

ANÁLISE DA EXECUÇÃO DE FUNDAÇÃO RASA TIPO SAPATA ISOLADA

DANIEL MACEDO DOS SANTOS¹
KÊNIA ARAÚJO DE LIMA SCARIOT²

RESUMO: O presente trabalho corresponde a uma análise de cuidados na execução de sapata isolada em quatro obras que ficam localizada em Sinop-MT e Colíder-MT. Tem-se que o peso de uma construção é transmitido ao solo através da fundação, que é responsável por garantir que não ocorram movimentações nos demais componentes estruturais para que, conseqüentemente, não ocorram manifestações patológicas construtivas por esta causa. O engenheiro responsável pela obra deve ter em mãos a maior quantidade de informações possíveis sobre a edificação e o solo em que a mesma será executada. Para que não ocorra erros, é necessário que o responsável pela obra siga todos os passos do projeto para executar de forma correta a sapata. O estudo se propõe em avaliar a execução de sapatas isoladas, verificando e comparando a fundação, baseadas na normativa ABNT NBR 6118 e a ABNT NBR 6122. O método utilizado foi bibliográfico com abordagem qualitativa de cunho de estudo de caso seguindo um *checklist*, respondido pelos responsáveis das obras. Verificou-se como resultados dentre as obras avaliadas, a falta de cumprimento de vários tópicos do *checklist*, tais como, o cobrimento nominal que foi contra a norma. Portanto, chega-se à conclusão da importância de se seguir na íntegra o projeto e recomendações que não podem ser dispensadas no momento da execução. A falta desse cuidado pode comprometer com a estrutura da edificação, ao qual problemas poderão surgir ao longo da sua vida útil.

PALAVRAS-CHAVE: Execução de obra; Infraestrutura; Sapata isolada.

ANALYSIS OF THE EXECUTION OF THE SHALLOW FOUNDATION TYPE ISOLATED

ABSTRACT: The present work corresponds to an analysis of care in the execution of isolated footings in four works located in Sinop-MT and Colíder-MT. The weight of a construction is transmitted to the ground through the foundation, which is responsible for ensuring that there are no movements in the other structural components so that, consequently, no pathological constructive manifestations occur due to this cause. The engineer responsible for the work must have as much information as possible about the building and the soil on which it will be built. To avoid errors, the person responsible for the work must follow all the steps of the project to correctly execute the footing. The study proposes to evaluate the execution of isolated footings, checking and comparing the foundation, based on the ABNT NBR 6118 and ABNT NBR 6122 regulations. The method used was bibliographic with a qualitative case study approach following a checklist, answered by those responsible for the construction. The results found among the works evaluated were a lack of compliance with several checklist topics, such as nominal coverage, which was against the standard. Therefore, we come to the conclusion of the

¹ Acadêmico de Graduação, Curso de Engenharia Civil, Centro Universitário Fasipe – UNIFASIFE. Endereço eletrônico: danielmacedo1940@hotmail.com.

² Professor(a) Mestre, Curso de Engenharia Civil e ambiental, Centro Universitário Fasipe - UNIFASIFE. Endereço eletrônico: keniaaraujolima@hotmail.com.

importance of fully following the project and recommendations that cannot be dispensed with at the time of execution. Lack of this care can compromise the structure of the building, which could cause problems to arise throughout its useful life.

KEYWORDS: Execution of work; Infrastructure; isolated shoe.

1. INTRODUÇÃO

As edificações no geral necessitam apresentar conforto, durabilidade e segurança aos usuários. Por isso, é de suma importância que essas sejam construídas de forma correta, seguindo normas técnicas as quais garantam estas qualidades. As fundações das construções exercem a função de receber as cargas e assegurar que sejam transferidas ao solo conforme especificações das normas, tornando as edificações seguras (BASTOS, 2016).

Hachich *et al* (1998) afirma que os tipos de fundações superficiais habituais, possuem um bloco de concreto simples e grande, o qual aplica-se a compressão. Para Pereira (2015), o método de execução de sapatas é simples, porém exige alguns cuidados na execução e deve ser seguida conforme a ABNT (2019) NBR 6122. Para que a fundação seja correta, o engenheiro deve avaliar a necessidade do cliente, técnica e economia, avaliando os fins da edificação. É importante também, considerar as características do solo naquele local onde haverá a fundação para que o dimensionamento seja adequado (AVILA, 2019).

As fundações rasas são consideradas para obras de pequeno porte onde o descarregamento das cargas da edificação é feita diretamente da base do solo, sendo algumas delas sapatas, blocos, radier, sapata corrida ABNT (2014) NBR 6118. Já a fundação profunda normalmente é direcionada para obras de grandes portes, não sendo descartado a possibilidade de fundações rasas para grandes obras, fundações profundas é destinada geralmente para quando o solo superficial daquele local não atende a necessidade do descarregamento de cargas ABNT (2014) NBR 6118.

