

**UNIVERSIDADE DE SOROCABA  
PRÓ-REITORIA DE GRADUAÇÃO E ASSUNTOS ESTUDANTIS  
ENGENHARIA CIVIL**

**Bianca Zanuto Bertola  
Eliézer do Prado Sisterna**

**ESTUDO DE DOSAGEM E PREPARO DE CONCRETO EM OBRAS DE PEQUENO  
PORTE**

**Sorocaba/SP  
2023**

**Bianca Zanuto Bertola  
Eliézer do Prado Sisterna**

**ESTUDO DE DOSAGEM E PREPARO DE CONCRETO EM OBRAS DE PEQUENO  
PORTE**

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado como exigência parcial para  
obtenção do Diploma de Graduação em  
Engenharia Civil, da Universidade de  
Sorocaba.

Orientador: Prof. Me. Mário Sérgio Killian

**Sorocaba/SP  
2023**

**Bianca Zanuto Bertola  
Eliézer do Prado Sisterna**

**ESTUDO DE DOSAGEM E PREPARO DE CONCRETO EM OBRAS DE PEQUENO  
PORTE**

Trabalho de Conclusão de Curso aprovado  
como requisito parcial para obtenção do  
Diploma de Graduação em Engenharia  
Civil, da Universidade de Sorocaba.

Aprovado em: 05/06/2023

**BANCA EXAMINADORA:**

Prof. Me. Mário Sérgio Killian  
Universidade de Sorocaba

Prof.(a) Ma. Cibeli Nieri  
Universidade de Sorocaba

Prof.(a) Ma. Fernanda Otavia Dias Amadio Nascimento  
Universidade de Sorocaba

Prof. Me. Paulo Sérgio Salmazo  
Universidade de Sorocaba

Dedicamos este trabalho a todos os  
nossos familiares, pois sem eles não  
seríamos nada do que somos hoje.  
Também dedicamos a todos os  
trabalhadores do ramo da construção civil,  
para que este trabalho possa servir como  
um auxílio para os mesmos.

## **AGRADECIMENTOS**

Como em todo trabalho, encontramos neste, muitos desafios, o qual necessitamos do auxílio de outras pessoas para concluirmos o mesmo. Assim, agradecemos a todos os nossos amigos e familiares que de alguma forma proporcionaram para que fosse possível a elaboração e finalização deste trabalho.

Agradecemos as empresas Qualitec, Bicho da Areia e ao laboratório da Universidade de Sorocaba, LAPEC, por nos auxiliarem com seus serviços e nos fornecerem meios para que fosse possível a realização deste.

Agradecemos aos professores do curso de Engenharia Civil da UNISO, por nos guiar em momentos de necessidade, contudo, em especial a professora Cibeli Nieri que nos encaminhou por todo o transcorrer deste trabalho.

Por último e não menos importante, agradecemos a Deus por ter nos capacitado para realização de mais esta etapa em nossa vida e nos ajudado de todas as formas possíveis.

Para todos mencionados acima, os nossos sinceros Muito Obrigado!

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>11</b>
<b>2</b>	<b>OBJETIVO</b> .....	<b>13</b>
2.1	Objetivo geral.....	13
2.2	Objetivo específico.....	13
<b>3</b>	<b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	<b>14</b>
3.1	Problemas estruturais.....	14
3.2	Desperdício de materiais.....	16
3.3	Embasamento teórico.....	17
<b>4</b>	<b>METODOLOGIA</b> .....	<b>19</b>
<b>5</b>	<b>CONCRETO</b> .....	<b>20</b>
5.1	Armazenamento dos materiais.....	21
5.1.1	Cimento.....	21
5.1.2	Agregados.....	22
<b>6</b>	<b>COLETA DE DADOS</b> .....	<b>23</b>
6.1	Determinação dos insumos e valores de resistência.....	23
6.2	Caracterização dos materiais.....	26
6.3	Pesquisa de conhecimentos gerais.....	27
<b>7</b>	<b>ABCP (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND)</b> .....	<b>32</b>
7.1	Metodologia de cálculo dos traços.....	32
7.1.1	Conversão dos traços para volume.....	38
<b>8</b>	<b>ENSAIOS LABORATORIAIS</b> .....	<b>41</b>
8.1	Ensaio de compressão axial.....	41
8.1.1	Moldagem do corpo de prova.....	41
8.1.2	Método de realização do ensaio de compressão axial.....	43
8.2	Teste de abatimento do tronco de cone ( <i>slump test</i> ).....	44
8.3	Determinação da composição granulométrica.....	46
<b>9</b>	<b>DISCUSSÃO DOS RESULTADOS</b> .....	<b>47</b>
<b>10</b>	<b>CONFECÇÃO DA CARTILHA</b> .....	<b>52</b>
	<b>CONCLUSÃO</b> .....	<b>53</b>
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>54</b>
	<b>APÊNDICE A – CARTILHA</b> .....	<b>56</b>
	<b>ANEXO A – FISPQ CIMENTO PORTLAND II F 32 (VOTORAN)</b> .....	<b>58</b>
	<b>ANEXO B – RELATÓRIO DE ENSAIO DO AGREGADO GRAÚDO</b> .....	<b>59</b>

## RESUMO

Neste trabalho realizou-se o estudo de dosagem de concreto em conjunto com a confecção de uma cartilha instrutiva para dosagem e utilização do mesmo em obras de pequeno porte. Foram abordados diversos temas que geram problemáticas no cotidiano de uma obra e influenciam o objetivo principal desta, como desperdício de materiais, má execução de componentes estruturais, patologias por vícios construtivos e principalmente a desinformação e/ou falta de treinamento dos trabalhadores do ramo referente as etapas e processos utilizados na construção civil, visto que este trabalho visa ajudá-los a obter este conhecimento para dosagem e utilização do concreto de forma manual e dessa maneira prevenir diversas complicações ocasionadas pelos fatores citados acima. Com um embasamento técnico e teórico em diversas pesquisas bibliográficas, calculou-se traços de concreto através do método ABCP (Associação Brasileira de Cimento *Portland*), o qual faz parte do conteúdo da cartilha, onde os traços calculados foram comprovados com ensaios de compressão axial regulamentados pela NBR 5739:2018 (NORMA BRASILEIRA), e *slump test* NBR 16889:2020. A cartilha também possui explicações sucintas sobre a forma correta de armazenagem, de acordo com a NBR 12655:2022, execução e utilização dos materiais para a confecção do concreto. Para as definições dos parâmetros utilizados no cálculo do traço, realizou-se pesquisas em campo com profissionais e estudantes da área da construção civil, pesquisas bibliográficas e com fornecedores locais. Portanto, conclui-se que a utilização da resistência de dosagem sem a aplicação do desvio padrão para o cálculo dos traços apresenta, no ensaio de compressão axial, resultados com valores inferiores aos desejados, dessa forma, para a elaboração da cartilha fornecida por este trabalho e aplicação da mesma em obras de pequeno porte, adotou-se os traços para resistências inferiores a estes, apresentando também informações pertinentes aos materiais e confecção do concreto, visto que esta, com base nas pesquisas de campo realizadas, servirá de auxílio aos trabalhadores da construção civil como um meio acessível de consulta.

**Palavras-chaves:** Cartilha. Dosagem. Concreto. Traços.

## **ABSTRACT**

In this work was made a concrete dosage study with the elaboration of an instructive booklet for dosing and utilization of it in small size buildings. There was approached various topics that generate problems in the constructions' daily routine which influence the main objective of it, like material waste, bad executions of structural components, pathologies by constructive addict and mainly the disinformation and/or the lack of training from the workers of the field about the stages and processes used in civil construction, seen that this work aims to help them to get this knowledge for manual concrete dosing and utilization and that way prevent various complications occasioned by the factors cited above. With technical and theoretical support from various bibliographic research, concrete proportions were calculated using the ABCP method (Brazilian Portland Cement Association), which is part of the booklet's content, where the calculated proportions were confirmed by axial compression tests regulated by NBR 5739:2018 (Brazilian Standard) and slump test NBR 16889:2020. The booklet also provides brief explanations about the correct way to store, according to NBR 12655:2022, execute, and using of materials for the concrete confection. For the definitions of the parameters used in the proportion calculus, field research was made with professionals and students in the construction field, bibliographic research and with local suppliers. Therefore, concluded that the use of dosage resistance without an application of a standard deviation for the calculus of the proportions presentes, in the axial compression test, results with values lower than the desired ones, by this, for elaboration of the booklet provided by this work and its application in small size buildings, was adopted the proportions for lower resistances of them, also presenting pertinent informations to materials and confection of concrete, by seeing that, with support in the made field research, it will serve the civil construction workers as an accessible way of consultation.

**Keywords:** Booklet. Dosage. Concrete. Proportions.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Rachaduras em viga .....	15
Figura 2 – Flambagem aparente de pilar .....	15
Figura 3 – Falta de adensamento do concreto na viga .....	15
Figura 4 – Materiais armazenados sem nenhuma contenção .....	16
Figura 5 – Betoneira comumente utilizada para execução de concreto .....	16
Tabela 1 – Classe de agressividade ambiental conforme NBR 12655 .....	20
Tabela 2 – Correspondência entre classe de agressividade e qualidade do concreto.....	21
Figura 6 – Exemplo para armazenamento do cimento .....	22
Figura 7 – Exemplo para armazenamento dos agregados .....	22
Figura 8 – Resistências dos concretos mais utilizados pelos profissionais e estudantes entrevistados .....	23
Figura 9 – Cimento mais utilizado para a confecção dos concretos in loco de acordo com os profissionais e estudantes entrevistados .....	23
Tabela 3 – Determinação do tipo de cimento e valores de resistência para cálculo ...	24
Figura 10 – Cimento utilizado para confecção do concreto .....	24
Figura 11 – Embalagem do cimento utilizado para confecção do concreto .....	25
Figura 12 – Agregado graúdo utilizado para confecção do concreto .....	25
Figura 13 – Agregado miúdo utilizado para confecção do concreto .....	25
Figura 14 – Ensaio para determinação de massa unitária .....	26
Figura 15 – Amostra de areia ensaiada pela empresa Qualitec .....	27
Tabela 4 – Caracterização dos materiais utilizados .....	27
Figura 16 – Pesquisa com profissionais do ramo sobre conhecimento relacionado ao cálculo do traço .....	28
Figura 17 – Pesquisa com profissionais do ramo sobre participação em treinamentos para confecção de concreto .....	29
Figura 18 – Pesquisa com profissionais do ramo sobre quantificação de elementos que compõem o concreto .....	29
Figura 19 – Pesquisa com profissionais do ramo sobre conhecimento da sigla fck ....	30
Figura 20 – Pesquisa com profissionais do ramo sobre conhecimento da sigla MPa..	30
Figura 21 – Pesquisa com profissionais do ramo sobre conhecimento na identificação dos elementos apresentados em proporção de um traço .....	30
Figura 22 – Curva de Abrams .....	33
Tabela 5 – Determinação do Consumo de água relacionando o abatimento e dimensão máxima do agregado graúdo .....	33

Tabela 6 – Determinação da porcentagem do agregado graúdo relacionando a dimensão máxima do mesmo e o módulo de finura do agregado miúdo.....	34
Tabela 7 – Valores de abatimento de acordo com cada elemento estrutural .....	36
Figura 23 – Definição da relação água cimento para um concreto de 25 MPa e cimento com resistência de 32 MPa .....	36
Tabela 8 – Valores dos traços para fck de 20, 25 e 30 MPa .....	38
Tabela 9 – Valores da quantidade de materiais para 25 Kg de cimento .....	39
Tabela 10 – Quantificação dos materiais para o traço de 25 MPa em latas de 18 litros.....	39
Tabela 11 – Quantificação dos traços em latas de 18 litros .....	40
Tabela 12 – Número de camadas para moldagem dos corpos de prova .....	42
Tabela 13 – Tolerância para realização do ensaio de compressão de acordo com sua idade .....	44
Figura 24 – Diagrama demonstrando procedimentos para realização do slump test ..	45
Figura 25 – Diagrama demonstrando os procedimentos para a realização do ensaio de composição granulométrica .....	46
Figura 26 – Peneiramento para ensaio de composição granulométrica .....	47
Tabela 14 – Determinação do módulo de finura do agregado miúdo .....	47
Figura 27 – Ensaio de abatimento (slump test) para o fck de 25 MPa .....	48
Figura 28 – Corpos de prova no molde .....	48
Figura 29 – Corpos de prova desmoldados para o ensaio de compressão axial .....	49
Figura 30 – Corpo de prova para ensaio de compressão axial .....	49
Figura 31 – Corpo de prova após ensaio de compressão axial .....	50
Tabela 15 – Resultados obtidos para os traços calculados utilizando o método ABCP .....	50
Tabela 16 – Traços utilizados para as novas resistências adotadas .....	51

## LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

ABCP	Associação Brasileira de Cimento <i>Portland</i>
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ACI	<i>American Concrete Institute</i>
A4	Configuração da medida de uma folha de papel com dimensões de 21 cm x 29,7 cm
cm	Centímetros
CP	Cimento <i>Portland</i>
d	Densidade
D	Diâmetro
F	Força
fc	Resistência a compressão
fck	Resistência Característica do Concreto a Compressão
fcmj	Resistência de dosagem
Fc28	Resistência do Concreto aos 28 dias
FISPQ	Ficha de Informação de Segurança de Produtos Químicos
gr	Gramas
IPT	Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo
Kg	Quilo grama
Kg/m <sup>3</sup>	Quilo Grama por Metro Cúbico
L/m <sup>3</sup>	Litros por metro cúbico
m	Massa
MF	Módulo de finura
mm	Milímetros
mm <sup>2</sup>	Milímetro quadrado
mrm	Massa retida média
mra	Massa retida acumulada
MPa	Mega Pascal
m <sup>3</sup>	Metro Cúbico
N	Newtons
NBR	Norma Brasileira ABNT
NM	Norma Mercosul
tf	Tonelada força
v	Volume
vr	Volume retido

## 1 INTRODUÇÃO

Dentro do ramo da construção civil existem diversos tipos de causadores de problemas, que vão desde falta de informação à vícios construtivos, onde conseqüentemente acarretam falhas nas edificações, como por exemplo, manifestações patológicas que necessitam muitas das vezes de um retrabalho para sanar esta questão. Outro fator importante que sofre influência dos problemas descritos acima é o desperdício de materiais utilizados no preparo do concreto e entre outros processos que fazem parte da logística para descarga e armazenagem destes recursos, juntamente com vícios construtivos no momento da execução dos procedimentos para a realização de serviços, gerando muitas das vezes gastos acima do prospectado anteriormente para a construção.

Dentre as causas descritas acima, a falta de resistência em elementos estruturais é uma das conseqüências mais afetadas devido à má execução do concreto e a utilização não correta da quantidade de materiais para sua composição. A falta de informação, de fontes e de capacitação para realizar o cálculo do traço para uma determinada resistência, acompanhado da falta de supervisão na execução realizada dentro do canteiro de obras são fatores que colaboram com essa falha.

A falta de informação se dá devido à dificuldade para encontrar informações pertinentes ao assunto e interpretá-las de forma instrutiva e de fácil compreensão, sabendo que normalmente são encontradas em normas técnicas ou metodologias de institutos e associações, que tratam de forma mais técnica sobre o assunto, ou seja, menos didático. Esta situação pode ser facilmente contornada realizando treinamentos com os funcionários da obra, explicações rápidas de campo, cartilhas e entre outros métodos de divulgar conhecimentos sobre os procedimentos de determinado serviço.

Portanto, uma solução proposta por este trabalho de conclusão de curso é realização do estudo de dosagem de concreto em conjunto com a confecção de uma cartilha instrutiva, que irá auxiliar os trabalhadores deste ramo na execução de concretos, utilizando quantidades certas e métodos de execução corretos para este material tão importante de uma estrutura.

Dessa forma, serão realizados cálculos utilizando o método ABCP (Associação Brasileira de Cimento *Portland*) para a designação correta das quantidades de matéria prima necessária para a confecção do concreto com uma resistência específica. Após

os cálculos, foi realizado testes laboratoriais de *slump test* e compressão axial, a fim de comprovar que o traço utilizado no concreto está atendendo a resistência prevista.

Outra característica que auxiliará grandemente os funcionários da construção civil é que as quantidades de materiais especificados para a execução do concreto na cartilha, estão descritos em um volume conhecido e usual no canteiro de uma obra, a lata de 18 litros, uma vez que é muito difícil a utilização de balanças na obra para quantificar os materiais.

Além de instruir os funcionários desta área, esta cartilha busca trazer benefícios para a sociedade, tendo em vista que uma obra bem executada não oferecerá problemas aos proprietários do imóvel construído, garantindo uma maior segurança à população e evitando que haja gastos futuros para um eventual conserto na estrutura de uma edificação provinda da má execução da mesma. Outro benefício será a diminuição de gastos com os materiais utilizados para a confecção do concreto, uma vez que será disponibilizado as quantidades corretas para a execução do mesmo, diminuindo o desperdício.

Portanto, para a realização deste trabalho, foi feito primeiramente o dimensionamento dos traços do concreto pelo método desenvolvido pela ABCP e, a fim de comprovar que o mesmo foi produzido de forma correta, foram executados testes de compressão axial e *slump test*. Comprovado a eficiência dos concretos executados com relação a resistência de cada um, foi realizado a confecção da cartilha, demonstrando todos os parâmetros para armazenagem, estabelecidos pela NBR, confecção do mesmo, e os traços em forma de proporção em massa e volume para execução de concretos de resistências especificadas.

## 2 OBJETIVO

### 2.1 Objetivo geral

Estudo de dosagem de concreto em conjunto com a elaboração de uma cartilha instrutiva para confecção e utilização do mesmo, com informações necessárias para execução do traço de concreto desejado e como preparar e manusear o mesmo, atendendo assim os requisitos de *slump* e resistência previamente projetados.

### 2.2 Objetivo específico

- Estudo de dosagem de concreto pelo método da ABCP;
- Elaboração de uma cartilha que servirá de apoio para os funcionários da construção civil, sendo instrutiva e de fácil entendimento;
- Auxiliar na diminuição de problemas com patologias nos elementos estruturais das edificações devido à falta de resistência necessária;
- Apresentar uma relação de traços de concreto calculados e validados por meio de ensaios laboratoriais (*slump test* e compressão axial);
- Representar os valores do traço por meio de tabelas, nas quais a sua quantificação será feita em volumes usuais do canteiro de obra, latas de 18 litros, e de forma unitária em massa;
- Ser um meio orientativo de consulta rápida para a execução de concreto;
- Apresentar recomendações de execução e armazenamento dos materiais que compõem o concreto, afim de garantir a sua qualidade;

### **3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

Tendo em vista o grande desperdício de materiais utilizados na construção civil e eventuais falhas estruturais que ocorrem após o término das obras, tem-se procurado por uma forma de amenizar e extinguir esses problemas da rotina da engenharia civil. Dessa forma, a cartilha proposta poderá ser utilizada na execução de obras da construção civil, por trabalhadores do ramo, de forma instrutiva e de fácil compreensão, buscando uma maior segurança na interpretação do material escrito, para padronizar, informar e garantir a qualidade e eficiência do traço que será utilizado para cada elemento estrutural a ser confeccionado (SANTANA; SILVA, 2019).

#### **3.1 Problemas estruturais**

Os problemas estruturais infelizmente são recorrentes na área da construção civil, muitos fatores podem acarretar essas anomalias, porém o mais presente é a má execução da obra e dos compostos utilizados para a confecção de peças que unidas formam a edificação. Em seu estudo de caso, Arivabene constata que as principais causas das manifestações patológicas na construção civil dão-se pela má execução da obra (ARIVABENE, 2015).

Este mesmo estudo menciona também a respeito dos problemas apresentados devido à má utilização dos materiais de construção civil, citando sobre o elemento estrutural apresentar  $f_{ck}$  inferior ao necessário, o qual pode-se acontecer caso não haja uma dosagem correta dos componentes para a execução do concreto, resultando assim em complicações estruturais (ARIVABENE, 2015).

No trabalho de conclusão de curso de Lottermann (2013) há um estudo de caso referente a estas manifestações patológicas, no qual o mesmo cita como possíveis causas a falta de padronização, diferenças entre projeto e execução, mal dimensionamento das estruturas e falhas na concretagem dos elementos da edificação, que podem ocasionar desde trincas e rachaduras a rupturas destes, conforme mostra nas figuras 1, 2 e 3.

Figura 1 - Rachaduras em viga.



Fonte: Lottermann, 2013.

Figura 2 - Flambagem aparente de pilar.



Fonte: Munaro; Possan, 2017.

Figura 3 - Falta de adensamento do concreto na viga.



Fonte: Lottermann, 2013.

### 3.2 Desperdício de materiais

Um dos problemas mais recorrentes na construção civil, que compromete diretamente a eficiência e produtividade é o desperdício dos materiais. Em seu artigo, Santana e Silva mostram que 50% dos resíduos sólidos urbanos produzidos nas cidades são provenientes de atividades de construção e demolição de edificações. Percebe-se que esta ação promove, em grande escala, o desperdício de recursos utilizados para a construção de edificações além dos resíduos que são gerados no processo, nas figuras 4 e 5 pode-se ver alguns dos materiais utilizados para a confecção do concreto manualmente (SANTANA; SILVA, 2019).

Figura 4 - Materiais armazenados sem nenhuma contenção.



Fonte: Santana, Silva, 2019.

Figura 5 - Betoneira comumente utilizada para execução de concreto.



Fonte: Brasmetal, 2020.

### 3.3 Embasamento teórico

Em sua cartilha, Silva explica como dosar um concreto de acordo com o método do IPT (Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo), retirando informações da relação água/cimento da NBR 12655:2015, estabelecendo critérios para as características dos materiais aglomerantes e agregados utilizados para a confecção do concreto e informando como deve ser realizado o cálculo do traço a fim de obter uma resistência do concreto específica de 20 MPa (SILVA, 2015).

Dentre os diversos trabalhos e artigos sobre o tema, pode-se citar também o trabalho de conclusão de curso de Nascimento e Junior, o qual fizeram uma análise comparativa das dosagens de concreto calculadas pelos métodos ABCP e IPT, apresentando resultados laboratoriais e concluindo que ambos os métodos são eficazes para seu determinado propósito (NASCIMENTO; JUNIOR, 2017).

A fim de entender a necessidade da caracterização de concretos produzidos por pedreiros e a criação de traços padrões para a utilização em obras de pequeno porte, Barboza e Bastos realizaram em seu trabalho a coleta de amostras de concretos realizados em 13 obras na cidade de Bauru/SP, executando assim o ensaio de compressão para determinar as resistências que estes apresentavam. Verificando então que os traços executados pelos pedreiros da obra se embasavam em tradição construtiva local e não apresentaram boa resistência notando que nenhum destes atingiram ao  $f_{ck}$  mínimo exigido pela norma (NBR 12655:2022) de 20 MPa (BARBOZA; BASTOS, 2008).

Diferentemente da cartilha mencionada anteriormente, o trabalho contemplou ensaios laboratoriais referentes aos traços calculados pelo método escolhido e será para uso dos trabalhadores da construção civil, demonstrando a quantidade de materiais que devem ser utilizados de forma volumétrica (lata comum de obra de 18 litros) para a obtenção de tal resistência do concreto.

Para que seja possível a realização dos cálculos para obtenção do traço do concreto, será utilizado o método de cálculo da ABCP. Este método foi escolhido pois dentre os mais comuns utilizados para este fim, IPT e ABCP, é o mais prático e possui menor complexidade de execução. Além de que, conforme já mencionado acima, os dois métodos são assertivos e válidos.

A cartilha para dosagem e utilização de concreto que foi elaborada no decorrer do trabalho, tem por objetivo informar de forma tabelada traços específicos para

concretos normalmente utilizados e fabricados em uma obra de construção civil. Informando a quantidade de aglomerante e agregado para cada MPa escolhido, impactando na qualidade e eficiência dos elementos estruturais ou não, de concreto produzidos no canteiro de obras, garantindo assim uma maior assertividade na resistência desejada.

