



CENTRO UNIVERSITÁRIO BRASILEIRO – UNIBRA
CURSO DE GRADUAÇÃO BACHAREL EM ENGENHARIA
CIVIL

JAMYLLÉ MIRELLY DA CONCEIÇÃO SILVA
JONATAS ALEXANDRE DOS SANTOS
PAULO JOSÉ DA SILVA SANTOS

**BENEFÍCIOS DAS ESTACAS PRÉ-MOLDADAS DE
CONCRETO NA CONSTRUÇÃO CIVIL**

RECIFE/2023

JAMYLLÉ MIRELLY DA CONCEIÇÃO SILVA
JONATAS ALEXANDRE DOS SANTOS
PAULO JOSÉ DA SILVA SANTOS

BENEFÍCIOS DAS ESTACAS PRÉ-MOLDADAS DE CONCRETO NA CONSTRUÇÃO CIVIL.

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Centro Universitário
Brasileiro – UNIBRA, como requisito parcial
para obtenção do título de Bacharel em
Engenharia Civil.

Professor(a) Orientador(a): Dr. Janilson
Alves Ferreira

RECIFE/2023

Ficha catalográfica elaborada pela
bibliotecária: Dayane Apolinário, CRB4- 2338/ O.

S586b Silva, Janylle Mirelly da Conceição.
Benefícios das estacas pré-moldadas de concreto na construção civil/
Janylle Mirelly da Conceição Silva; Jonatas Alexandre dos Santos; Paulo
José da Silva Santos. - Recife: O Autor, 2023.
25 p.

Orientador(a): Dr. Janilson Alves Ferreira.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Centro Universitário
Brasileiro - UNIBRA. Bacharelado em Engenharia Civil, 2023.

Inclui Referências.

1. Estacas Pré-Moldadas de Concreto Construção Civil. 2. Estaca
Pré-Fabricado de Concreto. 3. Estaca Cravada de Concreto. I. Santos,
Jonatas Alexandre dos. II. Santos, Paulo José da Silva. III. Centro
Universitário Brasileiro. - UNIBRA. IV. Título.

CDU: 624

AGRADECIMENTOS

Dedicamos esse trabalho aos nossos familiares.

A Deus, pela minha vida, e por me ajudar a ultrapassar todos os obstáculos encontrados no curso.

Aos meus pais e os meus familiares que me incentivaram nos momentos difíceis compreenderam a minha ausência enquanto eu me dedicava à realização deste trabalho.

Aos professores, pelas correções e ensinamentos que me permitiram apreender um melhor desempenho no meu processo de formação profissional.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos a Deus pela vida e pelas oportunidades a ofertadas, à minha família, por todo o investimento financeiro e emocional, aos mestres que compartilharam do seu conhecimento e nos direcionaram nessa longa jornada até o presente momento.

Agradecemos ao Dr. Janilson Alves Ferreira, nosso orientador, por ter incentivado a continuidade deste trabalho.

À banca examinadora, pelas colocações e contribuições para o aperfeiçoamento deste trabalho.

RESUMO

Na indústria da construção civil existem diversas possibilidades de aplicação de diferentes sistemas construtivos. Isso se aplica aos elementos da fundação, responsáveis por transmitir a carga da construção para o solo. As estacas pré-moldadas de concreto destacam-se com um dos elementos da fundação mais usados. Nesse contexto o presente estudo tem como objetivo avaliar vantagens do uso de estacas pré-moldadas de concreto na construção civil. Trata-se de uma revisão da literatura, cujas buscas foram empreendidas nas bases de dados da SciELO e BDTD. Os achados apontam que as estacas de pré-moldadas de concreto representam uma das principais estruturas utilizadas para fundação profunda. Entre as vantagens, podem ser citadas: controle de qualidade, rapidez na instalação, capacidade conhecida de carga, adequação a diversos solos, sustentabilidade e outros.

Palavras-chave: Estacas Pré-Moldadas De Concreto Construção Civil. Estaca Pré-Fabricado De Concreto. Estaca Cravada De Concreto

ABSTRACT

In the construction industry there are several possibilities for applying different construction systems. This applies to the foundation elements, responsible for transmitting the construction load to the ground. Precast concrete piles stand out as one of the most used foundation elements. In this context, the present study aims to evaluate the advantages of using precast concrete piles in civil construction. This is a literature review, whose searches were carried out in the SciELO and BDTD databases. The findings indicate that precast concrete piles represent one of the main structures used for deep foundations. Among the advantages, the following can be mentioned: quality control, speed of installation, known load capacity, suitability for different soils, sustainability

Keywords: Piles; Precast Concrete ;Civil Construction .Pre-fabricated Concrete Pile. Drived Concrete pile.