A geometria dessa fundação pode variar em diversos formatos, sendo alguns desses formatos: circular, retangular quadrada, corrida, etc. A ABNT (2019) NBR 6122 - Projeto e execução de fundações complementam afirmando que a profundidade da base da execução dessa fundação em relação ao terreno é duas vezes inferior a menor dimensão da geometria da fundação. Ainda segundo a ABNT NBR 6122 (2019) as fundações rasas possuem três principais classificações: blocos, sapatas e radier.

Analisar a execução de fundações rasas a fim de evitar o estado limite de serviço e estado limite último é a questão principal desta pesquisa. A verificação nas execuções de fundações para a utilização perfeita da estrutura atendendo os requisitos do projeto, é de caráter indispensável. Mostra-se importante o devido acompanhamento, analisando a qualidade das matérias para a execução das fundações, e dos cuidados a serem tomados na execução para que sejam evitados os estados limites de serviço (HACHICH *et al* 1998).

Um projeto de qualidade não se refere somente à parte visual da obra, há diversos fatores que devem levar em consideração e em específico a qualificação estrutural da obra onde é o maior gerador de problemas na deformação da edificação quando não há uma boa execução (BRAJA, 2007). Entre os principais problemas de má execução de fundações estão as fissuras, trincas e deslocamentos e recalques diferencial os quais geram deformações na estrutura e consequentemente desconforto ao usuário, pois a edificação passa a ter problemas de segurança (VELLOSO; LOPES, 2010).

Portanto a problemática que surge é: as Normas Técnicas em relação à execução de fundações rasas que são necessárias para estabelecer uma qualidade na obra estão sendo

aplicadas? Tendo como base as Normas Técnicas, é possível seguir um checklist que garanta uma execução de fundações mais seguras e sem imperfeições em sua confecção?

Contudo, como objetivo de pesquisa, o estudo se propôs em avaliar a execução de sapatas isoladas, verificando e comparando a fundação, baseadas na normativa ABNT (2014) NBR 6118 e a ABNT (2019) NBR 6122. Para isso, um *checklist* foi elaborado e aplicado em obras no município de Sinop-MT e Colíder-MT, com o intuito de verificar divergências na fundação e demonstrar a melhor maneira de ser executada.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Fundações: Aspectos gerais

Fundações são elementos estruturais usados na engenharia designado para suportar cargas de peso próprio da edificação, cargas variáveis e acidentais, e podem ser divididas em vários tipos de fundações como as rasas e as profundas, cada uma delas relacionada a um tipo de recebimento de cargas, solo ou alguma condição especial (BRAJA, 2007). Caputo (1997) ressalta ainda que o termo fundação é definido como ato de apoiar, afirmar, sendo um elemento estrutural que transmite ao solo as cargas as quais recebe.

As fundações rasas ou superficiais são responsáveis pela transmissão de cargas diretamente na base do solo, portando sendo inferior a duas vezes sua menor dimensão (BASTOS, 2011). São usadas em edificações mais simples e são caracterizadas como: blocos, sapatas (isoladas, corridas, associadas, alavancadas, vigas de fundação) e radier, sendo fundações inferiores a três metros de profundidade (ABNT (2019) NBR 6122).

Para a escolha correta da fundação deve-se levar em consideração alguns fatores como o tipo de solo, capacidade da carga, a estrutura em questão e não menos importante, a segurança e economia da obra (ALONSO, 2013). Bell (1985) ressalta que se faz necessário olhar a profundidade em que se encontra a camada, a homogeneidade do solo e o tipo de estrutura para que seja escolhida o tipo de sapata ou fundação mais adequado àquela edificação.

Para Velloso e Lopes (2010), é imprescindível que o engenheiro tenha em mãos informações do solo necessárias para a execução de fundações, segundo os autores esses dados devem incluir: topografia do terreno, dados geológicos e geotécnicos, informações sobre construções vizinhas e dados estrutural a construir.

Portanto, um planejamento adequado no projeto referente às fundações, diminui os riscos e colabora na criação de programas de segurança do processo. (DE SOUSA, 2018). Assim, percebe-se a importância da sondagem do solo, já que é permitido analisar as propriedades físicas e mecânicas das camadas do solo, essas informações são usadas para projetar e dimensionar a fundação, tornando o solo como um material de construção (BUDHU, 2010).

2.2 Fundações Rasas (Superficiais ou Direta)

As fundações diretas são elementos que distribuem carga diretamente a primeira camada do solo, onde pressões predominantes se encontram distribuídas na superfície da fundação (MOREIRA, 2011). A geometria dessa fundação pode variar em diversos formatos, sendo alguns desses formatos: circular, retangular quadrada, corrida, etc. A NBR 6122 (2019) Projeto e execução de fundações complementam afirmando que a profundidade da base da execução dessa fundação em relação ao terreno é duas vezes inferior a menor dimensão da geometria da fundação. Ainda segundo a NBR 6122 (2019) as fundações rasas possuem três

principais classificações: blocos, sapatas (isolada, corrida, associadas e com vigas de alavancadas) e radies.