#### **4 METODOLOGIA**

Para o presente trabalho, foram elaborados cálculos para o dimensionamento dos traços referentes as resistências desejadas (definidas por meio de pesquisa em campo), utilizando o método de cálculo desenvolvido pela ABCP com o auxílio de uma revisão bibliográfica detalhada sobre o assunto. Após os cálculos realizados, foram moldados corpos de prova e conforme a previsão da NBR 5739:2018 foram executados testes de compressão axial após 14 e 28 dias da confecção do concreto, para dessa forma, comprovar a resistência dos mesmos, fornecendo assim segurança para serem utilizados nas construções.

Após os cálculos e testes realizados foi elaborado uma cartilha com as informações obtidas, além de algumas informações presentes em normas técnicas referente ao concreto, utilizando de uma linguagem mais simples e educativa para quem for utiliza-la entender com facilidade as informações descritas.

## 5 CONCRETO

O concreto é um material muito utilizado nas construções brasileiras, composto por cimento, agregado graúdo, agregado miúdo, água e ar, podendo também ter aditivos que são incluídos normalmente para melhorar ou alterar alguma propriedade básica do mesmo, permitindo assim a existência de diferentes tipos e para diferentes finalidades (COUTO, CARMINATTI, *et al.*, 2013).

Quando utilizado como material estrutural pode ser encontrando em diversas situações, por exemplo, como concreto simples que não possui armadura, concreto armado que trabalha juntamente com a armadura, ou então como concreto protendido quando a armadura é ativa ou protendida. Uma das razões pela sua grande utilização é a facilidade na moldagem de diferentes elementos estruturais e a fácil disponibilidade no canteiro de obras (COUTO, CARMINATTI, *et al.*, 2013).

Para cada finalidade deve ser estudado uma dosagem correta dos materiais que compõem o concreto a fim de que o mesmo atinja os objetivos pretendidos, sabendo que a NBR 12655:2022 determina resistências mínimas para cada classe de agressividade ambiental que o mesmo estará sujeito, conforme tabela 1 e 2.

Tabela 1 – Classe de agressividade ambiental conforme NBR 12655.

Tabela 1 – Classes de agressividade ambiental			
Classe de agressividade ambiental	Agressividade	Classificação geral do tipo de ambiente para efeito de projeto	Risco de deterioração da estrutura
I	Fraca	Rural	Insignificante
		Submersa	
II	Moderada	Urbana <sup>a, b</sup>	Pequeno
III	Forte	Marinha <sup>a</sup>	Grande
		Industrial <sup>a, b</sup>	
IV	Muito forte	Industrial <sup>a, c</sup>	Elevado
		Respingos de maré	

<sup>a</sup> Pode-se admitir um microclima com uma classe de agressividade mais branda (um nível acima) para ambientes internos secos (salas, dormitórios, banheiros, cozinhas e áreas de serviço de apartamentos residenciais e conjuntos comerciais ou ambientes com concreto revestido com argamassa e pintura).

<sup>b</sup> Pode-se admitir uma classe de agressividade mais branda (um nível acima) em obras em regiões de clima seco, com umidade relativa do ar menor ou igual a 65 %, partes da estrutura protegidas de chuva em ambientes predominantemente secos, ou regiões onde chove raramente.

<sup>c</sup> Ambientes quimicamente agressivos, tanques industriais, galvanoplastia, branqueamento em indústrias de celulose e papel, armazéns de fertilizantes e indústrias químicas.

Fonte: ABNT NBR 12655:2022.

Tabela 2 – Correspondência entre classe de agressividade e qualidade do concreto.

Tabela 2 – Correspondência entre classe de agressividade e qualidade do concreto

Concreto	Tipo	Classe de agressividade			
		I	II	III	IV
Relação água/cimento em massa	CA	$\leq 0,65$	$\leq 0,60$	$\leq 0,55$	$\leq 0,45$
	CP	$\leq 0,60$	$\leq 0,55$	$\leq 0,50$	$\leq 0,45$
Classe de concreto (ABNT NBR 8953)	CA	$\geq C20$	$\geq C25$	$\geq C30$	$\geq C40$
	CP	$\geq C25$	$\geq C30$	$\geq C35$	$\geq C40$
Consumo de cimento Portland por metro cúbico de concreto $\text{kg/m}^3$	CA e CP	$\geq 260$	$\geq 280$	$\geq 320$	$\geq 360$
CA Componentes e elementos estruturais de concreto armado. CP Componentes e elementos estruturais de concreto protendido.					

Fonte: ABNT NBR 12655:2022.

## 5.1 Armazenamento dos materiais

Os materiais para a confecção do concreto devem ser armazenados de forma correta afim de evitar contaminação e perda da caracterização do mesmo, sendo assim, deve-se armazená-los separadamente, ou seja, sem nenhum contato com outro, desde o recebimento até o momento da mistura realizando também a identificação destes (ABNT NBR 12655, 2022).

### 5.1.1 Cimento

Os cimentos recebidos na obra em sacos devem ser armazenados em pilhas, de no máximo 15 unidades para períodos de até 15 dias, e no máximo de 10 unidades para períodos superiores a 15 dias, separados de acordo com o tipo, classe, e marca, e colocados sobre um estrado de madeira ou palete de madeira para evitar o contato direto com o piso/solo. Devem ser armazenados em local fechado, protegido da chuva, nevoa ou condensação, como no exemplo da figura 6 (ABNT NBR 12655, 2022).

Figura 6 - Exemplo para armazenamento do cimento.



Fonte: Grupo RB E AJ Engenharia.

### 5.1.2 Agregados

Os agregados devem ser armazenados de forma separada para evitar o contato físico e acabar misturando as diferentes graduações, também devem ser colocados sobre uma base que permita o escoamento da água afim de eliminá-la de forma livre e não ficar retida nos materiais, evitando também o contato direto com o solo para que não haja contaminação, como no exemplo da figura 7. No caso da construção de um depósito para a armazenagem destes, deve ser feito de forma que evite a contaminação com outros sólidos ou líquidos prejudiciais ao concreto (ABNT NBR 12655, 2022).

Figura 7 - Exemplo para armazenamento dos agregados.



Fonte: Portal do Concreto.

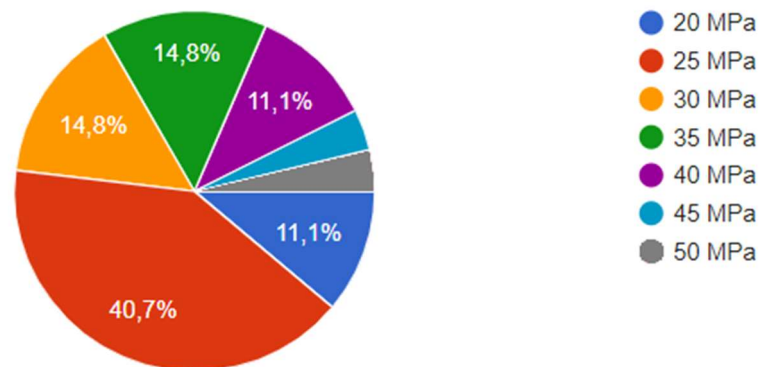
## 6 COLETA DE DADOS

### 6.1 Determinação dos insumos e valores de resistência

Para a determinação dos valores das resistências dos concretos que possuem os traços calculados neste trabalho, o tipo de cimento e os agregados que se utilizou para a composição do concreto, foram realizadas várias pesquisas, desde em forma de questionário, resultando gráficos, quanto em contato telefônico com fornecedores locais.

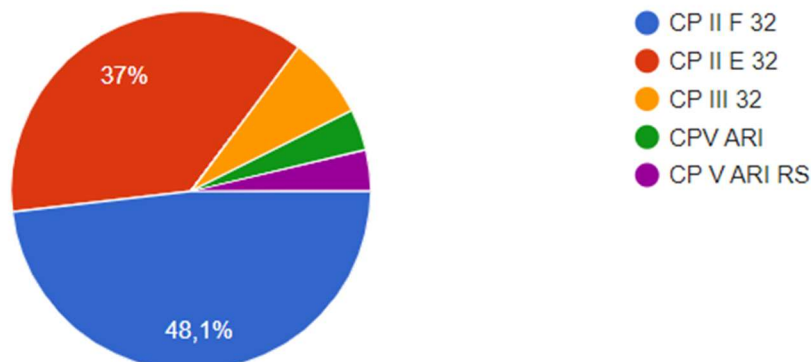
Foram entrevistados diversos profissionais e estudantes da área da construção civil, no qual foram questionados sobre a resistência do concreto e o tipo de cimento mais utilizado no dia a dia da obra, apresentando os seguintes resultados na figura 8 e 9, que de forma resumida pode ser vista na tabela 1.

Figura 8 - Resistências dos concretos mais utilizados pelos profissionais e estudantes entrevistados.



Fonte: Autoria Própria, 2023.

Figura 9 - Cimento mais utilizado para a confecção dos concreto *in loco* de acordo com os profissionais e estudantes entrevistados.



Fonte: Autoria Própria, 2023.

Através dos dados apresentados pela pesquisa, pode-se considerar que os concretos mais utilizados em obras de pequeno porte são os de 20, 25, 30 e 35 MPa, entretanto, de acordo com a NBR 12655:2022, a classe de agressividade para zonas urbanas determina que a resistência mínima do concreto para essas áreas se inicia aos 25 MPa. Dessa forma, considerando o citado anteriormente, pode-se encontrar na tabela 3 o tipo de cimento e os valores de resistência utilizados para a sequência dos cálculos.

Tabela 3 – Determinação do tipo de cimento e valores de resistência para cálculo.

Tipo de Cimento	Resistência (MPa)
CP II F 32	25
	30
	35

Fonte: Autoria Própria, 2023.

Em contato com diferentes fornecedores locais, levando em consideração a trabalhabilidade, preço e demanda de pedidos, escolheu-se para a mistura, a areia comercialmente vendida como grossa, sendo agregado miúdo e a brita comercialmente vendida como nº 1, sendo agregado graúdo.

Em suma, os traços calculados foram para as resistências de 25, 30 e 35 MPa, e para a confecção do concreto foi utilizado o cimento CP II F 32 da empresa Votoran, areia grossa fornecida pela Universidade de Sorocaba e brita 1 fornecida generosamente pelo fornecedor Bicho da Areia. Dessa forma, os elementos utilizados para a preparação do concreto são os demonstrados nas figuras 10, 11, 12 e 13.

Figura 10 - Cimento utilizado para confecção do concreto.



Fonte: Autoria Própria, 2023.

Figura 11 – Embalagem do cimento utilizado para confecção do concreto.



Fonte: Autoria Própria, 2023.

Figura 12 - Agregado graúdo utilizado para confecção do concreto.



Fonte: Autoria Própria, 2023.

Figura 13 - Agregado miúdo utilizado para confecção do concreto.



Fonte: Autoria Própria, 2023.

## 6.2 Caracterização dos materiais

Para que seja efetuado o cálculo de acordo com o método ABCP é necessário a caracterização dos materiais utilizados, o qual serão apresentados abaixo:

De acordo com a FISPQ (Ficha de Informação de Segurança de Produtos Químicos) do cimento fornecido pela empresa Votoran, vide documento presente no Anexo A, a massa específica é de  $3000 \text{ Kg/m}^3$ , este valor foi considerado como o intermediário dentre a variação apresentada pela empresa a fim de estipular uma ordem de grandeza média.

Os valores de massa específica, massa unitária e diâmetro máximo da brita 1, foram fornecidos pelo fornecedor Bicho da Areia e são respectivamente,  $2659 \text{ Kg/m}^3$ ,  $1363 \text{ Kg/m}^3$  e  $19 \text{ mm}$ , conforme Anexo B.