SUMARIO

1. INTRODUÇÃO	7
1.1. Objetivos Gerais.....	8
1.2. Objetivos específico.....	8
2. REFERENCIAL TEÓRICO	9
2.1 Fundações na construção civil.....	9
2.1.1. <i>Fundações rasas</i>	15
2.1.2. <i>Fundações Profunda</i>	17
3. DELINEAMENTO METODOLÓGICO	19
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	20
4.1 Aspectos Gerais das Estacas como Elementos da Fundação.....	20
4.1.1. <i>Estacas de Deslocamento</i>	21
4.1.2. <i>Estacas Escavadas</i>	24
4.2 Estacas Pré-Moldadas de Concreto	26
5. CONCLUSÃO	29
6.REFERÊNCIAS	30

1. INTRODUÇÃO

A evolução tecnológica na construção civil tem sido um dos pilares transformadores do desenvolvimento econômico, trazendo inúmeros benefícios a outros setores. Além disso, o setor da construção civil traz consigo avanços significativos em termos de eficiência, segurança, sustentabilidade e qualidade das estruturas. Desde as antigas civilizações que construíam monumentos imponentes até os modernos arranha-céus e infraestruturas complexas, a construção civil tem acompanhado de perto o progresso tecnológico, moldando e sendo moldada por ele. Portanto, ao longo dos anos, diversas inovações tecnológicas têm revolucionado a maneira como as construções são projetadas e construídas (MORAES et al., 2021).

Os avanços tecnológicos observados na construção civil buscam otimizar o tempo necessário para a execução de uma obra, bem como aspectos relacionados à inovação tecnológica de novos materiais e técnicas construtivas, garantindo maior segurança, e qualidade nas edificações. O crescimento populacional e a urbanização demandam maior rapidez na construção de edificações, devendo-se considerar também a segurança, estabilidade e lucratividade do setor (ALVES, 2018).

Um dos principais temas abordados na Engenharia Civil são estruturas de fundações que tem como principal função de suportar, juntamente com o solo, as cargas geradas pelas edificações de forma segura. Entre as estruturas utilizadas para a fundação, destacam-se as estacas, que têm a função de transmitir as cargas da estrutura para camadas mais profundas do solo, garantindo a estabilidade e a segurança das estruturas. As estacas de fundação formadas por peças de concreto pré-moldado, representam uma importante evolução tecnológica na estabilidade das edificações, trazendo vantagens em seu processo de construção e estrutura (DANZIGER; LOPES, 2022).

Diante dessa diretriz, o presente estudo visa realizar uma abordagem, à luz da literatura, das principais características e vantagens das estacas de fundação pré-moldadas de concreto, utilizadas nas edificações.

1.1 Objetivo geral

Avaliar vantagens do uso de estacas pré-moldadas de concreto na construção civil.

1.2 Objetivos específicos

- Descrever os principais tipos de estacas como elemento de fundação;
- Diferenciar as estacas pré-moldadas e montadas in loco;
- Apontar as principais vantagens das estacas pré-moldadas de concreto.


2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Fundações na Construção Civil

Fundações são os elementos estruturais que possuem a função de transmitir as cargas da edificação ao solo onde ela se apoia. Desta forma, as fundações devem ter resistência adequada, visando suportar as tensões causadas pelos esforços solicitantes. Vale ressaltar que o solo necessita de resistência e rigidez adequadas para não se romper e não apresentar deformações significativas (ABNT, 2022).

As fundações desempenham um papel fundamental na construção civil e são essenciais para garantir a estabilidade, segurança e durabilidade de qualquer estrutura (ALBUQUERQUE; GARCIA, 2020). O quadro 1 resume algumas das principais razões pelas quais as fundações são tão importantes na construção.

Quadro1- Importância das fundações na construção civil

Razões	Descrição
<p>Transmissão de Cargas</p> 	<p>As fundações são responsáveis por transmitir as cargas (peso próprio da estrutura, cargas vivas, cargas climáticas, etc.) da construção para o solo de maneira uniforme e segura. Isso evita o afundamento desigual da estrutura e previne o colapso.</p>
<p>Distribuição de Cargas</p> 	<p>Fundações bem projetadas distribuem as cargas da estrutura sobre uma área maior do solo, reduzindo a pressão sobre o solo. Isso ajuda a evitar o fenômeno conhecido como recalque diferencial, que ocorre quando partes da estrutura afundam mais do que outras.</p>

<p data-bbox="316 230 520 338">Estabilidade e Segurança</p> 	<p data-bbox="612 230 1417 376">As fundações proporcionam estabilidade à estrutura, impedindo que ela deslize, tombe ou oscile sob ação de forças externas, como ventos fortes ou terremotos.</p>
<p data-bbox="308 840 528 947">Isolamento das Vibrações</p> 	<p data-bbox="619 840 1437 1093">Fundações também podem desempenhar um papel no isolamento de vibrações e ruídos, garantindo que a estrutura não seja afetada por vibrações provenientes de fontes externas ou que não cause incômodos excessivos a áreas vizinhas.</p>

Adaptação ao Solo



O tipo de fundação escolhido leva em consideração as características do solo, como sua capacidade de suporte, composição e comportamento frente às cargas. Uma fundação adequada ao solo é fundamental para evitar problemas futuros, como afundamento excessivo.

Proteção contra Erosão e Intempéries



As fundações também protegem a estrutura contra a erosão causada pela água do solo e pelas intempéries, garantindo a integridade ao longo do tempo.

<p>Longevidade da Estrutura</p> 	<p>Fundações bem projetadas e construídas contribuem para a longevidade da estrutura, evitando deformações e falhas prematuras.</p>
<p>Acomodação de Deformações</p> 	<p>As fundações são projetadas para acomodar deformações naturais que podem ocorrer devido a movimentações do solo, variações de temperatura e outras influências ambientais</p>
<p>Garantia de Qualidade e Normas de Segurança</p> 	<p>Fundações bem projetadas e executadas de acordo com normas de segurança apropriadas garantem a conformidade legal e minimizam riscos de acidentes.</p>

Fonte: ALBUQUERQUE; GARCIA, 2020; ALONSO, 2019.