Hachich *et al.* (1998) afirma que os tipos de fundações superficiais habituais, possuem um bloco de concreto simples e grande, o qual aplica-se a compressão. Não há necessidade de armadura, pois as tensões ou/e ações nela produzidas são, comumente, resistidas pelo concreto.

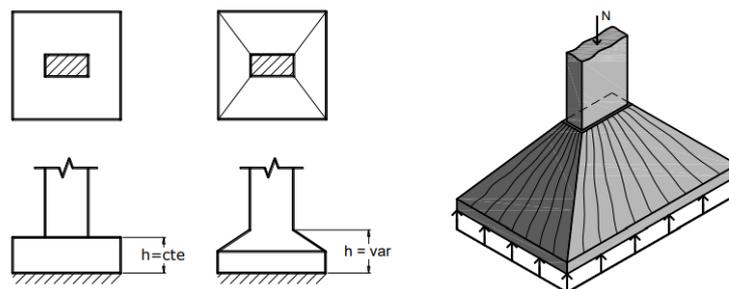
A fundação classificada como sapata, é um elemento de concreto armado, ou seja, exige a utilização de aço o que a torna um pouco mais resistente aos esforços de tração, podendo assumir qualquer forma, sendo a mais comum as quadradas, retangulares e corridas (HACHICH *et al.*, 1998).

Para Pereira (2015), o método de execução de sapatas é simples, porém exige alguns cuidados na execução, e deve ser seguida conforme a NBR 6122 (2019).

2.2.1 Sapatas Isoladas

Sapata isolada é a mais utilizada em edificações, pois trata-se de um elemento que recebe carga de um único pilar, e tem sua forma geralmente retangular, formato que é proveniente da geometria retangular do pilar que também é o mais utilizado nas obras, o qual pode-se observar na figura 1 (BASTOS, 2016).

Figura 1: Representação de sapata isolada



Fonte: Bastos (2016)

Estas sapatas podem também apresentar bases quadradas ou circulares, de modo que possuem uma dureza elevada, fazendo com que seja mais utilizada em projetos de fundação superficial (VELLOSO; LOPES, 2010).

A sapata isolada é um elemento estrutural de concreto armado, onde a força aplicada sobre ela não vem a afetar sua forma, ou seja, o concreto, mas as tensões de tração são impedidas pelo aço empregado na fundação (NBR 6122, 2019).

De acordo com Bastos (2016), este tipo de sapata recebe cargas pontuais, força normal (N) e podem ocorrer momentos fletores em apenas uma direção ou até mesmo nas duas direções (Mx) e (My), e também força no sentido perpendicular à força normal (H). Sendo assim, um limite para a sapata retangular é que a dimensão maior da base não supere cinco vezes a largura ($A \leq 5B$), quando $A > 5B$, é chamada sapata corrida.

2.3 Execução Fundação Rasa – Cuidados na Execução

Como em outros campos da construção civil, também na execução das fundações, dentre os materiais aplicados, predomina o concreto de cimento Portland, utilizado com armaduras de aço. No caso dos elementos de aço utilizados nas obras, para os vergalhões e fios utilizados nas armaduras, cabem os controles usuais aplicados para este tipo de material em estruturas de concreto armado, como fornecimento correto e de qualidade do material, o armazenamento adequado em estoques e manuseios (HACHICH 1998).

Desde que o projeto tenha sido bem elaborado e apresentado com o desejado nível de detalhamento, a execução deste tipo de fundação é bastante simples, sendo que se assemelha à execução dos demais elementos de concreto armado da estrutura, com simplificações (FELIPE, 2018).

Alguns cuidados específicos são importantes para evitar danos durante a execução, como por exemplo evitar afofar ou encharcar o terreno de apoio das sapatas, garantir o adequado apiloamento e/ou agulhamento com brita do solo na base de apoio sempre que se tratar de solos arenosos fofos ou argilosos porosos, evitar desbarrancamentos laterais e contaminação do concreto com solo e garantir boas condições de cura do concreto (NBR 6122, 2019).

Certos cuidados específicos relativos à concretagem devem também ser citados, como por exemplo a necessidade de um adequado adensamento com uso de vibradores de imersão, inclusive pelo fato de frequentemente ocorrer alguma segregação do concreto por ocasião do lançamento (HACHICH 1998).