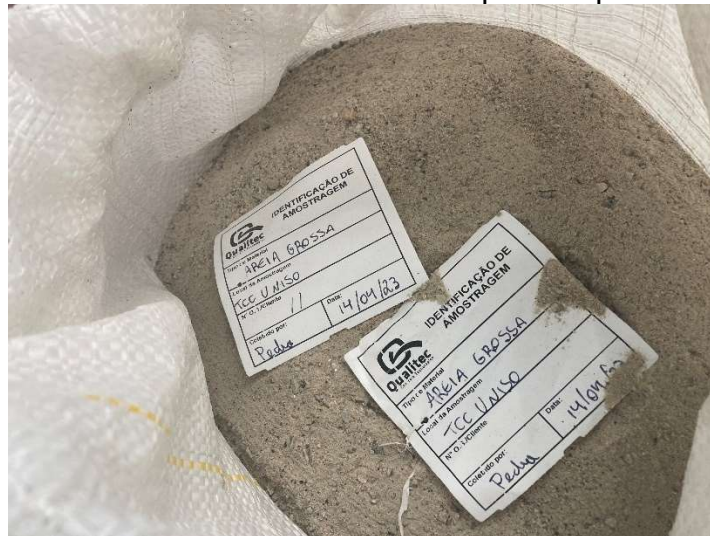
O módulo de finura da areia foi determinado por meio de ensaio granulométrico, em atendimento a norma NBR NM 248:2001, no qual obteve-se o valor igual a 2,0. Já para a massa unitária e massa específica, o laboratório de controle tecnológico Qualitec se prontificou a colaborar com o presente trabalho realizando os devidos ensaios para a determinação destes parâmetros conforme figura 14, e para isso uma amostra foi coletada e analisada, vide figura 15, fornecendo assim os seguintes resultados respectivamente,  $1.524 \text{ Kg/m}^3$  e  $2.630 \text{ Kg/m}^3$ .

Figura 14 - Ensaio para determinação de massa unitária.



Fonte: Laboratório Qualitec, 2023.

Figura 15 – Amostra de areia ensaiada pela empresa Qualitec.



Fonte: Autoria própria, 2023.

Contudo, os dados de caracterização dos materiais para os cálculos dos traços podem ser vistos de forma resumida na tabela 4, vale salientar que os materiais utilizados para este estudo são da região de Sorocaba/SP.

Tabela 4 – Caracterização dos materiais utilizados.

Caracterização	Cimento	Agregado miúdo	Agregado graúdo
Categoria	CP II F 32	Areia Grossa	Brita 1
Massa específica	3000 Kg/m <sup>3</sup>	2630 Kg/m <sup>3</sup>	2659 Kg/m <sup>3</sup>
Massa unitária	-	1524 Kg/m <sup>3</sup>	1363 Kg/m <sup>3</sup>
Módulo de Finura (MF)	-	2	-
Diâmetro máximo	-	-	19 mm

Fonte: Autoria Própria, 2023.

### 6.3 Pesquisa de conhecimentos gerais

Uma vez que foi abordado a questão da desinformação e falta de treinamento dos trabalhadores do ramo da construção civil e da necessidade de um meio de consulta facilitado para referências técnicas, realizou-se uma pesquisa em campo para determinação da validade deste tópico, além de que ao adquirir um maior conhecimento das dificuldades dos possíveis usuários da cartilha, tornou-a mais interpretativa para seus leitores, ficando assim de fácil entendimento a todos.

Para uma melhor compreensão de como é realizado a consulta de traços para execução de concreto nas obras, verificou-se que 100% dos trabalhadores utilizam a sua experiência para realização da dosagem do mesmo, não consultando nenhum material em específico como referência. Visto que neste quesito não há um procedimento e/ou forma de constatação de qualidade, foi então questionado se os entrevistados possuíam conhecimento na realização do cálculo de traços dos concretos para resistências determinadas. O resultado desta pesquisa pode ser verificado na figura 16.

Figura 16 – Pesquisa com profissionais do ramo sobre conhecimento relacionado ao cálculo do traço.

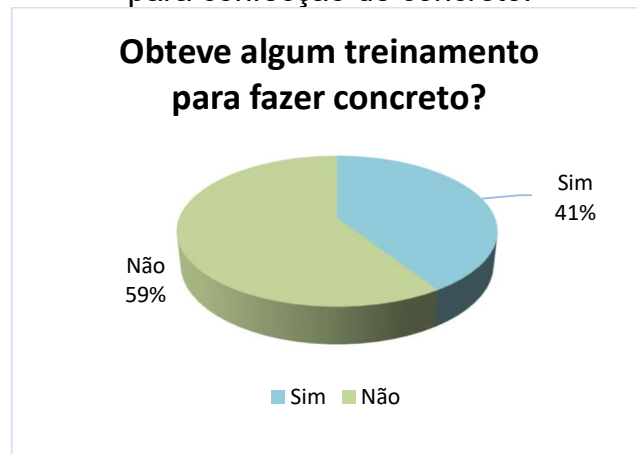


Fonte: Autoria Própria, 2023.

Pode-se observar que 77% dos profissionais não obtém conhecimento de como é realizado o cálculo do traço, demonstrando assim, que as dosagens executadas nas obras podem não possuir embasamento técnico.

Para a execução do concreto, os entrevistados demonstraram em sua maioria que não obtiveram treinamento para realização do mesmo. Na figura 17 pode-se observar que apenas 41% possuíam alguma capacitação relacionada à execução deste material. Considerando este fato, todos os participantes desta pesquisa informaram que não armazenam o cimento no chão do canteiro de obras, o que é um ponto muito importante, uma vez que assim é garantido que o material estará em plenas condições para utilização, pois após o contato do cimento com a água (por meio da umidade) pode-se iniciar a reação química entre estes dois materiais, que após concluída endurecerá o mesmo.

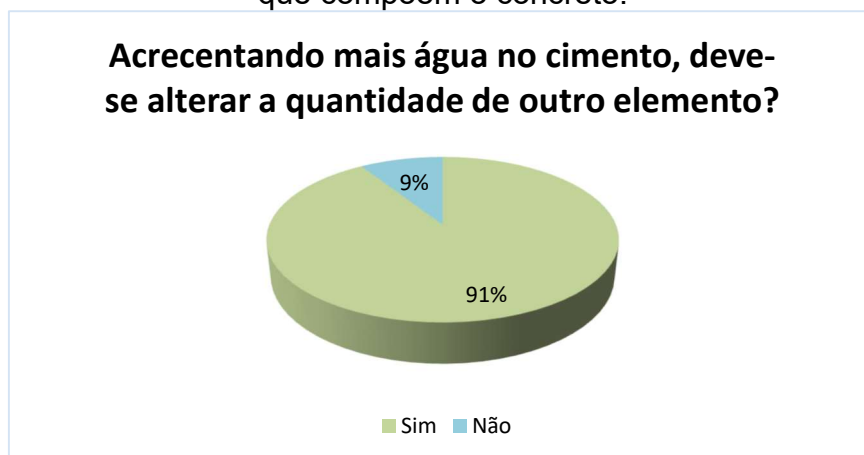
Figura 17 – Pesquisa com profissionais do ramo sobre participação em treinamentos para confecção de concreto.



Fonte: Autoria Própria, 2023.

Conforme pode ser observado na figura 18, a maioria dos entrevistados possuem conhecimento que quando acrescentado mais água na composição do concreto deve-se alterar a quantidade de algum outro elemento também, no caso, o cimento. A ciência deste item faz com que seja executado um concreto com maior qualidade nas obras, visto que apenas o acréscimo de água em concretos pode acarretar em perda de resistência do mesmo.

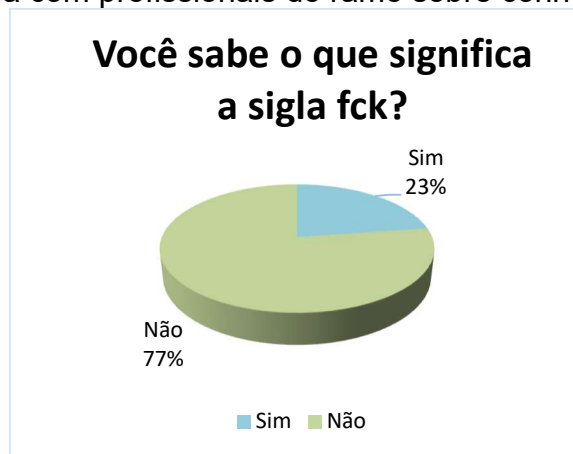
Figura 18 – Pesquisa com profissionais do ramo sobre quantificação de elementos que compoem o concreto.



Fonte: Autoria Própria, 2023.

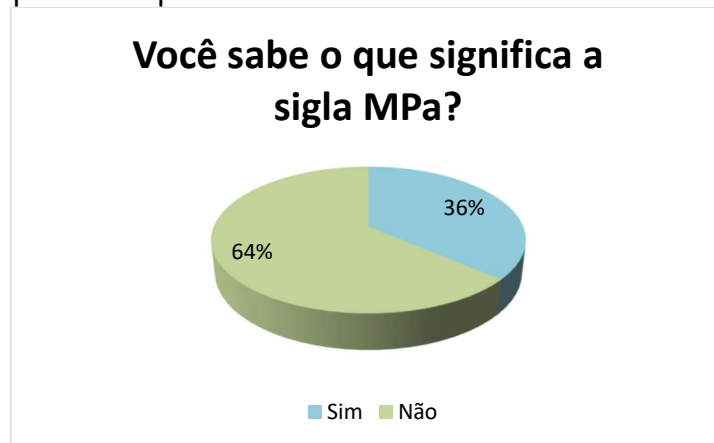
Por fim, visando uma fácil compreensão dos leitores que utilizarão a cartilha proposta, houve o questionamento referente ao conhecimento das siglas MPa e fck e a identificação dos elementos apresentados em proporção de um traço. Dessa forma obteve-se os resultados expressos nas figuras 19, 20 e 21.

Figura 19 – Pesquisa com profissionais do ramo sobre conhecimento da sigla fck.



Fonte: Autoria Própria, 2023.

Figura 20 – Pesquisa com profissionais do ramo sobre conhecimento da sigla MPa.



Fonte: Autoria Própria, 2023.

Figura 21 – Pesquisa com profissionais do ramo sobre conhecimento na identificação dos elementos apresentados em proporção de um traço.



Fonte: Autoria Própria, 2023.

Portanto, sabendo que a maioria dos entrevistados não possuem conhecimento sobre termos técnicos utilizados para representação do concreto, este tópico foi abordado de forma explicativa na cartilha elaborada por meio deste trabalho. Tendo em vista que todas as pessoas entrevistadas mencionaram o fato de que uma cartilha na qual informasse traços padrões para execução de concretos seria de grande auxílio no dia a dia do canteiro de obras.

## 7 ABCP (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND)

O método de cálculo utilizado para a obtenção do traço dos concretos mencionados neste trabalho é o desenvolvido pela Associação Brasileira de Cimento *Portland*. De acordo com o Engenheiro Ruy S. T. Guerra, este estudo sobre a metodologia de dosagem de concreto foi publicada inicialmente no ano de 1984 pelo Engenheiro Públio P. F. Rodrigues e revisado em 1995. O mesmo é uma adaptação do método americano proposto pela ACI (*American Concrete Institute*) que considera tabelas e gráficos obtidos de experimentos realizados sobre este assunto (GERRA, 2015).

Para este método, primeiramente escabele-se as características dos materiais que serão utilizados (cimento e agregados) e do próprio concreto, como por exemplo, o tipo, massa específica, massa unitária, granulometria dos agregados, resistência e entre outros parâmetros. Após ser estabelecido todas essas características, deve-se fixar a relação água/cimento, que irá interferir na durabilidade e resistência do mesmo. A partir disto, é definido por meio de fórmulas o consumo de todos os materiais que compõem o concreto (água, cimento, agregados gráudo e miúdo). Dessa forma, é apresentado o traço do concreto desejado.

### 7.1 Metodologia de cálculo dos traços

Primeiramente, para iniciar-se os cálculos com o objetivo de definir os traços dos concretos, precisamos determinar a resistência de dosagem.