De acordo com a forma de transferência de cargas da estrutura para o solo onde elas se apoiam, as fundações podem ser classificadas em fundações superficiais, também conhecidas como diretas ou indiretas. As fundações diretas são transferem

as cargas para camadas de solo capazes de suportá-las. Esta transmissão é realizada por meio da base do elemento estrutural da fundação, considerando apenas o apoio da peça sobre a camada do solo, desprezando-se qualquer outra forma de transferência das cargas. As fundações indiretas são aquelas cuja transferência das cargas ocorre por efeito de atrito lateral do elemento com o solo e por efeito de ponta (FALCONI et al., 2019).

Contudo houveram mudanças, a privatização do setor siderúrgico brasileiro, a partir da década de 1990, ocasionou uma modernização do setor, um forte crescimento e a diversificação da produção. O Brasil possui atualmente uma significativa indústria de insumos de aço para a construção civil. Mas somente em 2008, o setor da construção civil tornou-se o maior consumidor de produtos siderúrgicos, com 30% de participação do consumo total (PALATNIK, 2011).

As fundações podem ser classificadas ainda como rasas (superficiais), e profundas. Vale ressaltar que todas as fundações indiretas são profundas. A escolha da fundação mais adequada, demanda conhecer as características do solo, os esforços atuantes sobre a edificação e dos elementos estruturais que formam as fundações. Fundações bem projetadas correspondem de 3% a 10% do custo total da construção; porém, se forem mal projetadas, podem atingir 5 a 10 vezes o custo da fundação mais apropriada para o caso (ALONSO, 2019). O custo da fundação aumenta também em casos em que as características de resistência do solo não são compatíveis com os esforços que serão a ele transferido. Nestas situações, elementos de fundação mais complexos são exigidos, podendo-se necessitar de troca de solo, com reaterro e compactação. Tudo isto eleva os custos, muitas vezes, não previstos inicialmente (LORENZI, 2022).

O projeto de fundações necessita da união de diversas áreas da engenharia civil, para que seja possível estudar a topografia do terreno, a geologia e geotecnia (estudo do solo), a estrutura da edificação a ser construída, bem como as construções ao seu redor. Portanto, para obter o dimensionamento satisfatório deve-se apresentar um conhecimento adequado dessas áreas, tendo assim, todas as informações da obra e do seu terreno (FALCONI et al., 2019).

Erros na escolha, projeto ou execução das fundações podem resultar em problemas sérios, incluindo desabamentos e riscos à vida humana. Portanto, a compreensão e

o cuidado adequado na implementação das fundações são de extrema importância em qualquer projeto de construção (SENA, 2020).

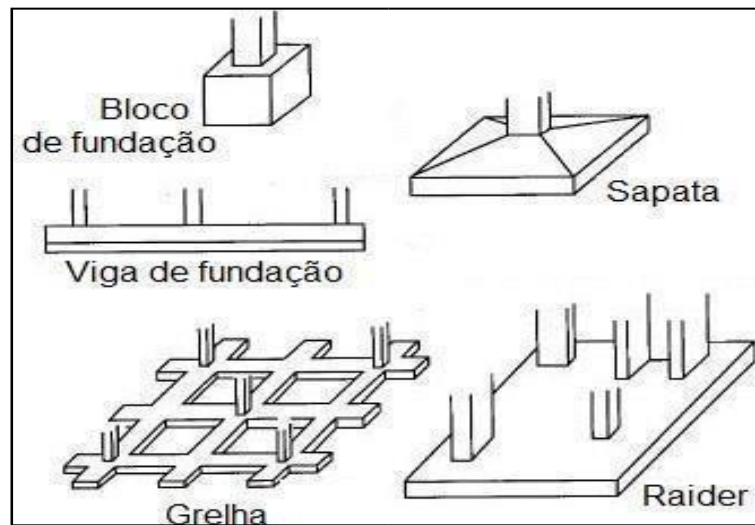
2.1.1. Fundações Rasas (Superficiais)

De acordo com a NBR 6122, as fundações rasas possuem uma base que está assentada em profundidade inferior a duas vezes a menor dimensão da fundação, recebendo aí as tensões distribuídas que equilibram a carga aplicada. Na prática, este tipo de fundação não possui profundidade maior que 3 metros, ou seja, são fixadas próximo a superfície, no entanto, para isso, as camadas em que a fundação está fixada precisam ser resistentes o suficiente para resistir a cargas solicitantes. Nessas fundações, a carga da estrutura é transmitida diretamente ao solo pela fundação (ABNT, 2022).

Tal como ilustrado na figura 1, existem diversos tipos de fundações superficiais, dentre eles citam-se: radiers; grelhas; blocos de fundação; sapatas; sapatas associadas; e vigas de fundação, sendo diferenciadas pelo custo de execução e sua utilização. Os dois principais e mais utilizados tipos de fundações rasas são blocos e sapatas. Por não possuírem armadura, os blocos são utilizados para construções com cargas menores, enquanto as sapatas são recomendadas para cargas maiores, por possuírem armadura. É recomendado o radier quando a área construída seja maior que 50% da área útil do terreno (FALCONI et al., 2019).

