



UNIARA

Universidade de Araraquara

ANÁLISE DE DOSAGEM DE CONCRETO PARA A CONSTRUÇÃO DE FUNDAÇÕES

CONCRETE DOSAGE ANALYSIS FOR FOUNDATION CONSTRUCTION

ANÁLISIS DE DOSIFICACIÓN DE HORMIGÓN PARA LA CONSTRUCCIÓN DE CIMENTACIONES

Thiago Belotto Francelin¹, Gerson de Marco², Fabiana Florian³

<https://doi.org/10.47820/recima21.v3i12.2411>

PUBLICADO: 12/2022

RESUMO

O presente trabalho tem por objetivo realizar um estudo sobre o concreto para a construção de fundações, observando a possibilidade de uso de alguns métodos de dosagem, conceituados nesta pesquisa; além de conceituar concreto e fundação; identificar qual dosagem correta de concreto para que a fundação seja segura e durável; conhecer as normas regulamentadoras como a NBR 6118 e 6122, que definem qual a dosagem de concreto ideal para que se resulte numa fundação de qualidade e segura. Para realizar este trabalho, foi realizada uma pesquisa bibliográfica, por meio de artigos acadêmicos, sites, normas regulamentadoras e livros. Por meio da pesquisa, foi possível entender como é relevante definir a dosagem de concreto para a construção da fundação de uma edificação, pois, se a dosagem for incorreta, a edificação, além de não se tornar segura, pode apresentar manifestações patológicas que reduzem sua durabilidade. Com isso, compreende-se que analisar a dosagem de concreto, no processo de construção de uma edificação, é importante, principalmente na etapa de construção das fundações, pois estas são responsáveis pela estrutura da edificação, tornando-a mais segura e durável.

PALAVRAS-CHAVE: Análise. Dosagem de concreto. Durabilidade. Fundações. Segurança.

ABSTRACT

This work aims to carry out a study on concrete for the construction of foundations, observing the possibility of using some methods of dosage, considered in this research; in addition to conceptualizing concrete and foundation; identify the correct dosage of concrete so that the foundation is safe and durable; know regulatory standards such as NBR 6118 and 6122, which define the ideal concrete dosage to result in a quality and safe foundation. To carry out this work, a bibliographical research was carried out, through academic articles, websites, regulatory standards and books. Through the research, it was possible to understand how relevant it is to define the dosage of concrete for the construction of the foundation of a building, because, if the dosage is incorrect, the building, in addition to not becoming safe, may present pathological manifestations that reduce its durability. With this, it is understood that analyzing the concrete dosage, in the construction process of a building, is important, especially in the construction stage of the foundations, as these are responsible for the structure of the building, making them safer and more durable.

KEYWORDS: Analysis. Concrete dosing. Durability. Foundations. Safety.

RESUMEN

El presente trabajo tiene como objetivo realizar un estudio sobre concreto para la construcción de cimentaciones, observando la posibilidad de utilizar algunos métodos de dosificación, conceptualizados en esta investigación; además de conceptualizar el hormigón y la cimentación; identificar la dosis correcta de concreto para que la cimentación sea segura y duradera; conocer las normas reglamentarias como NBR 6118 y 6122, que definen la dosificación de hormigón ideal para dar como resultado una base de calidad y segura. Para realizar este trabajo, se realizó una investigación bibliográfica, a través de artículos académicos, sitios web, normas reglamentarias y

¹ Graduando do Curso de Engenharia Civil da Universidade de Araraquara- UNIARA. Araraquara-SP.

² Orientador. Docente Curso de Engenharia Civil da Universidade de Araraquara- UNIARA. Araraquara-SP.

³ Coorientador. Docente Curso de Engenharia Civil da Universidade de Araraquara- UNIARA. Araraquara-SP.

libros. A través de la investigación, fue posible comprender cuán relevante es definir la dosificación concreta para la construcción de la cimentación de un edificio, porque, si la dosificación es incorrecta, el edificio, además de no volverse seguro, puede presentar manifestaciones patológicas que reducen su durabilidad. Por lo tanto, se entiende que analizar la dosificación del concreto, en el proceso de construcción de un edificio, es importante, especialmente en la etapa de construcción de los cimientos, porque son responsables de la estructura del edificio, haciéndolo más seguro y duradero.