Um dos principais cuidados na execução é a atenção com a sondagem do solo, sendo muito importante e não podendo haver erros, esse processo auxilia na execução da fundação pois com esse estudo de sondagem é possível determinar por exemplo o tipo de sapata para o projeto (FELIPE, 2018).

2.3.1 Falhas de Execução em Fundações Rasas

Problemas com mal execução do projeto de fundações pode gerar erros, um exemplo corresponde aos atrasos de obras, causando consecutivamente gastos excessivos, ultrapassando o orçamento do projeto (FELIPE, 2018).

Segundo Bastos (2016) alguns critérios levam as seguintes falhas no projeto: o incorreto e incompleto estudo do solo, fundação desapropriada para o tipo de solo e sobrecargas a serem suportadas, a não compactação do solo, desmoronamento do solo durante a concretagem da fundação e usar materiais de baixa qualidade.

2.4 Manifestações Patológicas mais Recorrentes em Obras com Sapatas Isoladas

As fundações devem ser escolhidas levando em conta as normas técnicas geridas pela ABNT, as quais garantem estabilidade e vida útil às edificações. Caso não haja esse cuidado na execução das obras das edificações, os problemas podem ser inúmeros (MARCELLI, 2007). Esses problemas podem gerar manifestações patológicas que podem ser identificadas no início da construção ou no momento de uso, podendo ser caracterizada como degradação (KOGA *et al.*, 2017).

As manifestações patológicas das fundações podem surgir, principalmente, pela falta de investigação geotécnica, má interpretação de dados coletados por ensaios, avaliação incorreta de valores de esforços atuantes na estrutura e, não menos importante, o não seguimento das normas NBR 6118 (2014) que regem os projetos de estruturas, NBR 6122 (2019) que regularizam projetos de edificações de execução de fundações e a NBR 8681 (2003) que descreve os cálculos que devem ser utilizados para as ações atuantes na estrutura (DO CARMO, 2003).

Carmo (2003) ainda ressalta que as manifestações patológicas indicam o mau desempenho da fundação e podem ser divididas em três tipos de danos: arquitetônicos, funcionais e estruturais. Os danos arquitetônicos são considerados os com menor gravidade, já que não existe risco a estabilidade da estrutura por ser a estética da edificação como trincas nas paredes (MARCELLI, 2007). Já os danos funcionais, como o próprio nome afirma, envolvem o desempenho e funcionalidade da edificação necessitando de reparos e reforços estruturais

para não ocorrer o avanço desta patologia (DO CARMO, 2003). Por último, os danos estruturais favorecem a instabilidade da obra, comprometendo os elementos estruturais da edificação, podendo ocasionar um colapso na estrutura (MARCELLI, 2007).

Souza e Ripper (1998) afirmam que a fase de execução é de suma importância para que evite processos patológicos na estrutura, principalmente os funcionais e estruturais. Logo, os autores ressaltam que o responsável técnico deve se atentar a cada etapa da obra, onde os materiais e a execução do projeto sigam as normas técnicas, já citadas anteriormente, para que a edificação apresente a qualidade prescrita pelas NBR's.

Portanto, sabendo que a edificação é sustentada pela fundação, se a mesma for executada com falhas e erros, poderá ocorrer problemas futuros na estrutura, como recalques que podem causar desde danos arquitetônicos à estruturais, esclarecendo assim a importância no seguimento das normas técnicas brasileiras e controle frequente em todas as operações que envolvem o processo de construção (VIEIRA, 2017).

3. MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho teve por objetivo avaliar execução de sapatas isoladas e se ela está de acordo com o *checklist* baseado nas normas de execução. Assim, é possível analisar se na região as fundações do tipo sapata isolada são executadas de forma correta ou se há divergências.

As vistorias foram realizadas no município de Sinop e Colíder. Este estudo foi dividido em duas etapas: a primeira se resume a pesquisa bibliográfica, na qual colabora para um embasamento teórico sobre as fundações e as NBR 6118 (2014), NBR 6122 (2019) e NBR 8681 (2003) relacionadas. A segunda parte foi a elaboração do *checklist* com alguns tópicos sobre execução de sapata isolada, apresentada posteriormente ao responsável técnico da obra e também feita uma conferência nas respectivas obras vistoriadas.

3.1. Caracterização do local de estudo

O estudo foi realizado no município de Sinop – MT e Colíder- MT por caracterizar-se como cidades que possuem um crescimento perceptível no campo da construção civil, tornando assim um campo de estudo propício ao desenvolvimento desta pesquisa.

As escolhas das cidades para pesquisa foram de grande importância para verificar como as NBR's são aplicadas na prática e por ser uma cidade consideravelmente populosa, foi verificado o modo como às edificações são construídas pode evitar, futuramente, problemas à população e colaborar para futuros engenheiros sigam as instruções que serão detalhadas no estudo.