Os blocos de fundação são formados basicamente por concreto simples, sem a presença de armaduras, e são feitos em dois formatos: escalonados e em tronco de cone. Quando dimensionados (os mais utilizados na construção

Figura 1 – Tipos de fundação superficial



Fonte: Adaptado de FALCONI et al. (2019).

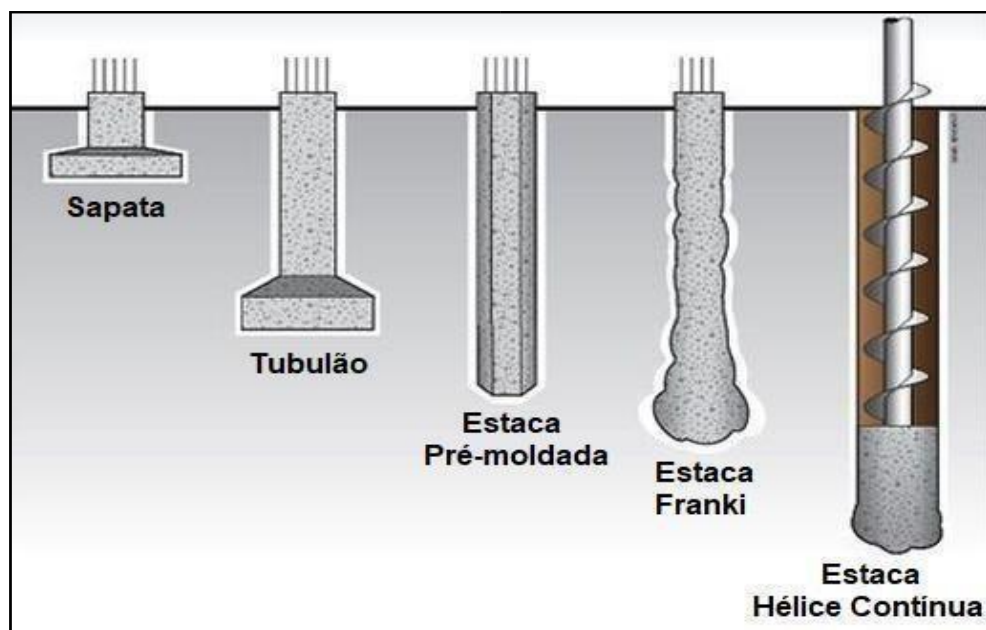
civil), os blocos apresentam uma grande altura, visando absorver com facilidade os esforços de tração.

As sapatas apresentam o formato quadrado, retangular ou corrido existindo a possibilidade de que sejam associadas quando o espaço do terreno é pequeno para o uso da sapata isolada. Se comparadas a blocos de fundação, além de possuírem armadura, permitem os esforços de flexão, apresentam uma altura menor fazendo com que tenham uma economia significativa de concreto. Quando uma sapata é localizada próxima a divisas, é necessária a utilização das vigas de equilíbrio, visando evitar a excentricidade do centro de carga do pilar em relação a sapata (BATISTA et al., 2018)

2.1.2. Fundações Profundas

Em alguns casos a utilização de fundações rasas não é seguro, isso ocorre quando o solo não apresenta resistência suficiente para as grandes cargas produzidas pela estrutura da edificação. Nesses casos é recomendada a utilização de fundações profundas. De acordo com a NBR 6122, fundações profundas são aquelas cujas bases estão assentadas a uma profundidade superior a oito vezes sua menor dimensão, e a pelo menos 3 m de profundidade. A sua transmissão de carga ao terreno acontece por meio da base (resistência de ponta), pela superfície lateral (resistência de fuste) ou através da combinação das duas. Na classificação, são consideradas fundações profundas as estacas e os tubulões, sendo úteis para solos de baixa capacidade de carga superficial e/ou elevada compressibilidade, o que torna inviável o emprego de fundações diretas (ABNT, 2022).

A figura 2 ilustra os principais tipos de fundação profunda (estacas e tubulão), bem como a diferente de profundidade entre elas e uma fundação rasa (sapata). As estacas podem ser executadas manualmente ou mecanicamente, e cravadas à percussão, prensadas, vibradas, escavas ou ainda uma formação mista. Os tubulões são parecidos com uma estaca, com mesmas dimensões, no entanto, diferem pela necessidade da descida de um operário no início da execução (ALBUQUERQUE; GARCIA, 2020).



Fonte: Adaptado de Rezenti (2023).