PALABRAS CLAVE: *Análisis. Dosificación concreta. Durabilidad. Cimientos. Seguridad.*

1 INTRODUÇÃO

A fundação é um dos elementos estruturais mais importantes, pois é, por meio dela, que a estrutura da obra se apoia. É imprescindível saber quais são os parâmetros de escolha de uma fundação de uma obra e quais são os critérios geotécnicos que devem ser seguidos. É necessário saber qual a dosagem de concreto exata para se construir as fundações, pois existem condições técnicas, econômicas e estruturais que devem ser consideradas para que a edificação seja de qualidade e o traço correspondente à fundação a torne coerente e segura. (DURANTE, 2022)

Tem-se normas regulamentadoras que esclarecem e definem ações e cálculos relacionados aos vários tipos de fundações, já que demandam de uma tipologia específica de concreto para beneficiar a obra. De acordo com a Associação Brasileira de Normas e Técnicas (ABNT, 2003), por meio da NBR 6118 – Projeto de estruturas de concreto - Procedimento, foi definido que o ideal, para fundações, é o uso da classe C15, disposto na NBR 6122 – Projeto e execução de fundações, que, segundo Cruz (2020), trata-se de uma norma regulamentadora de projetos e execução de fundações de qualquer construção estrutural civil.

É imprescindível a compreensão de que a dosagem de concreto em uma fundação deve ser corretamente realizada para que a obra seja segura. Esse trabalho tem por objetivo geral, realizar um estudo sobre a dosagem de concreto para a construção das fundações. Com o objetivo específico em conceituar sobre o concreto e fundação; identificar qual dosagem correta de concreto para que uma fundação seja segura e com durável; conhecer as normas regulamentadoras NBR 6118 e 6122, que definem qual a dosagem de concreto ideal para que se resulte numa fundação de qualidade e segura.

Na hipótese de que o conhecimento da dosagem de concreto ideal para a construção de fundações permitirá uma edificação de qualidade, tem-se várias dúvidas acerca da dosagem ideal, o que se faz entender que é necessário um maior aprofundamento sobre o assunto.

Existem inúmeros problemas acerca do uso inadequado do concreto em uma fundação que deve possuir dosagens adequadas de seus componentes, o erro pode desencadear sérios acidentes habitacionais, que podem até resultar em acidentes graves aos moradores das edificações com fundações inadequadas, o que as torna um lugar não seguro para ser habitada, problema este que pode ser mitigado se for compreendido a necessidade do uso adequado do concreto em uma fundação que para isso a correta dosagem dos elementos que os compõem deve ser vista como uma das etapas relevantes das fundações, pois, se realizada de maneira adequada gera uma melhoria na resistência do material e uma maior segurança na edificação.

Para estudo será realizada uma pesquisa bibliográfica, por meio de artigos acadêmicos, sites, normas regulamentadoras e livros.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 FUNDAÇÕES: CONCEITO E TIPOLOGIAS

De acordo com Milititsky (1995 *apud* CALISTO; KOSWOSKI, 2015), a fundação pode ser conceituada como o resultado advindo da necessidade de transmissão de cargas ao solo pela construção de uma edificação, que demanda de alguma base que suporte dessa transmissão de carga.

As fundações, segundo Calisto e Koswoski (2015), são elementos que têm como finalidade transmitir as cargas de um edifício para as camadas mais resistentes do solo, agindo de forma que o terreno de fundação não tenha uma ruptura.

Durante (2022) relata que toda obra é executada sob seu alicerce e para que não haja posteriores colapsos estruturais associados a uma má execução das fundações, estas devem ser entendidas como uma estruturação de algo custo e com dimensões e construções específicas, pois elas sustentarão toda estrutura de uma edificação.

É a fundação que dá toda a sustentação para a estrutura de uma ponte, casa ou edifício. É a execução de uma boa fundação que irá gerar uma obra que não terá patologias futuras, como problemas de rachaduras e até mesmo umidade, caso uma fundação seja mal isolada. E esse é um aspecto importante, pois diversas patologias de uma obra podem ser advindas de uma fundação malfeita (DURANTE, 2022, p. 6).

