 26 nov. 2022.

REBELLO, Yopanan C. P. **Fundações. Guia Prático de Projeto, Execução e Dimensionamento**. 3. ed. Ed: Zigurate: Acesso em: 22 nov. 2022.

VITÓRIO, Afonso. **FUNDAMENTOS DA PATOLOGIA DAS ESTRUTURAS NAS PERÍCIAS DE ENGENHARIA**. Instituto Pernambucano de avaliações e perícias de engenharia, Recife, 200. Acesso em: 21 set. 2022.