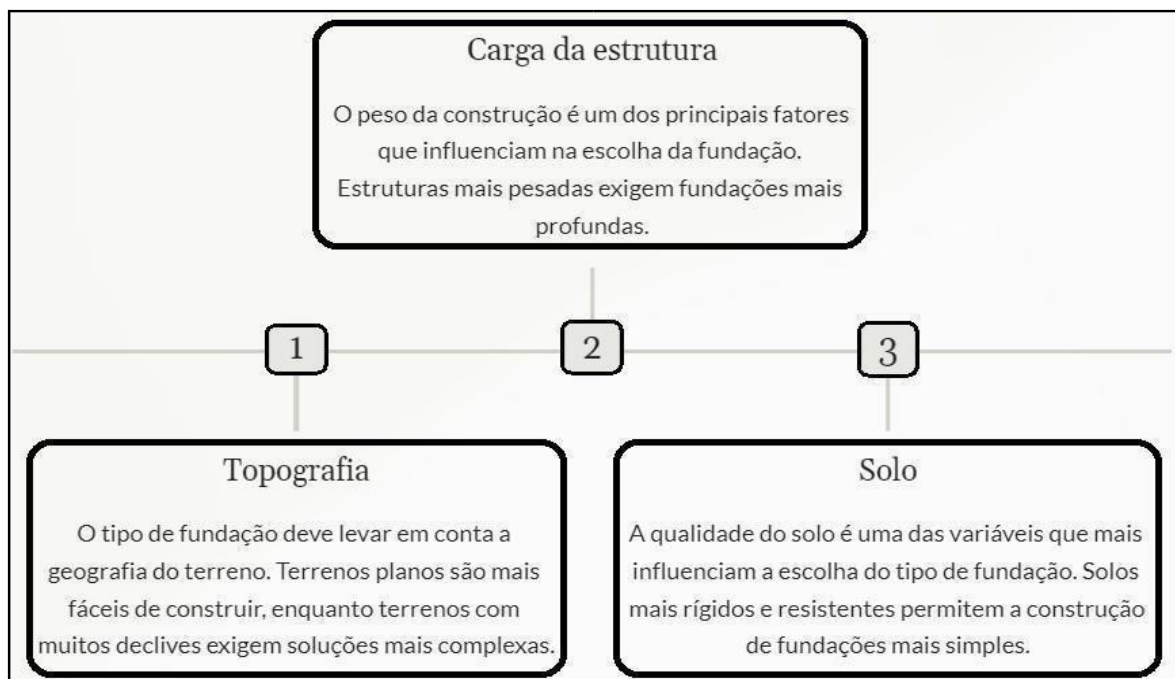
Fonte: Industrial Motor Service

As estacas são usadas em terrenos com solo mais rígido. São ideais para edifícios residenciais e comerciais de tamanhos variados. São peças alongadas prismáticas ou cilíndricas (Figura 2), cravadas ou confeccionadas no solo, podem apresentar as seguintes utilidades: Transmissão de carga para camadas mais profundas do solo, contenção de empuxos laterais ou compactação do terreno. Podem ainda ser pré-moldadas ou moldadas in loco (PIEPER; OLIVEIRA, 2021; BORGHI; LISBOA; ARAÚJO, 2018). Características mais específicas deste tipo de elemento da fundação serão abordadas em seções subsequentes, inclusive os materiais utilizados para sua confecção e vantagens.

Os tubulões são similares às estacas, mas são utilizados em solos com maior dificuldade de perfuração e onde há água subterrânea. Portanto, os tubulões elementos estruturais da fundação que transmitem a carga ao solo resistente por compressão, por meio da escavação de um fuste cilíndrico e uma base alargada troncocônica (Figura 2), a uma profundidade igual ou maior do que três vezes o seu diâmetro (LORENZI, 2022).

Tal como ilustrado na figura 3, para a escolha do tipo de fundação, devem ser considerados alguns aspectos, entre os quais destacam-se: avaliação da topografia do local onde será construída a edificação, a carga da estrutura e as características do solo (ABNT, 2020).

Figura 3 - Considerações na escolha do tipo de fundação



Fonte: Adaptado de Alonso (2019)

3.DELINEAMENTO METODOLÓGICO

Trata-se de uma revisão narrativa da literatura, de caráter descritivo e qualitativo. Este tipo de estudo oferece uma visão ampla de um determinado fenômeno, com certo grau de objetividade, além de proporcionar uma nova perspectiva sobre uma realidade já observada (PRODANOV; FREITAS, 2013). As buscas foram empreendidas em bases de dados virtuais, tais como SciELO (Scientific Electronic Library Online) e BDTD (Banco de Dados de Teses e Dissertações), bem como livros. Como descritores, foram utilizados: fundação, estacas pré-moldadas, concreto. Foram utilizados como critérios de inclusão: textos completos disponíveis na íntegra; textos em português e inglês; textos cujos títulos estivessem condizentes com a temática deste trabalho; que obedeciam aos objetivos do estudo; e textos publicados no espaço temporal entre 2013 e 2023. Além disso, foram utilizados livros, sites e normativas governamentais direcionados à temática proposta. Foram considerados inelegíveis os estudos fora do espaço temporal estabelecido e/ou aqueles que não possuísem aderência ao tema de pesquisa.

A seleção dos estudos foi realizada através dos seguintes passos: exclusão dos estudos em duplicata e que estavam fora do espaço temporal delimitado; exclusão dos títulos que não se adequavam à temática; exclusão dos textos que não respondiam aos objetivos do estudo; inclusão e leitura dos textos que obedeceram aos critérios de elegibilidade.

4.RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Aspectos Gerais das Estacas como Elementos da Fundação

Na construção civil, as estacas são elementos estruturais da fundação usados para transferir cargas de uma estrutura para camadas mais profundas do solo. Por isso, são frequentemente consideradas elementos de fundação profunda, tal como já mencionado. É o sistema de fundação profunda mais utilizado no Brasil brasileiro, sendo útil para diversos tipos de edificações, desde pequenos edifícios até grandes obras (FONTANA; JOÃO, 2019).

As estacas podem ser classificadas quanto a seu processo de execução, que diferem na forma como são instaladas e nas características que oferecem, a saber: estacas de deslocamento (cravadas em geral através de instrumentos de percussão), que são pré-fabricadas (ou pré-moldadas); e de substituição (escavadas em geral, através de trados mecânicos ou manuais), podendo ser moldadas in loco (COSTA, 2022).