A Associação Brasileira de Normas e Técnicas (ABNT, 2010), por meio da Norma Brasileira Regulamentadora (NBR) 6122, define vários tipos de fundações, como a fundação superficial, que pode ser rasa ou direta, sendo ela um elemento de fundação onde a carga da edificação é transmitida ao terreno por meio de tensões distribuídas sob a base da fundação. Sua profundidade é inferior a duas vezes a menor dimensão da fundação.

Há também a sapata, que, segundo a NBR 6122 (ABNT, 2010), é um elemento de fundação superficial, de concreto armado, dimensionando-se para que as tensões de tração nele sejam resistidas pelo uso de armadura especialmente utilizada para esse fim. Dentre as sapatas, há as sapatas associadas, que são comuns a mais de um pilar; as sapatas corridas, que estão sujeitas à ação de uma carga distribuída de forma linear ou de pilares ao longo de um mesmo alinhamento.

Dentre as fundações rasas definidas pela NBR 6122 (ABNT, 2010), há a *radier*, que é um elemento de fundação superficial, que dispõe parte ou todos os pilares de uma estrutura, o que possibilita a distribuição dos carregamentos.

Há também as fundações profundas, que, segundo a NBR 6122 (ABNT, 2010), são elementos de fundação que transmitem a carga ao terreno de três formas, pela (resistência de ponta), pela superfície lateral (resistência de fuste) ou pela combinação das duas, necessitando que sua ponta ou base esteja assentada em profundidade superior ao dobro de sua menor dimensão em planta, que é no mínimo três metros.

Dentre as fundações profundas, há os tubulões, que é feita uma escavação no terreno, para que, pelo menos na sua etapa final, seja possível a descida de pessoas, para que seja executado o alargamento da base ou que possibilite a limpeza do fundo da escavação, pelo menos, já que, neste tipo de fundação, as cargas são transmitidas predominantemente pela ponta (ABNT, 2010).

Há, também, as estacas, que de acordo com a NBR 6122 (ABNT, 2010), são elementos de fundação profunda executados inteiramente por equipamentos ou ferramentas e, em nenhuma das suas fases, há descida de pessoas. Os materiais que podem ser utilizados podem ser madeira, aço, concreto moldado *in loco*, concreto pré-moldado ou pela combinação deles. São várias as estacas de fundações, como a estaca pré-moldada ou pré-fabricada de concreto, que são introduzidas no terreno por meio de golpes de martelo de gravidade, de explosão, hidráulico ou por martelo vibratório; estaca de concreto moldadas *in loco*, que é executada preenchendo, com concreto ou argamassa, uma perfuração executada anteriormente, no terreno; estaca de reação (mega ou prensada), sendo ela introduzida no terreno utilizando um macaco hidráulico, que reage contra uma estrutura já existente ou que foi criada para esta finalidade; estaca metálica ou de aço, que é cravada no terreno, sendo seu elemento estrutural produzido industrialmente. Pode ser de perfil laminados ou soldado, simples ou múltiplo, de tubo de chapa dobrada ou calandrada e de tubos com ou sem costura e trilhos; dentre outras.

De acordo com Calisto e Koswoski (2015), há também, entre os tipos de fundações, os blocos, que são elementos de fundação superficial de concreto, dimensionados para resistir tensões de tração neles produzidas, sem a necessidade de armadura; as vigas de fundação, que são elementos de fundação superficial comuns a variados pilares, estando centralizadas, em planta, e situadas no mesmo alinhamento; e os caixões, que são elementos de fundação profunda de forma prismática. São concretados na superfície e instalados por escavação interna, podendo utilizar ar comprimido para instalar, se necessário e sua base pode ser alargada ou não.

Durante (2022) relata que para selecionar o tipo de fundação, é preciso realizar um ensaio de sondagem a percussão, que, supervisionado pelo engenheiro civil responsável pela obra, vai determinar qual o tipo de fundação adequada ao terreno em que será realizada a edificação.

2.1.1 Fundações de concreto

Basicamente todos as fundações utilizam o concreto na sua efetivação, como é o caso do radier, que é executado em concreto armado ou protendido; da sapata corrida, que é um elemento de fundação superficial de concreto armado com espessura variável ou constante (MACIEL *et al.*, 2015); bloco, que é um elemento de fundação superficial de concreto, podendo ter faces verticais, inclinadas ou escalonadas, segundo Calisti e Koswoski (2015).