Definida qual será a resistência do concreto prevista aos 28 dias, calculamos o consumo dos elementos que compõem o mesmo. O consumo de cimento é dado pela equação 1 a seguir, presente na metodologia da Associação Brasileira de Cimento *Portland*:

$$C_c = \frac{C_a}{a/c} \quad \text{Eq. (1)}$$

Onde:

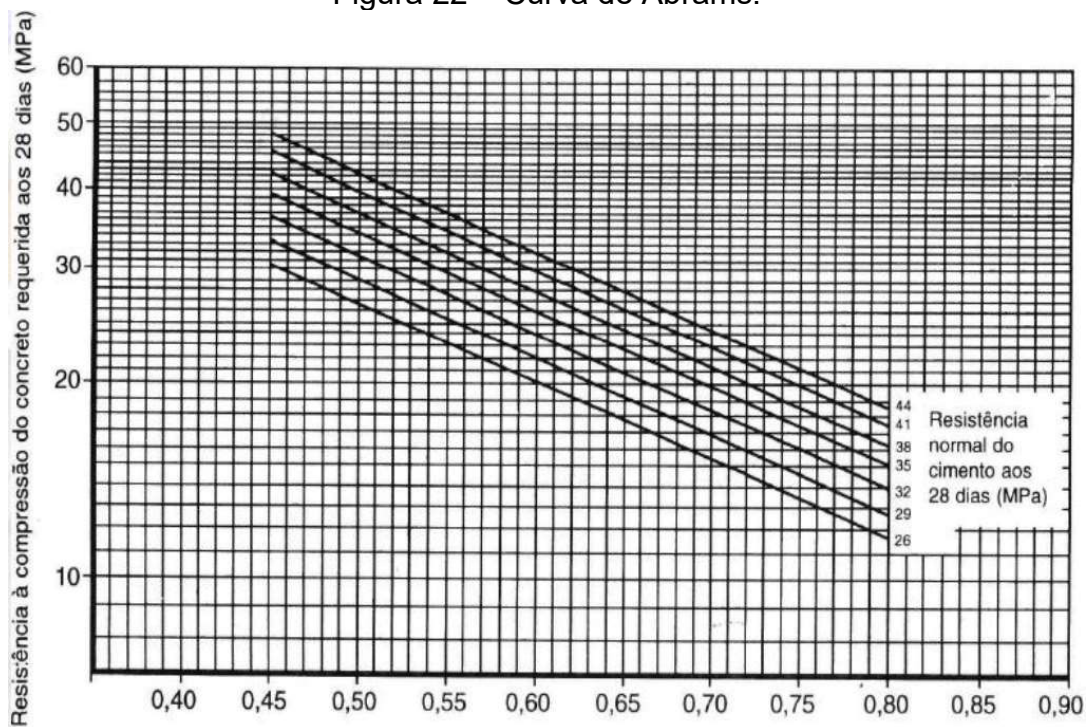
$C_c$  = Consumo Cimento ( $\text{Kg}/\text{m}^3$ )

$C_a$  = Consumo de água ( $\text{L}/\text{m}^3$ )

$a/c$  = relação água cimento

Para determinação da relação água cimento utilizada na fórmula acima, utilizamos a curva de Abrams, demonstrada na figura 22 a seguir, que relaciona a resistência de dosagem aos 28 dias do concreto e o tipo de cimento utilizado.

Figura 22 – Curva de Abrams.



Fonte: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND, 2020.

Para determinação do consumo de água utilizado na fórmula acima, deve-se obter os valores do abatimento previsto para o concreto e a dimensão máxima do agregado graúdo. Relacionando esses dois valores, conforme mostra a tabela 5 a seguir, pode-se obter o valor do consumo aproximado de água.

Tabela 5 – Determinação do Consumo de água relacionando o abatimento e dimensão máxima do agregado graúdo.

Consumo de água aproximada (l/m <sup>3</sup> )					
Abatimento (mm)	D <sub>máx</sub> agregado graúdo (mm)				
	9,5	19,0	25,0	32,0	38,0
40 a 60	220	195	190	185	180
60 a 80	225	200	195	190	185
80 a 100	230	205	200	195	190

Fonte: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND, 2020.

O consumo do agregado graúdo é calculado pela equação 2 a seguir, presente na Associação Brasileira de Cimento *Portland*:

$$C_b = V_b \times \delta_b \quad \text{Eq. (2)}$$

Onde:

$C_b$  = Consumo do agregado graúdo (Kg/m<sup>3</sup>);

$V_b$  = Porcentagem do agregado graúdo seco por m<sup>3</sup> de concreto;

$\delta_b$  = Massa unitária do agregado graúdo (Kg/m<sup>3</sup>).

O valor da porcentagem do agregado graúdo seco por m<sup>3</sup> de concreto é dado pela tabela 6 abaixo, presente na Associação Brasileira de Cimento *Portland*.

Tabela 6 – Determinação da porcentagem do agregado graúdo relacionando a dimensão máxima do mesmo e o módulo de finura do agregado miúdo.

MF	Dimensão máxima (mm)				
	9,5	19,0	25,0	32,0	38,0
	(% de agregado graúdo ( $V_b$ ))				
1,8	0,645	0,770	0,795	0,820	0,845
2,0	0,625	0,750	0,775	0,800	0,825
2,2	0,605	0,730	0,755	0,780	0,805
2,4	0,585	0,710	0,735	0,760	0,785
2,6	0,565	0,690	0,715	0,740	0,765
2,8	0,545	0,670	0,695	0,720	0,745
3,0	0,525	0,650	0,675	0,700	0,725
3,2	0,505	0,630	0,655	0,680	0,705
3,4	0,485	0,610	0,635	0,660	0,685
3,6	0,465	0,590	0,615	0,640	0,665

Fonte: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO *PORTLAND*, 2020.

O consumo do agregado miúdo é calculado pela equação 3 a seguir, presente na Associação Brasileira de Cimento *Portland*:

$$C_m = V_{areia} \times \gamma_{areia} \quad \text{Eq. (3)}$$

Onde:

$C_m$  = Consumo de areia (Kg/m<sup>3</sup>);

$V_{areia}$  = Volume da areia;

$\gamma_{areia}$  = Massa específica da areia (Kg/m<sup>3</sup>).

O volume da areia mencionado na fórmula acima deve ser calculado com a equação 4, presente na Associação Brasileira de Cimento *Portland*:

$$V_{areia} = 1 - \left( \frac{C_c}{\gamma_{cimento}} + \frac{C_b}{\gamma_{brita}} + \frac{C_a}{\gamma_{água}} \right) \quad \text{Eq. (4)}$$

Onde:

$C_c$  = Consumo de cimento (Kg/m<sup>3</sup>);

$C_b$  = Consumo do agregado graúdo (Kg/m<sup>3</sup>);

$C_a$  = Consumo de água (L/m<sup>3</sup>);

$\gamma_{cimento}$  = Massa específica do cimento (Kg/m<sup>3</sup>);

$\gamma_{brita}$  = Massa específica da brita (Kg/m<sup>3</sup>);

$\gamma_{água}$  = Massa específica da água (Kg/m<sup>3</sup>).

Será utilizado o consumo de cimento, agregado graúdo e água já calculados anteriormente para utilização desta fórmula.

Por fim, a definição do traço do concreto dar-se-á pela equação 5 a seguir, presente na Associação de Cimento *Portland*:

$$\frac{C_c}{C_c} : \frac{C_m}{C_c} : \frac{C_b}{C_c} : a/c \quad \text{Eq. (5)}$$

Onde:

$C_c$  = Consumo de cimento (Kg/m<sup>3</sup>);

$C_b$  = Consumo do agregado graúdo (Kg/m<sup>3</sup>);

$C_m$  = Consumo de areia (Kg/m<sup>3</sup>);

$a/c$  = relação água cimento.

Utilizando o método abordado acima, foi realizado os cálculos dos traços de todas as resistências mencionadas anteriormente (25, 30 e 35 MPa). Assim, em seguida foi apresentado o cálculo do traço do concreto com resistência aos 28 dias de 25 MPa.

Determinou-se que para a utilização da metodologia de cálculo da ABCP a resistência de dosagem do concreto aos 28 dias, fcmj, foi a mencionada anteriormente.

Para a determinação do consumo de cimento, será necessário o valor do consumo de água e a relação água/cimento. Como a dimensão máxima do agregado

graúdo é de 19 mm e o abatimento considerado é de 80 a 100 mm, o mesmo obterá o valor estimado de 205 L/m<sup>3</sup>, conforme demonstra a tabela 5.

O abatimento considerado acima foi assim determinado, pois de acordo com recomendação de HELENE e TERZIAN (1993), os elementos estruturais, como vigas e pilares, muito armados precisam de um abatimento de 80 mm. Abaixo, tem-se a tabela 7 com os valores propostos por eles para os abatimentos de acordo com cada elemento estrutural.

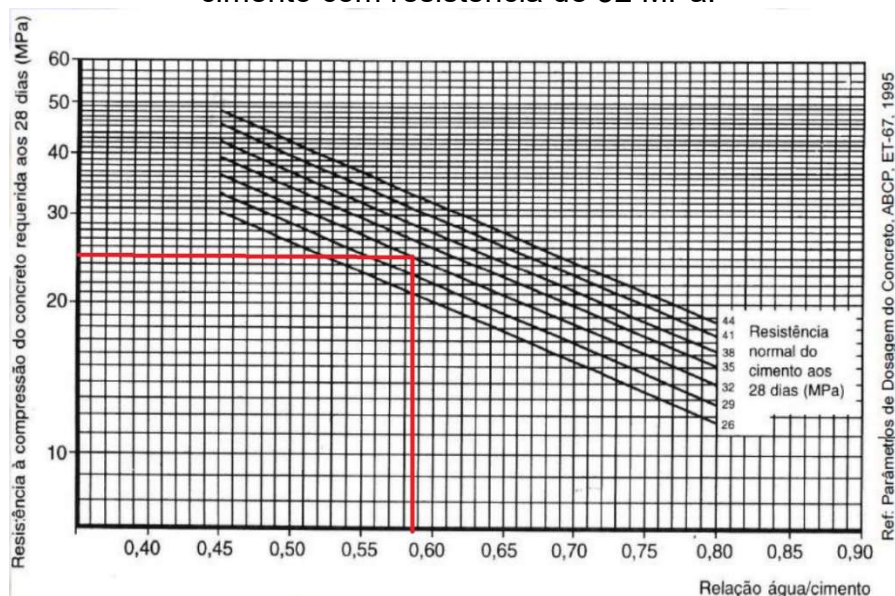
Tabela 7 – Valores de abatimento de acordo com cada elemento estrutural.

Elemento estrutural	ABATIMENTO em mm	
	Pouco armada	Muito armada
Laje	≤ 60 ± 10 mm	≤ 70 ± 10 mm
Viga e parede armada	≤ 60 ± 10 mm	≤ 80 ± 10 mm
Pilar do edifício	≤ 60 ± 10 mm	≤ 80 ± 10 mm
Paredes de fundação, Sapatas e tubulões	≤ 60 ± 10 mm	≤ 70 ± 10 mm

Fonte: HELENE e TERZIAN, 1993.

Já o valor da relação água/cimento, dar-se-á pela utilização da curva de Abrams, onde será relacionado a curva de resistência aos 28 dias do cimento utilizado na confecção do concreto (32 MPa) e a resistência de dosagem determinada anteriormente. Dessa forma, esta relação será de 0,588, conforme mostra a figura 23 abaixo.

Figura 23 - Definição da relação água cimento para um concreto de 25 MPa e cimento com resistência de 32 MPa.



Fonte: Autoria Propria, 2023.

Dessa forma, o consumo do cimento será calculado pela equação 1, obtendo o seguinte resultado:

$$C_c = \frac{C_a}{a/c} \rightarrow C_c = \frac{205}{0,588} \rightarrow C_c = 349 \text{ Kg/m}^3$$

Para determinar o valor do consumo de agregado graúdo, precisamos obter o valor da porcentagem do agregado graúdo seco por m<sup>3</sup> de concreto. Uma vez que o módulo de finura do agregado miúdo é de 2,0 e a dimensão máxima do agregado graúdo é de 19 mm, este parâmetro possuirá o valor de 0,75, conforme demonstra a tabela 6.