Ambos os tipos de estacas têm suas vantagens e desvantagens e são escolhidos com base nas condições específicas do solo e nas necessidades do projeto. A escolha do tipo de estaca mais apropriado para uma construção específica deve levar em consideração fatores como a capacidade de carga necessária, as condições do solo e os custos associados à instalação das estacas (BORN, 2019).

4.1.2 Estacas de Deslocamento



As estacas de deslocamento (cravadas) são feitas de modo que o solo não sai de sua posição original. São instaladas cravando-as no solo por meio de um processo de impacto. Isso é feito usando um martelo hidráulico ou martelo de queda livre. À medida que a estaca é cravada no solo, ela desloca o solo ao seu redor, compactando-o. Isso aumenta a capacidade de carga da estaca (BOAVENTURA, 2016).

As estacas de deslocamento são adequadas para solos coesivos, arenosos e granulares e podem ser usadas em situações em que a água está presente. Elas são eficazes para situações em que é necessário aumentar a capacidade de carga do solo ou consolidar camadas de solo fraco (COSTA, 2022).

As estacas de deslocamento se caracterizam por não promover a retirada da massa de solo, deslocando o horizonte onde são introduzidas. Trata-se de uma modalidade de fundação que apresenta elevada segurança pelo controle durante a execução, podendo atingir elevada capacidade de carga de acordo com o solo e a seção transversal. No entanto, o excesso de vibrações e ruídos, como ocorre em locais demasiadamente urbanos, dificultam sua viabilidade (BORN, 2019).

Dentre as estacas de deslocamento, as mais usuais são: estaca de madeira; estaca metálica; estaca pré-moldada de concreto. O quadro 2 resume as principais características desses tipos de estaca.

Quadro 2 - Principais tipos de estacas de deslocamento

Tipo de estaca	Descrição
<p data-bbox="256 416 639 506">Estacas de concreto pré-moldado</p> 	<p data-bbox="659 416 1465 674">Essas estacas são fabricadas em fábricas e transportadas para o local de construção. Elas podem ser de vários formatos, como estacas cilíndricas, quadradas ou octogonais, dependendo Das necessidades do projeto.</p>
<p data-bbox="256 1021 639 1111">Estacas metálicas pré-moldadas</p> 	<p data-bbox="659 1021 1473 1435">Estas estacas são feitas de aço e são pré-fabricadas de acordo com as especificações do projeto. Elas são usadas principalmente quando é necessária alta capacidade de carga. Normalmente são confeccionadas com perfis metálicos soldados ou laminados, podendo ser muito resistente a corrosão e a oxidação se atenderem a propriedades específicas de fabricação e tratamento.</p>

tacas de madeira pré-moldadas



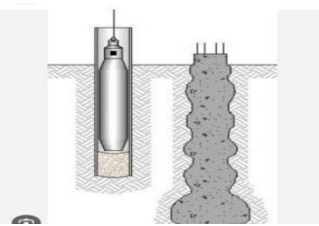
Embora menos comuns em construções modernas, as estacas de madeira pré-moldadas ainda são usadas em algumas situações, especialmente em construções de pequena escala.

4.1.3 Estacas Escavadas

As escavadas permitem um espaço de preenchimento para a escavação. São perfuradas no solo, geralmente com o auxílio de equipamentos de escavação, como trado mecânico ou sonda rotativa. Elas são usadas principalmente em solos coesivos, como argila, onde é difícil cravar estacas devido à resistência ao impacto (MELO, 2019).

Após a perfuração, o furo é preenchido com concreto, formando a estaca. Em alguns casos, a estaca pode ser armada com aço antes do preenchimento com concreto. As estacas de fundação escavada podem suportar grandes cargas, mas a capacidade de carga depende da profundidade do furo, diâmetro da estaca e das características do solo. Os principais tipos incluem: estacas Franki; hélice contínua; Strauss; estacas brocas (BORN, 2019). Quadro 3 descreve algumas características das estacas escavadas

Quadro3 – Características das Estacas Escavadas

Tipo de estaca	Descrição
<p data-bbox="300 1189 523 1223">Estacas Franki</p> 	<p data-bbox="596 1189 1441 1554">Possui base alargada no formato de um bulbo, composto por material granular ou concreto sendo integralmente armada. Dimensionadas para que a carga originada da superestrutura seja suportada pela resistência de ponta tal como por atrito lateral. Adotada em condições em que a camada resistente é localizada em profundidades variáveis.</p>