Outra fundação que pode ser feita de concreto armado ou concreto protendido, de acordo com Pinheiro (2019), é a estaca de concreto pré-moldada, que é cravada por percussão, prensagem ou vibração.

Segundo Retondo (2021), os formatos das fundações são diferentes para cada tipo de fundações, entretanto, todas são construídas com concreto e aço, combinação conhecida como concreto armado.

Uma fundação que não utiliza o concreto é a estaca de madeira, na qual, as estacas compostas de troncos de árvores são cravadas com bate-estacas. Normalmente, o uso desta fundação, conforme explica Pinheiro (2019), destina-se a obras provisórias, devido à vida útil do material, que pode ser prolongada caso a madeira seja tratada contra ataques de fungos, bactérias e outros organismos que possam deteriorar a estrutura.

2.2 CONCRETO ESTRUTURAL: DEFINIÇÕES E CARACTERIZAÇÃO

De acordo com a NBR 6118 (ABNT, 2014, p. 3), concreto estrutural é “o espectro completo das aplicações do concreto como material estrutural”.

Há variados elementos de concreto estrutural, como os elementos de concreto simples estrutural, que são elementos estruturais elaborados com concreto e que não possuem nenhum tipo de armadura na sua composição, ou que, possuem uma quantidade inferior à exigida na composição do concreto armado (ABNT, 2014).

Os elementos de concreto armado, segundo a NBR 6118 (ABNT, 2014), são aqueles que, na sua estrutura, depende da aderência entre o concreto e a armadura, presente, esta, na sua composição.

Segundo a NBR 6118 (ABNT, 2014), há ainda os elementos de concreto protendido, que são aqueles alongam previamente as partes das armaduras por meio de equipamentos especiais de protensão, buscando criar condições melhores de serviço, bem como impedir ou limitar a fissuração e os deslocamento da estrutura durante a edificação, propiciando um melhor aproveitamento de ações de alta resistência no estado-limite-último (ELU).

No que diz respeito às armaduras, a NBR 6118 (ABNT, 2014) dispõe sobre a constituição da armadura ativa (de protensão), relatando que ela é constituída por barras, fios isolados ou cordoalhas e que é tem como função reforçar e aplicar um pré-alongamento inicial, diferente da armadura passiva, que não é previamente alongada, mas possuem, ambas, a função de reforçar o concreto.

Os concretos com armadura ativa pré-tracionada inicialmente, são feitos utilizando-se apoios independentes do elemento estrutural e antes do lançamento do concreto, se tornando uma ligação entre a armadura e os referidos apoios, que será desfeita com o endurecimento do concreto. Neste caso, a ancoragem no concreto somente se realiza por aderência (ABNT, 2014).

Também existem os concretos com armadura ativa pós-tracionada com e sem aderências, sendo elas realizadas após o endurecimento do concreto (ABNT, 2014).

2.2.1 Dosagem de concreto nas fundações

O concreto é o elemento mais utilizado no processo de fundação de uma edificação e para se tornar um elemento seguro e eficiente, a dosagem de seus componentes deve ser adequadamente calculada. De acordo com Itambé (s/d), o estudo da dosagem fornece a quantia teórica dos materiais que compõem o traço e, para isso, precisam ser realizados ensaios no

laboratório, que, de forma segura e qualitativa, libera a produção de concreto específico para aquela obra.

Itambé (s/d, p. 2) relata que os requisitos de dosagem têm relação com a “trabalhabilidade, com o abatimento, com a coesão e exsudação, com a segregação, com o teor de argamassa, ar aprisionado, resistência mecânica, módulo de elasticidade, condições de exposição”.

A NBR 6118 (ABNT, 2014) dispõe sobre as diretrizes que tornam a estrutura do concreto mais durável, relacionando-as às exigências de durabilidade, entendendo que as estruturas de concreto devem ser projetadas e construídas para, sob as condições ambientais previstas na época para a realização da construção e sob sua utilização preconizada no projeto, conservar sua segurança, bem como sua estabilidade e aptidão durante sua vida útil.