Assim, como a massa unitária da brita é de 1363 Kg/m<sup>3</sup>, o consumo do agregado graúdo, calculado pela equação 2, possuirá o valor demonstrado abaixo.

$$C_b = V_b \times \delta_b \rightarrow C_b = 0,75 \times 1363 \rightarrow C_b = 1022 \text{ Kg/m}^3$$

Para se obter o consumo do agregado miúdo, precisa-se primeiramente calcular o volume de areia. Assim, com os valores de 3000 Kg/m<sup>3</sup> para a massa específica do cimento, 2659 Kg/m<sup>3</sup> para a massa específica da brita, 1000 Kg/m<sup>3</sup> para a massa específica da água e os valores já vistos anteriormente de consumo de cimento, brita e água, este parâmetro, utilizando a equação 4, possuirá o valor descrito a seguir.

$$V_{areia} = 1 - \left( \frac{C_c}{\gamma_{cimento}} + \frac{C_b}{\gamma_{brita}} + \frac{C_a}{\gamma_{água}} \right) \rightarrow V_{areia} = 1 - \left( \frac{349}{3000} + \frac{1022}{2659} + \frac{205}{1000} \right) \\ \rightarrow V_{areia} = 0,29$$

Dessa forma, considerando o valor da massa específica da areia sendo 2630Kg/m<sup>3</sup>, conforme visto anteriormente, e o resultado do volume de areia obtido na formula anterior, o consumo do agregado miúdo, utilizando a equação 3, será o seguinte.

$$C_m = V_{areia} \times \gamma_{areia} \rightarrow C_m = 0,29 \times 2630 \rightarrow C_m = 763 \text{ Kg/m}^3$$

Por fim, utilizando todos os parâmetros calculados anteriormente, pode-se obter o traço do concreto para resistência de 25 MPa. Utilizando a equação 5, o mesmo possuirá os valores apresentados a seguir.

$$\frac{C_c}{C_c} : \frac{C_m}{C_c} : \frac{C_b}{C_c} : a/c \rightarrow \frac{349}{349} : \frac{763}{349} : \frac{1022}{349} : 0,588 \rightarrow 1 : 2,19 : 2,93 : 0,588$$

Empregando o mesmo método de cálculo para as outras resistências, os traços serão compostos pelas seguintes proporções em traço unitário medido em massa, apresentados na tabela 8:

Tabela 8 – Valores dos traços para fck de 25, 30 e 35 MPa.

Traço Unitário em Massa				
fck	Cimento	Areia	Brita	Água
25	1	2,19	2,93	0,588
30	1	1,83	2,54	0,51
35	1	1,56	2,33	0,468

Fonte: Autoria Própria, 2023.

#### 7.1.1 Conversão dos traços para volume

Para facilitar a aplicação dos traços calculados e apresentados anteriormente no canteiro de obras, deve-se realizar a sua conversão de massa para volume e quantificá-los em latas de 18 litros, a qual é usualmente utilizada no ramo da construção civil, para isso foi determinado um consumo de 50 Kg de cimento como padrão para todos os traços apresentados.

Para realizar a conversão, utiliza-se a fórmula da densidade isolando o volume, a qual relaciona a massa do material necessária para 50 Kg de cimento dividida pela massa unitária do mesmo, uma vez que este parâmetro considera os espaços vazios presentes em seu volume (NM 45, 2006).

Dessa forma, de acordo com Graham Barnes, a equação 6 é a utilizada para o cálculo da densidade.

$$d = \frac{m}{v} \quad \text{Eq. (6)}$$

Onde:

m = massa em Kg

d = massa unitária (densidade) em Kg/m<sup>3</sup>

v = volume em m<sup>3</sup>

Após a obtenção do valor em volume, deve-se dividir o mesmo por 18 litros, que corresponde a capacidade da lata utilizada para quantificação. Este procedimento

foi realizado para a areia, brita e água de todos os traços utilizados. A fim de demonstração será apresentado o cálculo para o traço de 25 MPa abaixo:

Primeiramente, os valores do traço em massa referente aos agregados e água foram multiplicados por 50 Kg, consumo de cimento determinado como padrão para realizar as conversões. Dessa forma, foi obtido a quantidade dos materiais em massa para a utilização de 50 Kg de cimento. Realizando essa operação, obtemos o resultado demonstrado na tabela 9:

Tabela 9 – Valores da quantidade de materiais para 25 Kg de cimento.

	Areia	Brita	Água
Traço Unitário	2,19	2,93	0,588
Para 50 Kg de Cimento	109,50 Kg	146,50 Kg	29,40 Kg

Fonte: Autoria Própria, 2023.

Dessa forma, utilizando a equação 6, podemos obter o volume do traço. Portanto, empregando a massa unitária da areia como 1524 Kg/m<sup>3</sup>, da brita como 1363 Kg/m<sup>3</sup> (conforme tabela 4) e água como 1000 Kg/m<sup>3</sup>, os volumes dos agregados e água serão os calculados a seguir:

Areia

$$d = \frac{m}{v} \rightarrow v = \frac{m}{d} \rightarrow v = \frac{109,50}{1524} \rightarrow v = 0,0719 \text{ m}^3$$

Brita

$$d = \frac{m}{v} \rightarrow v = \frac{m}{d} \rightarrow v = \frac{146,50}{1363} \rightarrow v = 0,1075 \text{ m}^3$$

Água

$$d = \frac{m}{v} \rightarrow v = \frac{m}{d} \rightarrow v = \frac{29,40}{1000} \rightarrow v = 0,0294 \text{ m}^3$$

Para quantificarmos esses volumes em latas de 18 litros, comumente utilizadas nas obras, há a necessidade de dividir o mesmo pelo volume da lata em m<sup>3</sup>. Portanto, o resultado desta divisão é o apresentado pela tabela 10.

Tabela 10 – Quantificação dos materiais para o traço de 25 MPa em latas de 18 litros.

	Areia	Brita	Água
Volume	0,0719m <sup>3</sup>	0,1075m <sup>3</sup>	0,0294m <sup>3</sup>
Quantidade de Latas	4	6	1 e 1/2

Fonte: Autoria Própria, 2023.

Utilizando o mesmo procedimento, foi realizado os cálculos para todos os outros traços, com o objetivo de determinar a quantidade de latas necessárias para a confecção do concreto com as resistências especificadas. Dessa forma, obteve-se os resultados apresentados na tabela 11.

Tabela 11 – Quantificação dos traços em latas de 18 litros.

fck	Areia	Brita	Água	Quantidade de Latas
30	3 e 1/4	5	1 e 1/4	
35	2 e 3/4	4 e 3/4	1 e 1/4	

Fonte: Autorial Própria, 2023.

## 8 ENSAIOS LABORATORIAIS

Para a definição de alguns parâmetros dos elementos constituintes do concreto e comprovar que o mesmo possui qualidade e eficiência com relação ao calculado, deve-se realizar ensaios laboratoriais.

Os ensaios que serão apresentados a seguir possuem suma importância para um controle tecnológico preciso, de forma que por meio deles será realizado a constatação final da resistência/qualidade do concreto para utilização em canteiros de obras de edificações de pequeno porte.

Para efetuar os cálculos referente ao traço do concreto, é necessário determinar o módulo de finura do agregado miúdo através do ensaio de determinação granulométrica.

O ensaio de compressão axial trata-se de um método utilizado para constatar a qualidade do concreto, uma vez que testa a resistência após um determinado tempo de cura do mesmo, dando possibilidade de verificar o atendimento da resistência requerida.

Já o ensaio de *slump test* demonstra se a execução do concreto está condizente com os valores de abatimento adotados para o cálculo do traço, verificando também a trabalhabilidade do mesmo.

### 8.1 Ensaio de compressão axial

O ensaio de compressão axial consiste basicamente em aplicar forças sob um corpo de prova composto do material que se deseja saber a resistência a compressão por meio de uma prensa hidráulica e, dessa forma medir o quanto o mesmo irá resistir aos esforços aplicados.

#### 8.1.1 Moldagem do corpo de prova

A moldagem dos corpos de prova é regida pela NBR (Norma Brasileira) 5738:2016, que disserta sobre os procedimentos para moldagem e cura dos corpos de prova.

Para o ensaio de compressão axial, que foi realizado neste trabalho, utilizou-se moldes cilíndricos de aço com diâmetro de 10 centímetros e haste de adensamento

cilíndrica de aço com diâmetro de 16 milímetros e 600 milímetros de comprimento, estando em conformidade com os parâmetros estabelecidos pela NBR 5738:2016.

De acordo com a norma, para a realização do preparo dos corpos de prova, primeiramente deve-se revestir o molde com uma fina camada de desmoldante e introduzir o concreto no mesmo separando-o por camadas, essas camadas são definidas pela tabela 12 a seguir presente na norma mencionada acima (ABNT NBR 5738, 2016).

Tabela 12 - Número de camadas para moldagem dos corpos de prova.

**Tabela 3 – Número de camadas para moldagem dos corpos de prova <sup>a</sup>**

Tipo de corpo de prova	Dimensão básica (d) mm	Número de camadas em função do tipo de adensamento		Número de golpes para adensamento manual
		Mecânico	Manual	
Cilíndrico	100	1	2	12
	150	2	3	25
	200	2	4	50
	250	3	5	75
	300	3	6	100
	450	5	–	–
Prismático	100	1	1	75
	150	1	2	75
	250	2	3	200
	450 <sup>b</sup>	3	–	–

<sup>a</sup> Para concretos com abatimento superior a 160 mm, a quantidade de camadas deve ser reduzida à metade da estabelecida nesta Tabela. Caso o número de camadas resulte fracionário, arredondar para o inteiro superior mais próximo.

<sup>b</sup> No caso de dimensão básica de 450 mm, somente é permitido adensamento mecânico.

Fonte: ABNT NBR 5738, 2016.

Como o corpo de prova utilizado é cilíndrico com dimensão básica de 100 mm, o número de camadas é de 2 (com volume distribuído de forma igualitária), uma vez que o adensamento realizado foi do tipo manual. Após inserido a primeira camada do concreto no molde, foi realizado 12 golpes com a haste de adensamento, dessa forma, o concreto moldou-se melhor ao formato do recipiente, trazendo assim um melhor resultado para a amostragem.

De acordo com a norma, para a realização do adensamento manual, a primeira camada deve ser totalmente atravessada pela haste com os golpes distribuídos de forma uniforme na seção transversal do corpo de prova, porém evitando encostar na base do molde. Para a segunda camada, deve-se atravessar toda a sua espessura, penetrando a haste 20 mm na camada anterior. Após ser feito todos os procedimentos citados acima, é realizado o arrasamento da superfície com uma régua metálica ou colher de pedreiro (ABNT NBR 5738, 2016).

Estando também de acordo com a NBR 12655:2022, deve ser realizados dois corpos de prova para cada idade de rompimento da mesma massada do concreto.

De acordo com a norma, após a moldagem dos corpos de prova, deve-se esperar 24 horas pela cura inicial, onde precisa-se manter o mesmo armazenado em local protegido de intempéries. Logo após, é feito a identificação destes moldes e armazenamento em solução saturada de hidróxido de cálcio (Cal), o mesmo ficará nesta solução até o momento do ensaio. Antes da realização do ensaio de compressão axial é feito um nivelamento nas bases do corpo de prova, para que as superfícies se tornem planas e o ensaio seja mais eficaz (ABNT NBR 5738, 2016).

Foi realizado todas as especificações presentes na NBR 5738:2016 (apresentadas anteriormente) para o processo de moldagem dos corpos de prova que compõem o desenvolvimento deste trabalho.

#### 8.1.2 Método de realização do ensaio de compressão axial

A NBR 5739:2018 disserta sobre todos os parâmetros e procedimentos necessários para realização do ensaio de compressão axial e define os padrões de especificação para os equipamentos utilizados no mesmo.