<p style="text-align: center;">Strauss</p> 	<p>Executada através da escavação, mediante emprego de uma sonda conhecida como "piteira", com a simultânea introdução de um revestimento metálico segmentado e rosqueáveis, até que se atinja a profundidade projetada. Em seguida é realizada a gradativa concretagem e apiloamento do mesmo com a simultânea retirada do revestimento metálico.</p> <p>Possui boa relação custo/ benefício se comparada a outros métodos de fundações profundas, entretanto, é mais indicada para estruturas de pequeno e médio porte, devido a sua baixa carga admissível.</p>
<p style="text-align: center;">Hélice Contínua</p> 	<p>Executada por meio da introdução de um trado helicoidal contínuo no terreno, por rotação, e posterior injeção de concreto que ocorre simultaneamente a retirada do trado. O concreto passa por um tubo central existente na própria haste do trado e tem sua pressão de injeção controlada, com o objetivo de evitar vazios no fuste da estaca.</p> <p>Utilizadas para fundações de solos argilosos, siltosos e arenosos, com ou sem a presença de lençol freático.</p> <p>Apresentam alta capacidade de carga e maior eficiência na execução, em decorrência da possibilidade de se fazer o monitoramento.</p>
<p style="text-align: center;">Estacas Broca</p> 	<p>Executada por meio da escavação do solo utilizando usualmente trado manual e posterior preenchimento com concreto. Possui baixa capacidade de suporte sendo indicada para terrenos de baixa a média consistência e compacidade,</p>

5.2 Estacas Pré-Moldadas de Concreto

Em diversos empreendimentos brasileiros, o concreto é um dos materiais mais presentes em obras, sendo material que compõe estruturas de diversos tipos de edificações, fundações, pontes e outras. Desta forma, o controle de qualidade do concreto utilizado nessas obras é imprescindível. Esse controle é feito através de uma série de ensaios, como os de espalhamento, abatimento e, principalmente, os ensaios de resistência do concreto (FALCONI et al., 2019). Esses ensaios revelam a resistência do material à compressão, uma propriedade diretamente ligada à estabilidade e segurança da estrutura, que valida a qualidade da mesma. Para avaliar o valor da resistência característica do concreto à compressão, deve ser realizado o controle tecnológico de todo concreto utilizado na construção do empreendimento (LIMA, 2022).

De acordo com a NBR 6122:2022, a estaca de concreto pré-moldada é um elemento constituído por segmentos de peças pré-moldadas, introduzida no terreno através do processo de cravação. Pode ser constituída de concreto armado, centrifugado, vibrado ou concreto protendido. No processo de execução, são feitas emendas entre estacas, que podem ser realizadas por meio do uso de anéis metálicos e luvas por encaixe ou por meio de emendas soldáveis (ABNT, 2022).

São introduzidas no terreno por golpes de martelo de gravidade, de explosão, hidráulico ou por martelo vibratório. Produzidas por meio do processo de vibração do concreto, podendo suportar capacidades de até 200 toneladas. Os equipamentos utilizados podem efetuar a operação por percussão ou prensagem sendo definido de acordo com as especificações da estaca que será utilizada, condições dos imóveis no entorno, as características do solo, projeto, dentre outros. A associação de martelos com maior peso e menor altura de queda garante maior eficiência no processo de cravação se comparado a martelos com menor peso operando em maiores alturas de queda (LIMA, 2022). Nega é o deslocamento permanente da estaca para 10 golpes do martelo com a mesma altura de queda. O repique elástico é a parcela de deslocamento elástico da estaca e do solo no momento da cravação. Além de garantir um perfil homogêneo do estaqueamento, a utilização da técnica permite estimar a capacidade de carga mobilizada no momento da cravação (LIMA, 2022).

Estas estacas de concreto pré-moldado são fabricadas em uma instalação de produção em local separado da obra. Geralmente, são moldadas em fábricas especializadas. São produzidas em diversos tamanhos e formatos, dependendo das necessidades do projeto. Os formatos comuns incluem estacas cilíndricas, quadradas, octogonais, entre outros (FALCONI et al., 2019). Após a fabricação, as estacas pré-moldadas são transportadas para o local da construção, onde serão instaladas. Como são produzidas em locais controlados, as estacas pré-moldadas geralmente têm alta qualidade e consistência. As estacas de concreto pré-moldado oferecem várias vantagens na construção civil, o que as torna uma escolha popular para fundações e estrutura sem muitos tipos de projetos (ARAÚJO, 2018).

Algumas das principais vantagens incluem controle de qualidade. Nesse sentido, as estacas pré-moldadas são fabricadas em instalações controladas, onde é possível garantir a qualidade e a resistência do concreto. Isso reduz a variabilidade em comparação com estacas moldadas in loco, que podem ser afetadas por condições climáticas e de mão de obra no local. Além disso, podem ser instaladas de maneira mais rápida do que estacas convencionais. Isso pode acelerar o cronograma de construção, economizando tempo e custos de mão de obra (LORENZI, 2022).

Devido ao processo de fabricação em ambiente controlado, as estacas pré-moldadas têm dimensões e características consistentes, o que facilita o projeto e a construção. Uma vez que são fabricadas sob medida para atender às especificações do projeto, o desperdício de material é minimizado (BORN, 2019). A capacidade de carga das estacas pré-moldadas pode ser calculada com precisão com base em testes e dados de projeto. Isso é importante para garantir que a fundação suporte as cargas da estrutura de forma confiável. Elas podem ser projetadas para atender às características específicas do solo em que serão instaladas. Elas podem ser adequadas para diferentes tipos de solos, desde solos arenosos até solos coesivos (ARAÚJO, 2018).

Como a fabricação ocorre em ambientes controlados, as estacas pré-moldadas são menos suscetíveis a atrasos devido a condições climáticas adversas, como chuva ou temperatura extrema. Além disso, devido à sua fabricação em instalações industriais, essas estruturas podem ser inspecionadas com mais facilidade para garantir a qualidade e conformidade com os padrões (LORENZI, 2022).