3 DESENVOLVIMENTO

Para que se encontre a qualidade do concreto de cobrimento da armadura, para, inclusive, fundações, a NBR 6118 (ABNT, 2014) dispõe sobre a necessidade de se atender às condições relacionadas à durabilidade das estruturas, que possuem dependência direta das características do concreto e da espessura e qualidade do concreto do cobrimento da armadura.

A NBR 6118 (ABNT, 2014) expõe que os ensaios comprobatórios de desempenho da durabilidade da estrutura, em enfrentamento ao tipo e classe da agressividade prevista em projeto, devem estabelecer parâmetros mínimos que precisam ser atendidos. Na falta deles, pode-se adotar os requisitos mínimos dispostos na tabela 1.

Concreto ^a	Tipo ^{b, c}	Classe de agressividade (Tabela 6.1)			
		I	II	III	IV
Relação água/cimento em massa	CA	≤ 0,65	≤ 0,60	≤ 0,55	≤ 0,45
	CP	≤ 0,60	≤ 0,55	≤ 0,50	≤ 0,45
Classe de concreto (ABNT NBR 8953)	CA	≥ C20	≥ C25	≥ C30	≥ C40
	CP	≥ C25	≥ C30	≥ C35	≥ C40

^a O concreto empregado na execução das estruturas deve cumprir com os requisitos estabelecidos na ABNT NBR 12655.
^b CA corresponde a componentes e elementos estruturais de concreto armado.
^c CP corresponde a componentes e elementos estruturais de concreto protendido.

Tabela 1 – Correspondência entre a classe de agressividade e a qualidade do concreto
 Fonte: NBR 6118 (ABNT, 2014)

Segundo a NBR 6118 (ABNT, 2014, p. 19), “não é permitido o uso de aditivos à base de cloreto em estruturas de concreto, devendo ser obedecidos os limites estabelecidos na ABNT NBR 12655” e “a proteção das armaduras ativas externas deve ser garantida pela bainha, completada por graute, calda de cimento Portland sem adições ou graxa especialmente formulada para esse fim”.

Na tabela 2, pode-se observar que os requisitos destinados ao uso do cimento Portland por tipo de concreto, demonstrando a correspondência entre a classe de agressividade ambiental e o

cobrimento nominal mínimo acrescido da tolerância de execução (Δc), que, segundo a NBR 6118 (ABNT, 2014), nas obras correntes, deve ser maior ou igual a 10mm. As dimensões das armaduras e os espaçadores devem respeitar os cobrimentos nominais estabelecidos para este cobrimento.

Tipo de estrutura	Componente ou elemento	Classe de agressividade ambiental (Tabela 6.1)			
		I	II	III	IV ^c
		Cobrimento nominal mm			
Concreto armado	Laje ^b	20	25	35	45
	Viga/pilar	25	30	40	50
	Elementos estruturais em contato com o solo ^d	30		40	50
Concreto protendido ^a	Laje	25	30	40	50
	Viga/pilar	30	35	45	55

^a Cobrimento nominal da bainha ou dos fios, cabos e cordoalhas. O cobrimento da armadura passiva deve respeitar os cobrimentos para concreto armado.

^b Para a face superior de lajes e vigas que serão revestidas com argamassa de contrapiso, com revestimentos finais secos tipo carpete e madeira, com argamassa de revestimento e acabamento, como pisos de elevado desempenho, pisos cerâmicos, pisos asfálticos e outros, as exigências desta Tabela podem ser substituídas pelas de 7.4.7.5, respeitado um cobrimento nominal ≥ 15 mm.

^c Nas superfícies expostas a ambientes agressivos, como reservatórios, estações de tratamento de água e esgoto, condutos de esgoto, canaletas de efluentes e outras obras em ambientes química e intensamente agressivos, devem ser atendidos os cobrimentos da classe de agressividade IV.

^d No trecho dos pilares em contato com o solo junto aos elementos de fundação, a armadura deve ter cobrimento nominal ≥ 45 mm.