Neste estudo foi analisado quatro obras, que foram denominadas no decorrer do texto como obra A, B, C e D por motivo de sigilo as obras foram chamadas dessa forma. A obra "A" tem 353m² e 26 sapatas sendo 15 de divisa, de padrão médio, sendo comercial. Na obra "B" tem 243m², 6 sapatas sendo todas de divisa, contendo 3 pavimentos, de médio padrão e do tipo comercial. Na obra "C" com 220m², 31 sapatas sendo 6 de divisa, obra residencial de pequeno porte, e por último a obra "D" 158m², 33 sapatas sendo 8 de divisa, obra residencial de pequeno porte.

As quatro obras foram executadas fundações tipo sapata isolada, a qual foi observado e verificado, por meio de *checklist*, se os parâmetros citados e exigidos pelas NBR 14931 (2004) estão sendo seguidos, constituindo a amostragem pesquisada.



3.2. Técnicas de coleta e Análise de dados

Para a verificação de como as Normas Técnicas (NBR 6118, 6122 e 8681) foram aplicadas nas construções com relação às fundações rasas (sapata isolada) foi utilizado um *checklist*, contendo um questionário relacionado ao tema e respostas de múltipla escolha (sim ou não) para análise dos dados. Este questionário foi aplicado ao responsável técnico de cada obra, onde foi feita algumas perguntas sobre geometria, dimensões da sapata, linhas de referências da localização da sapata entre outras.

Realizou-se o acompanhamento de alguns dias de trabalho, junto ao responsável técnico. Estes dados foram analisados, resumidos e computados em formato de quadros, os quais demonstrarão se o *checklist* foi atendido, com o intuito de orientar a execução e controle da qualidade da fundação superficial.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Neste capítulo, serão apresentados os resultados da presente pesquisa que avaliou as execuções das sapatas isoladas em quatro obras sendo três dessas obras localizadas em Colíder/MT e uma em Sinop/MT. O primeiro passo para alcançar o objetivo principal do trabalho foi obter os dados necessários para formulação de *checklist* que foi respondido pelo responsável técnico de cada uma das obras que será apresentada nesse capítulo.

4.1 Obra A

Na construção da obra “A” localizada em Colíder/MT, foi utilizado concreto armado para execução da sapata sendo ela feita no formato retangular, os agregados a serem utilizados na confecção do concreto foram areia grossa brita 1. Fator água/cimento $< \text{ou} = 0,5$, o cobrimento nominal mínimo das armaduras em contato com o solo igual a 3,0cm. O cimento sugerido em projeto foi do tipo CP II-32 com consumo mínimo de 400 kg/m³, o aço utilizado foi o CA-50, nesta obra não foi feita análise do solo. Nesse contexto, a figura 2 apresenta uma tabela com a compilação dos dados do *checklist*.

Figura 2: Tabela checklist Obra A

Checklist	
Linhas de referencia	ok
Geometria e as dimensões	ok
Camada de pedra brita	X
Espaçadores	ok
Cobrimento nominal	3cm
Condições das armaduras	ok
Bitolas usadas	ok
Armazenagem de materiais	ok
Distribuição das armaduras	ok
Concreto	In-loco
Fck, Slump-test, horário	X

Fonte: Próprio (2023)

Na figura 3 pode-se observar a escavação do terreno onde foi feita as sapatas já com a armadura esperando a concretagem, de acordo com o projeto de fundações, seguindo as

dimensões e cotas indicadas. Nessa obra foram feitas 26 sapatas sendo 15 de divisa. Como respostas ao checklist, a execução a armadura foi distribuída ao longo da largura da sapata por 9,5cm de espaçamento entre armaduras, com camada de 3 a 5 cm de pedra brita N1 e com cobertura nominal de 3,00cm. Porém, como se pode ver na figura 3, foi utilizado um espaçador provisório e não foi usada camada de pedra brita como foi respondido no *checklist*.

Figura 3: Esquema de uma sapata



Fonte: Acervo Próprio (2023)

As sapatas são feitas individuais para depois serem conectadas por vigas como mostra na figura 4. O concreto utilizado foi o concreto *in loco* que foi preparado em uma betoneira de 600L no traço 1:2:3. Nessa obra não foi conferido o teste de abatimento do concreto o teste *slump* que serve para realizar o controle tecnológico e da qualidade dos materiais.

Figura 4: Sapata individuais pronta para ser conectadas por vigas baldrame



Fonte: Acervo Próprio (2023)

Após o tempo de cura do concreto, a fundação superficial estará pronta para receber uma análise visual, com a finalidade de verificar a presença de alguma imperfeição que

comprometa o alicerce a suportar a carga da edificação. Na figura 5 pode-se observar a sapata já concretada.