Para a realização destes ensaios, primeiramente deve-se definir em quais idades se romperá os corpos de prova. A NBR 5739:2018 fornece as seguintes idades de opção para a realização do mesmo: 24 horas, 3 dias, 7 dias, 28 dias, 63 dias, 91 dias sendo permitido realizar o ensaio com outras idades não especificadas. O ensaio realizado para este trabalho utilizou-se das idades de 14 dias e 28 dias para rompimento dos corpos de prova. De acordo com a NBR, cada idade possui uma tolerância de tempo para a execução do ensaio, não podendo-se ultrapassar o tempo pré-estabelecido, conforme mostra em imagem a seguir retirada da norma, as idades de 14 e 28 dias possuem uma tolerância de 12 horas (valor interpolado, em atendimento a nota presente nesta tabela) e 24 horas, respectivamente. Esses parâmetros podem ser observados em tabela 13 a seguir retirada da norma.

Tabela 13 - Tolerância para realização do ensaio de compressão de acordo com sua idade.

Idade de ensaio	Tolerância permitida h
24 h	0,5
3 d	2
7 d	6
28 d	24
63 d	36
91 d	48

NOTA Para outras idades de ensaio, a tolerância deve ser obtida por interpolação.

Fonte: ABNT NBR 5739, 2018.

Para a realização do ensaio, deve-se centralizar o corpo de prova no prato inferior da prensa hidráulica. A aplicação de força realizada pelo equipamento precisa ocorrer de forma contínua e cessar apenas quando houver a ruptura do mesmo (ABNT NBR 5739, 2018).

De acordo com a NBR 5739:2018, para a constatação da resistência do concreto com os dados retirados do ensaio, deve-se utilizar a seguinte fórmula:

$$f_c = \frac{4F}{\pi x D^2} \quad \text{Eq. (7)}$$

Onde:

$f_c$  é a resistência à compressão, expressa em Mega Pascal com três algarismos significativos (MPa);

$F$  é a força máxima alcançada, expressa em newtons (N);

$D$  é o diâmetro do corpo de prova, expresso em milímetros (mm).

Dessa forma, em concordância com a NBR 12655:2022, toma-se como resistência a compressão do concreto o maior valor entre os dois exemplares ensaiados.

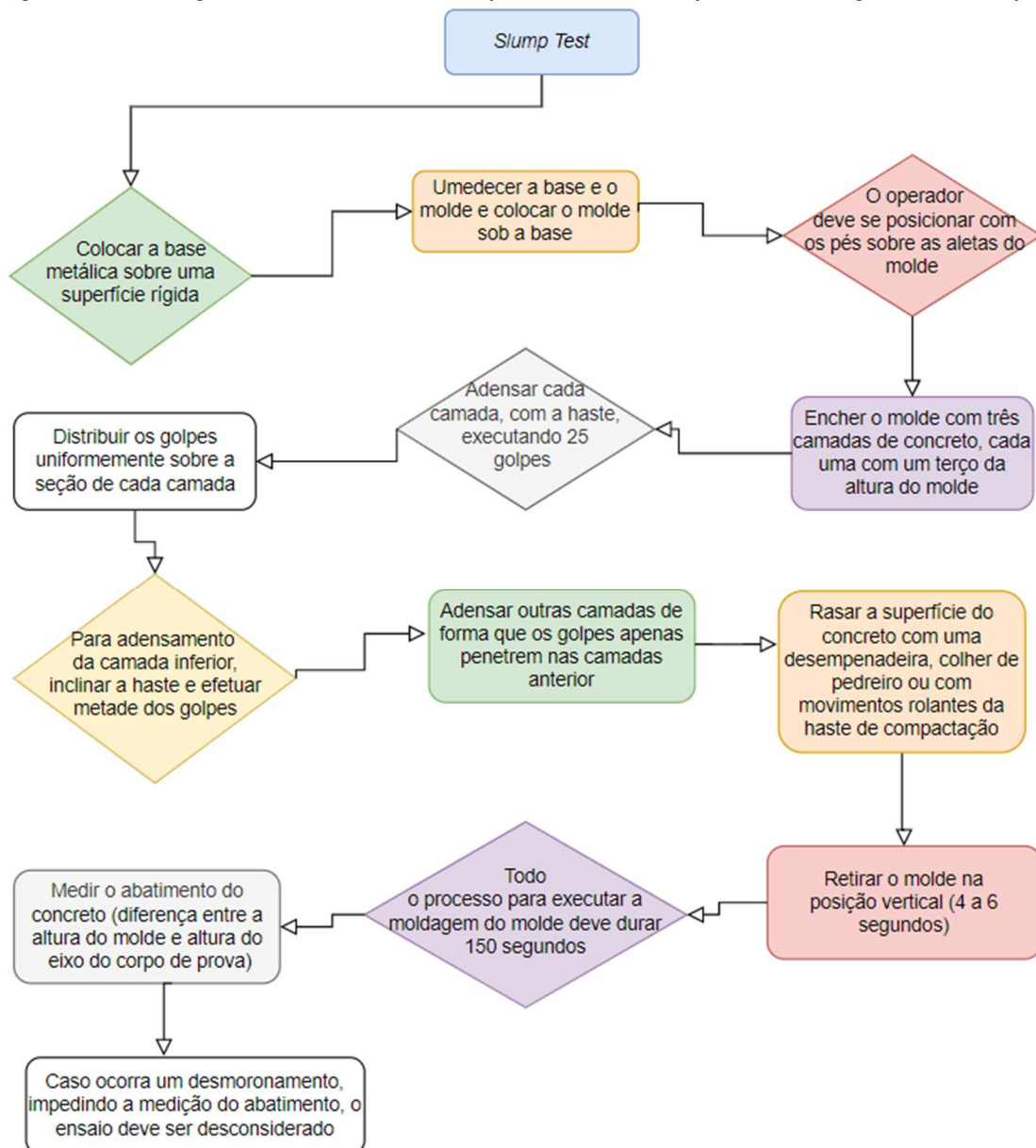
## 8.2 Teste de abatimento do tronco de cone (*slump test*)

O teste de abatimento do tronco de cone, mais conhecido como *slump test*, é regido pela NBR 16889:2020, no qual disserta sobre a determinação da consistência do concreto por meio de abatimento do tronco do cone.

Para a realização deste teste o molde de metal deve possuir espessura de 1,5mm com formato de tronco de cone oco com diâmetro da base inferior de 200 mm, base superior de 100 mm e altura de 300 mm. A haste de adensamento deve obter comprimento de 600 mm e placa da base metálica, plana, quadrada ou retangular, com dimensões não superiores a 500 mm e espessura maior ou igual a 3 mm (ABNT NBR 16889, 2020).

Segundo a NBR 16889:2020, o procedimento para realização do teste é demonstrado na figura 24 a seguir.

Figura 24 - Diagrama demonstrando procedimentos para realização do *slump test*.

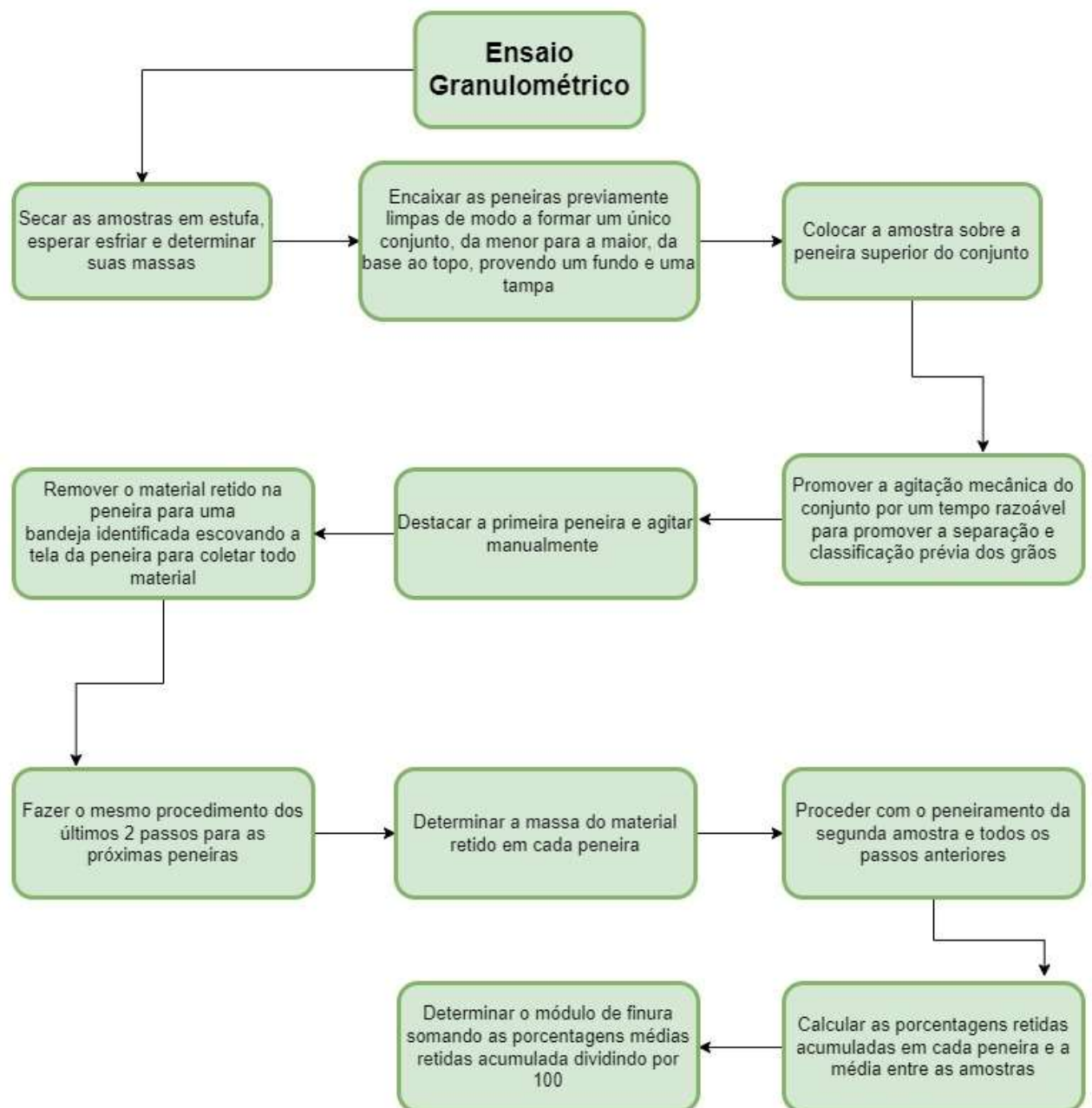


Fonte: Autoria Própria, 2023.

### 8.3 Determinação da composição granulométrica

Para encontrar o módulo de finura do agregado ensaiado deve-se seguir a NM248:2001, a qual realiza o ensaio granulométrico, possibilitando assim determinar as porcentagens retidas acumuladas nas peneiras de série normal e posteriormente o cálculo do módulo de finura, o processo para o ensaio pode ser visto de forma resumida na figura 25 abaixo.

Figura 25 – Diagrama demonstrando os procedimentos para a realização do ensaio de composição granulométrica.



Fonte: Autoria Própria, 2023.

## 9 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

O ensaio da composição granulométrica realizado, conforme demonstra a figura 26, determinou o valor do módulo de finura do agregado miúdo utilizado para a confecção do concreto. De acordo com a tabela 14, o valor deste parâmetro é igual a 2,0 e o mesmo foi adotado para a utilização do método da ABCP.

Figura 26 – Peneiramento para ensaio de composição granulométrica.



Fonte: Autoria Própria, 2023.