Tabela 2 – Correspondência entre a classe de agressividade ambiental e cobrimento nominal para $\Delta c = 10$ mm

Fonte: NBR 6118 (ABNT, 2014)

De acordo com a NBR 6118 (ABNT, 2014), no que diz respeito às classes relacionadas aos concretos, a classe C20, ou superior, é aplicável ao concreto com armadura passiva, enquanto a classe C25, ou superior, é aplicável ao concreto com armadura ativa. Entretanto, a classe C15 não pode ser usada em concretos com fins estruturais, pois não suporta a carga.

3.1 MÉTODO ABCP E OUTROS

Segundo a Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP, s/d) existe um método de dosar o concreto, chamado de ABCP, que deriva do nome da Associação Brasileira de Cimento Portland. Ele foi criado na década de 80, pela referida Associação, por meio de experimentos. Entretanto, atualmente, ele só pode ser utilizado como método de se obter um traço-base, pois está desatualizado, necessitando de ensaios para ajustar as dosagens.

Este método exige o conhecimento sobre o tipo, a massa específica e o nível de resistência do cimento em seus 28 dias; uma análise granulométrica e massa específica dos agregados; sobre a dimensão máxima característica do agregado graúdo; sobre a consistência desejada do concreto fresco; e sobre a resistência de dosagem do concreto (UNICAMP, s/d).

De acordo com a UNICAMP (s/d), as etapas a serem realizadas neste método de dosagem de concreto são:

- 1) Fixar a relação água/cimento (utilizando-se, para isso, o gráfico de resistência normal – requer o conhecimento do tipo de cimento utilizado e a resistência de dosagem requerida);
- 2) Determinar o consumo aproximado de água do concreto [...] (Necessita da dimensão máxima característica do agregado graúdo e da consistência desejada);
- 3) Determinar o consumo de cimento (Cc) – o consumo de cimento é a relação entre o consumo de água e a relação água cimentos;
- 4) Determinar o consumo de agregados:
Consumo de agregado graúdo (Cb). Depende do conhecimento e da dimensão máxima característica do agregado graúdo e do módulo de finura do agregado miúdo. O consumo é o produto entre o volume compactado (Vc [...]), a massa unitária do agregado e a proporção do mesmo [...];
Consumo de agregado miúdo (Cm). Obtém-se o volume de agregado (Vm) por meio de fórmula, a quantidade em massa é obtida por meio do produto entre o volume encontrado e a massa específica do agregado miúdo (UNICAMP, s/d, p.1).

Para obter o traço, A UNICAMP (s/d) diz que todas as massas obtidas devem ser divididas pela massa de cimento, utilizando as fórmulas dispostas na imagem 1.

$$C_c = \frac{C_a}{x}$$

$$C_b = V_c \cdot \delta_b$$

$$V_m = 1 - \left(\frac{C_c}{\gamma_c} + \frac{C_b}{\gamma_b} + \frac{C_a}{\gamma_a} \right)$$

$$C_m = \gamma_m \cdot V_m$$

Imagem 1 – Fórmulas para obter o traço
Fonte: UNICAMP (s/d)

Além deste método de dosagem, Itambé (s/d), por meio da tabela 3, expõe mais outros métodos de dosagens, bem como sua relação agregado graúdo/miúdo e o consumo de cimentos em cada um deles.

 DOSAGEM		
MÉTODOS DE DOSAGENS MAIS USADOS		
Método	Relação agregado graúdo/miúdo	Consumo de cimento
INT	Em função de uma composição granulometria que se adapte a curvas padrão	Em função do a/c da porcentagem de água/mistura seca que depende do Diâmetro máximo e adensamento
IPT	Em função da relação areia/pedra mais adequada ao tipo concreto	Experimentalmente em função da trabalhabilidade e consistência pelo abatimento do tronco de cone
ACBP	Em função da relação da Massa Unitária Compactada e M. Específica Real absoluta	Com auxílio da rota de igual trabalhabilidade relacionando o traço água/cimento
Vitervo O Reilly	Em função da relação ótima da mistura de agregados < % vazios	Em função do consumo de água e relação a/c
ACI	Em função de valores obtidos experimentalmente	Em função do consumo de água e relação água/cimento
EMPÍRICO	Experimental visualizando o aspecto do concreto	Proporcional a resistência (fck) desejado, determinar os ajustes

Tabela 3 – Métodos de dosagens mais usados
Fonte: (Itambé 2022)

Independentemente do método, segundo a NBR 6118 (ABNT, 2014), os elementos estruturais do concreto devem ser projetados pelo método dos estados limites, utilizando os mesmos coeficientes de ponderação prescritos ao concreto armado.