Figura 5: Concretagem



Fonte: Acervo Próprio (2023)

Nessa obra o *checklist* não estava totalmente de acordo com o projeto e não foi seguido alguns processos de execução como solicitado. O concreto utilizado segundo o responsável foi o moldado *in loco* como citado acima, porém é perceptível que o concreto usinado tem alguns fatores positivo sendo que um dos principais é o fator de risco que muitas vezes é negligenciado na execução. Já neste caso o concreto usinado leva uma vantagem, pois a responsabilidade pelas características contratuais passa a ser da própria empresa de concreto, que possui laboratórios e processos padronizados para garantir a homogeneidade do seu concreto e entregá-lo de acordo com as especificações do cliente.

Com o concreto moldado *in loco* fica-se refém da mão de obra para realizar a mistura, pois a quantidade do material pode ser desproporcional, já que a mistura é feita à mão e tudo isso aumenta a probabilidade de obter concreto de qualidade inferior. Conforme o técnico de obra, o horário de início e término de concretagem foi indefinido, quando os horários não são anotados eles podem prejudicar o período de cura do concreto.

4.2 Obra B

Na execução da obra B que fica localizada em Colíder/MT foi utilizado concreto armado para execução da sapata sendo ela feita no formato quadrado. Os agregados a serem utilizados na confecção do concreto apontada no projeto foram areia grossa, brita 1. Na figura 6 mostra o *checklist* da respectiva obra.



Figura 6: Tabela checklist Obra B

Checklist	
Linhas de referencia	ok
Geometria e as dimensões	ok
Camada de pedra brita	ok
Espaçadores	ok
Cobrimto nominal	3cm
Condições das armaduras	ok
Bitolas usadas	ok
Armazenagem de materiais	ok
Distribuição das armaduras	ok
Concreto	Usinado
Fck, Slump-test, horário	25MPa, 12+/-2, X

Fonte: Próprio (2023)

Na figura 7 é possível observar escavação do solo esperando armadura e a concretagem, as quais, estão de acordo com o projeto de fundações. Esta obra tem 243m² contendo 3 pavimentos propondo a confecção de 6 sapatas sendo todas de divisa. A distribuição da armadura de flexão ao longo da sapata foi de 9 cm de espaço entre as armaduras.

Figura 7: Escavação do solo para sapata



Fonte: Acervo Próprio (2023)

Figura 8: Escavação do solo para sapata



Fonte: Acervo Próprio (2023)

O responsável técnico da obra respondeu todas as perguntas feitas no *checklist*, e perguntado sobre as linhas de referências, ferragens, bitolas das ferragens, geometria e dimensão das sapatas a partir das suas respostas foi verificado que todas estão de acordo com o projeto. Como mostra a figura 7 e 8 entre as sapatas existem tubulações que passam entre cada uma delas, mas de acordo com o responsável técnico, tais tubulações foram colocadas provisoriamente no local, por questões de arranjo físico da obra, sendo assim retiradas antes da concretagem e ausente de qualquer material que comprometa sua resistência.

Na execução das sapatas o responsável técnico respondeu que foi colocado no fundo uma camada de 3 a 5 cm de pedra brita n1, com cobrimento nominal de 3 cm e foram usados espaçadores.

Figura 9: Local de armazenamento dos materiais



Fonte: Acervo Próprio (2023)

Como mostra na figura 9, a obra contou com um local próprio para manter a integridade dos materiais, que ficavam no estacionamento da edificação já existente. O concreto utilizado para a concretagem foi o concreto usinado 25MPa e o *Test Slump* foi de 12 +/- 2 cm fornecido pela concreteira. Os horários para início e fim da concretagem foram indefinidos segundo o responsável técnico da obra.

4.3 Obra C

A obra “C” fica localizada em Colíder/MT ela tem 220m² com 31 sapatas sendo 6 de divisa. Nesta obra também não foi conferido o *test slump*, que avalia a trabalhabilidade e/ou fluidez do concreto produzido, isso afeta a moldagem em formas por exemplo.

O responsável técnico da obra “C” respondeu todas as perguntas feito no *checklist*, ao qual foi perguntado sobre as linhas de referências, geometria e dimensão das sapatas, e, através das suas respostas foi verificado que todas estão de acordo com o projeto. Na execução das sapatas foi indagado ao responsável técnico sobre a utilização dos espaçadores, onde o mesmo alegou não ter utilizado. Nesse contexto, a figura 10 demonstra o resumo do *checklist*.

Figura 10: Tabela checklist Obra C

Checklist	
Linhas de referencia	ok
Geometria e as dimensões	ok
Camada de pedra brita	ok
Espaçadores	X
Cobrimento nominal	3cm
Condições das armaduras	ok
Bitolas usadas	ok
Armazenagem de materiais	X
Distribuição das armaduras	ok
Concreto	In-loco
Fck, Slump-test, horário	25MPa,X, 07:30-15:30

Fonte: Próprio (2023)

É muito importante o uso de espaçadores para assegurar o posicionamento das armaduras no centro das fôrmas e com isso, garantir o adequado cobrimento das estruturas. Nesta obra não existia um local de armazenamento dos materiais, nesses casos, a ausência de um local adequado para armazenar os materiais pode refletir na ocorrência de danificação nos materiais fazendo com que eles percam sua qualidade.