A rapidez na instalação, juntamente com a menor necessidade de equipamentos e mão de obra no local, pode levar a uma redução dos custos indiretos da construção. Outro aspecto importante é a sustentabilidade, pois a produção em instalações controladas pode ser mais eficiente em termos de consumo de energia e redução de resíduos em comparação com a fabricação de estacas no local (ARAÚJO, 2018).

6.CONCLUSÕES

A inovação no setor da construção civil tem sido expressiva. Com isso, observa-se a variedade de sistemas construtivos que são empregados atualmente. Nesse contexto, as estacas pré-moldadas de concreto possuem grande relevância como elementos de fundação.

Os dados apontam que as estacas de pré-moldadas de concreto representam uma das principais estruturas utilizadas para fundação profunda. Entre as vantagens, podem ser citadas: controle de qualidade, rapidez na instalação, capacidade conhecida de carga, adequação a diversos solos, sustentabilidade, redução de custo e entre outros.

7.REFERÊNCIAS

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 6122**: Projeto e execução de fundações. Rio de Janeiro, 2022. Acesso em 21 ago. 2023.

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 6484** – Solo Sondagem de Simples Reconhecimento com SPT. Rio de Janeiro, 2020

ALBUQUERQUE, P. J. R.; GARCIA, J. R. **Engenharia de fundações** - 1. ed.
-Rio de Janeiro: LTC, 2020.

ALONSO, U. R. **Previsão e controle das fundações**. Editora Blucher, 2019

ALVES, N. 5 maneiras como a tecnologia na construção civil transforma a produtividade. **Construct**, v. 17, 2018

BATISTA, J. A. et al. Fundações Rasas Tipo Sapatas E Blocos – Ensaio SPT, Procedimento, Execução. **Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento**, v. 03, n. 12, p. 14-29, 2018.

BOAVENTURA, M. **Projeto de fundação em estacas hélice contínua para um edifício de 15 pavimentos na cidade de Bauru (SP)**. 2016. 67 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Estadual Paulista, Ilha Soleira, 2016.

BORGHI, G. B.; LISBOA, G. de P.; ARAÚJO, D. de L. Análise da estabilidade lateral de uma viga pré-moldada de concreto para ponte em fases transitórias.
REEC - Revista Eletrônica de Engenharia Civil, Goiânia, v. 15, n. 1, 2018.

BORN, R. B. **“Análise Experimental do Comportamento de Estacas Carregadas Lateralmente em um Solo Residual”**, Dissertação, UFRS, 2019.

COSTA, J. P. **Análise comparativa para estacas escavadas do tipo broca com diferentes diâmetros**. 2022. Trabalho de Conclusão de Curso Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Bacharelado em Engenharia Civil.

2022.

DANZIGER, B. R.; LOPES, F. R. **Fundações em Estacas**. Rio de Janeiro: Ltc, 2022. 205 p.

FALCONI, F. et al. **Fundações: teoria e prática**. 3ª ed., Oficina de Textos, São Paulo, 2019, 804p.

FONTANA, A. C.; JOÃO, M. M. Estacas profundas: desempenho da estaca hélice contínua – qualidade técnica de serviços e aspectos consideráveis.

Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento, v. 6, n. 8, p. 135-147, 2019.

LIMA, Thiago Alexandre Alves de. **Estudo de caso: comparativo entre projetos de fundação por estacas tipo hélice contínua, pré-moldadas de concreto e perfil metálico**. 2022. 22 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Centro Acadêmico do Agreste, Universidade Federal de Pernambuco, Caruaru, 2022.

LORENZI, Vinicius. **Fundações na Prática**. Cascavel, PR: FSC Treinamento sem Engenharia Civil Ltda, 2022.

MELO, B. N. **Fundações** /Barbara Nardi Melo – Londrina : Editora e Distribuidora Educacional S.A., 2019

MORAES, M. H. M. et al. Uma revisão sobre os aspectos de projeto de peças pré-fabricadas. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v.8, n.4, p.

2400524015, 2022.

PIEPER, I. C. S; OLIVEIRA, C. B. C. Análise do concreto moldado in loco mapeamento de Colatina/es. **Revista científica integrada**, v. 5, n. 1, 2021.

PRODANOV, C. C.; FREITAS, E. C. **Metodologia do trabalho científico**: método e técnicas de pesquisa e do trabalho acadêmico. 2. ed. Novo Hamburgo: Feevale, 2013.

RESENTI. **Arquitetura e construção**. 2023. Disponível em:
<https://www.renzeti.com.br/blog/diferentes-tipos-de-fundacoes-esuasaplicacoes-7>. Acesso em 30 ago. 2023

SENA, G. O. et al. **Patologia das construções**. Salvador: 2B, 2020. 256p.

SOARES, A. P. F; SANTANA, E. L; NASCIMENTO, F. B. C do. Aplicação dos Pré-moldados na Construção Civil. **Cadernos de Graduação**, Maceió, v. 3, n.2,p. 41-54, 2016.

SUDECAP. Superintendência de Desenvolvimento da Capital. **Caderno de encargos SUDECAP**. 4ª Ed. 2019.

THIESEN, S. **Aplicação de ferramenta SIG para mapeamento geotécnico e cartas de aptidão para fundação a partir de ensaios SPT**: um estudo de caso em Blumenau/SC. 2016. 208f (Mestrado em Engenharia Civil). Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2016.