A NBR 6118 (ABNT, 2014) diz que, em relação à tração do concreto, ela também deve ser considerada no cálculo, desde que, sob o efeito das ações majoradas, não se excedam os valores últimos, tanto no que diz respeito à tração, quanto à compressão.

4 RESULTADOS

Analisar a dosagem de concreto na construção de fundações das edificações é relevante para que elas sejam seguras e não apresentem futuras manifestações patológicas.

De acordo com a NBR 6118 (ABNT, 2014), quanto à massa específica normal de concreto, ela é aquela em que o concreto, depois de seco em estufa, apresenta entre 2000 kg/m^3 e 2800 kg/m^3 . Sua definição, bem como a da massa unitária, é relevante para que seja realizada a dosagem correta do concreto, conforme explica Itambé (s/d).

No trato, segundo Itambé (s/d), o cimento tem grande influência no concreto. Quanto maior o consumo de cimento, maior será a impermeabilidade, a plasticidade, a resistência e durabilidade (aplicado na cura), a coesão, o calor de hidratação e a variação volumétrica (retração) do concreto; e menor será sua segregação, exsudação e porosidade capilar.

Entretanto, quanto menor for o consumo de cimento no concreto, mais falhas na estruturas são apresentadas, além de maior porosidade capilar e segregação. Também são apresentadas menores plasticidade, aderência, resistência, durabilidade, calor de hidratação, variação volumétrica e argamassa (ITAMBÉ, s/d).

Em relação aos agregados, Itambé (s/d) relata que o critério correto de sua seleção deve se dar mediante comprovação dos ensaios de controle tecnológico de materiais componentes do concreto. Com isso, é possível determinar os melhores agregados para tal situação e como o concreto deve ser preparado.

Itambé (s/d), por meio da tabela 4, define, estatisticamente, as densidade dos agregados, em relação aos dois tipos de massa.

 MATERIAIS COMPONENTES ESTATÍSTICAS DAS DENSIDADES -Massa Específica ME = Massa / Volume real -Massa Unitária MU = Massa/Volume total(+vazios)		
Agregados	Massa Específica kg/m³	Massa Unitária Solto kg/m³
EPs (Isopor)	15 a 20	8 a 10
EVA (Resíduos de havaiana)	25 a 35	12 a 15
Vermiculita	300 a 600	200 a 400
Agregado celular	500 a 2.100	300 a 1.100
Argila expandida f 4,8	1.400 a 1.600	800 a 900
Argila expandida f 9,5	1.080 a 1.180	600 a 680
Argila expandida f 19	1.000 a 1.080	550 a 600
Argila expandida f 25	900 a 950	500 a 550

Tabela 4 – Estatísticas das densidades
 Fonte: Itambé (s/d)

Em relação à resistência do concreto, Itambé (s/d) relata que ela se associa à relação entre a água e o cimento, devendo serem calculadas as proporções.

Segundo a NBR 6118 (ABNT, 2014), o concreto, para ser adequadamente aplicado, deve possuir algumas condições básicas, como confinamento lateral (no caso de estacas ou tubos), compressão em toda seção transversal (no caso de arcos), como apoio vertical contínuo no solo ou em outra peça estrutural (no caso de pilares, paredes, blocos ou pedestais).

“Não é permitido o uso de concreto simples em estruturas sujeitas a sismos ou a explosões, e em casos onde a utilidade seja qualidade importante da estrutura” (NBR 6118 – ABNT, 2014, p.200), o que faz entender que é necessário conhecer a obra e suas características, para que seja analisada a dosagem do concreto a ser usado nas fundações, bem como qual o método pode ser utilizado para aplicá-lo nesta etapa.

CONCLUSÃO

Com a pesquisa realizada para elaboração deste trabalho, pode-se entender que o concreto é peça chave na realização das fundações de uma obra e que, com base nas características desta, é preciso definir o tipo de concreto e método de traçado e de sua aplicação.