Nesta obra, realizou-se a marcação das dimensões no terreno e feita a escavação do solo. A cava foi regularizada com lastro de concreto não estrutural, em espessura mínima de 3cm. A superfície final foi plana e horizontal. Como mostra a figura 11 pode-se observar a sapata com a camada de pedra brita n1 com cobrimento nominal de 3cm.

Figura 11: Sapatas individuais aguardando concretagem



Fonte: Acervo Próprio (2023)

No checklist respondido pelo responsável técnico as ferragens utilizadas estavam em boas condições e o concreto usado foi 25MPa produzido *in loco*, mencionado pelo técnico da obra, porém não foi realizado nenhum tipo de teste para esse Fck. A concretagem foi cronometrada, com início às 7:30 horas e concluída às 15:30 horas do respectivo dia.



4.4 Obra D

A obra “D” fica localizada em Sinop/MT, uma obra de porte pequeno com 158m², 33 sapatas sendo 8 de divisa. Nessa obra as linhas de referência em relação a locação das sapatas foram seguidas de acordo com a solicitação do projeto. O *checklist* foi apresentado ao responsável técnico onde o mesmo respondeu todas as perguntas feitas, como a figura 12 apresenta.

Figura 12: Tabela checklist Obra D

Checklist	
Linhas de referencia	ok
Geometria e as dimensões	ok
Camada de pedra brita	ok
Espaçadores	X
Cobrimento nominal	2 cm
Condições das armaduras	ok
Bitolas usadas	ok
Armazenagem de materiais	ok
Distribuição das armaduras	ok
Concreto	Usinado
Fck, Slump-test, horário	25MPa,X,X

Fonte: Próprio (2023)

De acordo com as respostas do *checklist* na obra D, os materiais foram armazenados em container, e as armaduras cobertas, com o distanciamento do solo. As bitolas das ferragens foram utilizadas as mesmas do projeto e foram feitas a conferência antes da concretagem. Como mostrado na figura 13, o fundo das sapatas foi forrado com pedra brita com cobrimento nominal 2,0cm e com as ferragens.

Figura 13: Sapatas



Fonte: Acervo Próprio (2023)

Para a execução das sapatas foram usados espaçadores para assegurar o posicionamento das armaduras no centro das formas e distribuída a armadura de flexão ao longo da largura da sapata conforme o projeto. O concreto usado foi o concreto usinado 25 MPa com

uma ótima qualidade e conforme o técnico de obra foi feito uma pesquisa antes com os fornecedores para definir o concreto ideal para a execução. O horário de início e término é indefinido.

4.5 Possíveis manifestações patológicas

Para a fundação as principais manifestações patológicas devido à má execução são: deterioração dos materiais que a fazem parte da moldagem ou deformações excessivas, perda de cobertura mínimo, no caso das obras pesquisadas todas estavam com o cobertura abaixo do mínimo, tornando mais fácil ainda a oxidação das armaduras, também podendo ocorrer esmagamentos, rupturas, fissuras entre outras.

As manifestações patológicas podem aparecer em qualquer parte e momento da obra como em geral recalques e desaprumos por exemplo. Os danos por manifestações patológicas podem ser destacados como: danos visuais arquitetônicos, de serviço, e estruturais, em geral os estados limites como dito pela NBR 8681 (2003). Portanto, é fundamental conhecer os processos de execução passados por normas afim de evitar tais patologias construtivas e planejar melhores condutas e colocar em prática.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nesse estudo, foram abordados de forma simples e clara sobre a execução de quatro obras, e os cuidados que devem ser tomados na execução das sapatas isoladas. Conclui-se através da pesquisa aqui desenvolvido que foi possível determinar por um *checklist* respondido por cada um dos responsáveis das obras que a maioria delas não seguiu o projeto para execução das sapatas. Exceto a obra B todas as outras não fizeram o *test Slump* que é de suma importância para verificar a consistência do concreto para execução da sapata, além de outras divergências como os cobrimentos nominais, espaçadores, condições dos materiais, etc.

O estudo foi vistoriado em obra residencial e obra comercial e nelas foi possível visualizar que os cuidados nestes dois tipos de obras foram iguais e que nem sempre os responsáveis seguem minuciosamente o que consta no projeto para a execução da sapata. Nas obras A, B e D os responsáveis técnicos fizeram o armazenamento dos materiais de forma correta garantindo a integridade dos mesmos, já na obra C não houve esse cuidado, ficando expostas os aços a ser utilizado na confecção das sapatas podendo comprometer a capacidade de resistência total do material.