Além da compreensão a respeito da necessidade de se conhecer a realidade da obra, vendo-a como fator para uma análise da dosagem de concreto para a construção das fundações, esta análise é relevante, também, pois evita-se desperdícios e adequado uso dos elementos que compõem o concreto.

Para definir a dosagem correta, alguns cálculos são realizados e, para isso, alguns métodos podem ser utilizados, como o ABCP, que é o mais utilizado, porém existem outros que também são utilizados com frequência, como o INT, IPT e o ACI, conforme detalhado na tabela 3 acima. Esses métodos buscam auxiliar na definição e realização da dosagem de concreto, fundamental à

construção das fundações, já que estas são importantes para tornar a edificação mais resistente e segura.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS E TÉCNICAS, ABNT. **NBR 6118** – Projeto de estruturas de concreto – procedimento. Rio de Janeiro: ABNT, 2003. Disponível em: <https://docente.ifrn.edu.br/valtencirgomes/disciplinas/construcao-de-edificios/abnt-6118-projeto-de-estruturas-de-concreto-procedimento>. Acesso em: 01 abr. 2022.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS E TÉCNICAS, ABNT. **NBR 6118** – Projeto de estruturas de concreto – procedimento. 3. ed. 2014. Disponível em: <https://docs.google.com/viewer?a=v&pid=sites&srcid=ZGVmYXVsdGRvbWFpbmxb25jcmV0b2FybW Fkb3VuaWNhcHxneDo2YjRmNmM5MTA5NGE1OTE1>. Acesso em: 01 jun. 2022.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS E TÉCNICAS, ABNT. **NBR 6122** – Projeto e execução de fundações. Rio de Janeiro: ABNT, 2010. Disponível em: <https://drive.google.com/file/d/0By2PgJCTfCF7Wk1BMXBkV3FtMTQ/view?resourcekey=0-4Dj9L1LMi0KSV3zJcl3iMq>. Acesso em: 01 jun. 2022.

CALISTO, A.; KOSWOSKI, R. **Efeito do recalque diferencial de fundações em estruturas de concreto armado e alvenaria de vedação**: estudo de caso. 2015. TCC (Graduação) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2015. Disponível em: https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/8323/2/CT_EPC_2014_2_03.pdf. Acesso em: 01 jun. 2022.

CRUZ, G. **NBR 6122/2019 atualizada**: nova norma de fundações. Santa Catarina: Nelson Schneider, 2020. Disponível em: <https://nelsoschneider.com.br/nbr-6122-2019/>. Acesso em: 2 abr. 2022.

DURANTE, T. S. C. As fundações profundas e sua importância para a indústria da construção civil. **Semana Acadêmica-Revista Científica**, Fortaleza-CE, Edição 216, v. 10, 2022. Disponível em: https://semanaacademica.org.br/system/files/artigos/artigo_fundacoes_0.pdf. Acesso em: 01 abr. 2022.

ITAMBÉ. **Dosagem de concreto**. [S. l.]: Itambé, s. d. Disponível em: <https://vdocuments.net/dosagem-de-concreto-itambe.html>. Acesso em: 01 jun. 2022.

MACIEL, A. C. L. *et al.* Análise comparativa de custos entre as fundações do tipo radier e sapata corrida utilizadas em obras de padrão popular. **VETOR - Revista de Ciências Exatas e Engenharias**, [S. l.], v. 25, n. 2, p. 76–83, 2015. Disponível em: <https://periodicos.furg.br/vetor/article/view/4900>. Acesso em: 01 jun. 2022.

PINHEIRO, I. **Os 10 principais tipos de fundações**. [S. l.: s. n.], 2019. Disponível em: <https://www.inovacivil.com.br/os-principais-tipos-de-fundacoes/>. Acesso em: 31 mai. 2022.

RETONDO, L. **Tipos de fundações**: o que são e quais os tipos?. [S. l.: s. n.], 2021. Disponível em: <https://construindocasas.com.br/blog/construcao/tipos-de-fundacoes/>. Acesso em: 31 maio 2022.

UNICAMP. **Dosagem de concreto pelo método ABCP**. Campinas: Unicamp, s. d. Disponível em: <https://www.fec.unicamp.br/~caxd/falcetta/resumos/eng6.pdf>. Acesso em: 02 jun. 2022.