Todas as obras vistoriadas obtiveram divergência em questão de cobertura nominal, sendo as obras A, B e C com valor de 3cm de cobertura e na obra D com apenas 2cm. As normas recomendam no procedimento um valor mínimo de 5cm de cobertura nominal, inferior a esse valor o aço empregado no concreto corre risco de exposição ao solo, onde recebe umidade e eventualmente a corrosão e conseqüentemente a perda parcial de sua função estrutural.

Outro ponto observado nas análises corresponde a ausência de cronometragem do tempo de concretagem, não sendo computados os horários de início e término da concretagem em três das obras avaliadas, o que pode interferir no tempo de cura do concreto que garante a qualidade da estrutura.

Portanto, a pesquisa foi de grande importância para chegar à conclusão de que a fundação é uma das partes mais importante da obra, e que não deve ser dispensados os cuidados na execução, e por isso é de grande valia seguir o projeto e recomendações, pois nem sempre os erros aparecem no começo da obra, mas ao longo da vida útil podem surgir problemas. É

importante que os responsáveis da obra sigam o projeto para uma boa execução mais segura e sem imperfeições em sua confecção.

REFERÊNCIAS

ALONSO, Urbano Rodrigues. **Exercício de Fundações**. 3ª edição. São Paulo: Editora Edgard, 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14931: Execução de estruturas de concreto - Procedimento**. Rio de Janeiro, p. 59. 2003.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6122/2019: Projeto e Execução de Fundações**. Rio de Janeiro, p. 120. 2019.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6118: Projeto de estruturas de concreto – Procedimento**. Rio de Janeiro, p. 225. 2014.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 8681: Ações e segurança nas estruturas - Procedimento**. Rio de Janeiro, p. 22. 2003.

AVILA, Matheus. **Conheça os principais tipos de fundação na construção civil**. 2019. Tudo Pra Obra. Disponível em: <https://www.tudopraobra.com.br/artigos/ostipos-de-fundacoes-na-construcao-civil.html>. Acesso: em 11 set. 2022.

BASTOS, Pedro Kopschitz Xavier. **Tecnologia das Construções II: Construção de Edifícios**. São Paulo: UFJF, 2011. 226 p.

BASTOS, Paulo Sérgio dos Santos. **Sapatas de fundação**. Apostila Publicada pela UNESP/Bauru, 2016.

BELL, Brian J. **Fundações em Concreto Armado**. Tradução por Alexandre Verski. 2ª edição. Rio de Janeiro: Guanabara Dois, 1985. 268 p

BRAJA, M. das. **Fundamentos da Engenharia Geotécnica**. Tradução da 6ª ed americana. São Paulo: Cengage Learning, 2007.

DE SOUSA, Álvaro André; VENDER, Karolina; MARQUES, Amanda Rodrigues; FURQUIM, Gustavo Oliveira; JUNIOR, José Luiz de Araújo. **Discutindo O Conceito De Fundações**. In: Anais Colóquio Estadual de Pesquisa Multidisciplinar (ISSN-2527-2500) & Congresso Nacional de Pesquisa Multidisciplinar. 2018.

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

FELIPE, José Maick Moreira; DE ARAUJO JUNIOR, José Luiz. **Estudo Dos Tipos De Fundações: Sapatas**. In: Anais Colóquio Estadual de Pesquisa Multidisciplinar (ISSN-2527-2500) & Congresso Nacional de Pesquisa Multidisciplinar. 2018.



HACHICH, Waldemar et al. **Fundações: Teoria e Prática**. 2. ed. São Paulo: Pini, 1998. 762 p.

KOGA, Letícia Midori; MIRANDA, Maicon de Oliveira; BERTERQUINI, Aline Botini Tavares. **PATOLOGIAS DAS FUNDAÇÕES**. **Revista Engenharia em Ação Unioledo**, Araçatuba, v. 02, n. 01, p.16-31, ago. 2017.

MARCELLI, Mauricio. **Sinistros na Construção Civil**. São Paulo: Pini, 2007. 270 p.

MOREIRA, M. M. P. **Capacidade de carga em fundações superficiais**. (133 f.). Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) –Universidade da Beira Interior, Covilhã, 2011.

PEREIRA, Luísa Barbosa. **Estudo comparativo entre a eficiência de sondagens spt e sísmica rasa para determinação de parâmetros geotécnicos em uma área do município de Caçapava do Sul, RS**. Rio Grande do Sul: Universidade federal do Pampa, 2015. Acesso em: 24 out. 2022.

VELLOSO, D. A.; LOPES, F. R. **Fundações: critérios de projeto, investigação do subsolo, fundações superficiais, fundações profundas**. São Paulo: Oficina de textos, 2010.