Tabela 14 – Determinação do módulo de finura do agregado miúdo.  
GRANULOMETRIA DO AGREGADO MIÚDO - NBR NM 248:2001

Abertura da malha das peneiras (mm)	a) massa inicial seca (gr) =		1.000,0		(Vr)	(Mrm)	(Mra)
	b) massa inicial seca (gr) =		1.000,0		Massa retida	Massa retida	Massa retida
	Mrg) Massa retida (gr)		Massa retida (%)		Variações	média	acumulada
	Ensaio a	Ensaio b	Ensaio a	Ensaio b	+ 4 %	(%)	(%)
9,5	0,0	0,0	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
6,3	0,0	0,0	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
4,75	0,0	0,0	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
2,36	189,0	195,0	18,9%	19,5%	0,6%	19,2%	19,2%
1,18	128,0	130,0	12,8%	13,0%	0,2%	12,9%	32,1%
0,6	133,0	135,0	13,3%	13,5%	0,2%	13,4%	45,5%
0,3	60,0	58,0	6,0%	5,8%	0,2%	5,9%	51,4%
0,15	0,0	0,0	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	51,4%
Fundo	490,0	482,0	49,0%	48,2%	0,8%	48,6%	100,0%
Mt) Total S	1.000,0	1.000,0	Módulo de Finura =				2,00

Mt = (S de Mrg) Mr% = (Mrg / Mt) \* 100 Vr = (Mr% ensaio a - Mr% ensaio b) Mrm = (Mr% ensaio a + Mr% ensaio b) / 2 Mra = (S Mrm Massa retida media)

Fonte: Autoria Própria, 2023

Para a execução dos traços e confecção do concreto utilizado nos ensaios a seguir foi descontado a água presente na areia no momento da confecção.

O *slump test* foi realizado para todos os traços (25, 30 e 35 MPa), e apresentou um abatimento entre 8 cm e 9 cm. Na figura 27 pode-se observar o ensaio realizado para 25 MPa, condizendo com o abatimento considerado para a execução dos cálculos (de 80 a 100 mm).

Figura 27 – Ensaio de abatimento (*slump test*) para o fck de 25 MPa.



Fonte: Autoria própria, 2023.

Para o ensaio de compressão axial foram moldados 12 corpos de prova, 4 para cada resistência descrita anteriormente, conforme figuras 28 e 29.

Figura 28 – Corpos de prova no molde.



Fonte: Autoria própria, 2023.

Figura 29 – Corpos de prova desmoldados para o ensaio de compressão axial.



Fonte: Autoria própria, 2023.

Os corpos de prova apresentados anteriormente foram colocados cuidadosamente na prensa hidráulica, realizando desta forma o ensaio de compressão axial, conforme figuras 30 e 31, no qual apresentou as cargas aplicadas no momento de ruptura de cada um. Foram rompidos 2 corpos de prova para cada resistência e idade de rompimento de acordo com a NBR 12655:2022, desprezando assim o que apresentou menor resistência.

Figura 30 – Corpo de prova para ensaio de compressão axial.



Fonte: Autoria Própria, 2023.

Figura 31 – Corpo de prova após ensaio de compressão axial.



Fonte: Autoria própria, 2023.

Em posse da carga aplicada pode-se calcular a resistência do corpo de prova através da equação 7, apresentada anteriormente, onde relaciona a carga em Newtons sobre a área de contato em  $\text{mm}^2$ , portanto, os valores de resistências para os rompimentos de 14 e 28 dias podem ser vistos na tabela 15.

Tabela 15 - Resultados obtidos para os traços calculados utilizando o método ABCP.

fck	Idade de Rompimento	Tensão de Ruptura	Carga Aplicada
25 MPa	14 dias	20,58 MPa	16,48 tf
	28 dias	23,23 MPa	18,60 tf
30 MPa	14 dias	24,67 MPa	19,75 tf
	28 dias	28,09 MPa	22,49 tf
35 MPa	14 dias	28,79 MPa	23,05 tf
	28 dias	33,76 MPa	27,03 tf

Fonte: Autoria Própria, 2023.

Com base na tabela 15, pode-se observar que utilizando o método da ABCP, ao considerar a resistência de dosagem,  $f_{cmj}$ , para cálculo do traço igual ao  $f_{ck}$  desejado, ou seja, sem a aplicação de desvio padrão, impactou-se diretamente na fixação do fator água/cimento que conseqüentemente é responsável pela composição

da dosagem do concreto e com isso obteve-se valores de resistência inferiores aos requeridos. Apresentou assim nenhuma margem de erro para a execução dos traços em obra, tendo em vista que para a resistência esperada aos 28 dias de 25 MPa, obteve um decréscimo de 7,08%, para 30 MPa de 6,37% e para 35 MPa de 3,54% em comparação com a resistência desejada.

Após as análises descritas anteriormente, verifica-se a inviabilidade da execução das dosagens no canteiro de obras, para a qual foram calculadas. Sabendo que as mesmas não atingiram ao fck requerido e visto que na execução do concreto em obra existem diversas variáveis que podem ocasionar um desvio do traço utilizado, como por exemplo, a leitura inadequada das proporções, condições dos materiais no momento da confecção do concreto e deformidades no material utilizado para dosar o mesmo.

Logo, para tornar a cartilha elaborada por este trabalho aplicável em obra, necessita-se assumir os traços apresentados para resistências inferiores a estes, buscando uma maior segurança e assertividade no valor requerido. Através dos resultados obtidos dos ensaios, pode-se notar que as dosagens para 25, 30 e 35 MPa, apresentaram um aumento de 16,15%, 12,36% e 12,53% quando comparadas, respectivamente, aos fck desejados de 20, 25 e 30 MPa, ou seja, atendendo estes.

Sendo assim, os traços realizados para 25, 30 e 35 MPa devem ser assumidos, respectivamente para 20, 25 e 30 MPa (conforme tabela 16), possibilitando, portanto, um aumento da margem de erro para a execução do traço em virtude de possíveis irregularidades no momento de sua confecção em obra.

Tabela 16 – Traços utilizados para as novas resistências adotadas.

Traço Unitário em Massa				
fck	Cimento	Areia	Brita	Água
20	1	2,19	2,93	0,588
25	1	1,83	2,54	0,51
30	1	1,56	2,33	0,468

Fonte: Autoria Própria, 2023.

## 10 CONFECÇÃO DA CARTILHA

Para a confecção da cartilha foi levado em consideração diversos aspectos, como por exemplo a facilidade de leitura e compreensão, utilização de palavras do cotidiano da obra, uma vez que, de acordo com a pesquisa em campo desenvolvida e apresentada anteriormente, muitos trabalhadores do ramo desconhecem termos técnicos.

A distribuição do conteúdo da cartilha foi realizada em um papel de tamanho A4 com 2 dobras internas na qual contém as seguintes informações: armazenamento dos materiais, dicas para utilização e confecção do concreto, tabela de traços com breves explicações e método de execução com imagens e instruções, conforme pode-se ver no apêndice A.

Os tópicos abordados na cartilha possuem grande relevância, uma vez que o não seguimento de alguns destes pode impactar nas características finais do concreto. Pode-se citar como exemplo o item que trata sobre a relação água/cimento, a qual não pode ser alterada, pois a água em excesso ocasionaria uma perda de resistência no concreto executado, ou então sobre a conservação da lata utilizada para dosagem, para que a mesma não seja deformada, perdendo assim sua capacidade de volume descrita. Há também o item quanto ao caso de dúvida relacionada a quantidade correta de materiais a serem utilizados, no qual é recomendado utilizar a dosagem para uma resistência superior a requerida, quando possível, buscando assim uma maior assertividade.

Os traços apresentados se encontram em massa e em volume quantificado em latas de 18 litros para facilitar a sua aplicação no canteiro de obras, porém recomenda-se sempre a utilização do mesmo em massa para uma maior precisão da resistência requerida.

Vale salientar que a cartilha elaborada é apenas para uso orientativo e não exime a realização de controle tecnológico do concreto nas obras de acordo com as normas vigentes.

## CONCLUSÃO

Contudo, após a análise dos estudos de dosagem e ensaios realizados, pode-se verificar que ao considerar a resistência de dosagem,  $f_{cmj}$ , igual a resistência esperada aos 28 dias para cálculo dos traços, obtém-se valores inferiores aos desejados, tornando assim a utilização das dosagens inviáveis em obras de pequeno porte, uma vez que diversos fatores contribuem para que o mesmo não seja executado com um controle rigoroso de qualidade.

Com isso assumiu-se os traços calculados para resistências inferiores a estes, sabendo que deste modo atenderam aos novos  $f_{ck}$  requeridos para os mesmos, obtendo um maior percentual de acréscimo entre o  $f_{c28}$ , apresentado pelo ensaio de compressão axial, quando comparado ao  $f_{ck}$  desejado para o traço, viabilizando, portanto, a aplicação da cartilha elaborada para os canteiros de obras.

Os traços apresentados na cartilha servem apenas como sugestão, considerando os materiais nela descritos, a fim de auxiliar os trabalhadores do ramo na execução de concretos, ressaltando que a mesma não dispensa a necessidade de controle tecnológico do concreto na obra de acordo com as normas vigentes.

Vale salientar que de acordo com as pesquisas de campo realizadas, a maioria dos trabalhadores entrevistados não possuíam treinamento para a execução do concreto e nem obtinham, em sua grande maioria, conhecimento técnico sobre o assunto. Sendo assim, sugere-se que as obras realizem métodos de capacitação no momento da integração dos novos contratados, como pequenas instruções, breves seminários e disponham de materiais com conteúdo, como o apresentado neste trabalho, com o intuito de contribuir com a obtenção de conhecimento de modo rápido e de fácil compreensão, a fim de evitar-se problemas futuros.

Sugere-se também que sejam realizados novos trabalhos os quais estudem temas presentes no cotidiano do canteiro de obras, com o propósito de transcrever informações técnicas de forma compreensiva e clara, abordando outras questões relacionadas a execução de obras de pequeno porte, para que dessa forma seja elevada a qualidade das construções, visto a necessidade de meios mais acessíveis aos trabalhadores para consulta de informações.

## REFERÊNCIAS

- ARIVABENE, ANTONIO. Patologias em Estruturas de Concreto Armado Estudo de Caso. **Revista online IPOG ESPECIALIZE**, 2015.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO *PORTLAND*. Dosagem do Concreto Pelo Método ABCP. In Concrete Show, 2020, São Paulo. **Slide** [...]. São Paulo: 2020, p. 14-35. Disponível em: [https://abcp.org.br/wp-content/uploads/2020/07/Metodo\\_Dosagem\\_Concreto\\_ABCPonLINE\\_22.07.2020](https://abcp.org.br/wp-content/uploads/2020/07/Metodo_Dosagem_Concreto_ABCPonLINE_22.07.2020). Acesso em: 13 abr. 2023.
- ABNT. **NBR 12655**: Concreto de Cimento *portland* – preparo, controle, recebimento e aceitação – procedimento. Rio de Janeiro, p. 9-12, 15, 19. 2022.
- ABNT. **NBR 5738**: Concreto – Procedimento Para Moldagem E Cura De Corpos De Prova. Rio de Janeiro, p.4-7. 2016.
- ABNT. **NBR 5739**: Concreto – Ensaio De Compressão De Corpos De Prova Cilíndricos. Rio de Janeiro, p.4-5. 2018.
- ABNT. **NBR 16889**: Concreto – Determinação Da Consistência Pelo Abatimento Do Tronco De Cone. Rio de Janeiro, p.5-9. 2020.
- ASSOCIAÇÃO MERCOSUL DE NORMALIZAÇÃO. **NM 45**: Agregados – Determinação Da Massa Unitária e do Volume de Vazios. Rio de Janeiro, p.1. 2006.
- ASSOCIAÇÃO MERCOSUL DE NORMALIZAÇÃO. **NM 248**: Agregados – Determinação Da Composição Granulométrica. Rio de Janeiro, p.3-5. 2001.
- BARBOZA, M. R.; BASTOS, P. S. Traços de concreto para obras de pequeno porte. **UNESP, Faculdade de Engenharia de Bauru, Departamento de Engenharia Civil Resumo**, v. 36, p. 32–36, 2008.
- BARNES, GRAHAM. **Mecânica dos solos: princípios e práticas**. 3. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2016.
- BRASMETAL. Cuidados com a betoneira para melhor conservação. **Brasmetal inovando sempre**. Disponível em: < <https://brasmatal.com/2020/05/04/cuidados-com-a-betoneira-para-melhor-conservacao/> > . Acesso em: 21 mar. 2023.
- COUTO, JOSÉ A. S.; CARMINATTI, RAFAEL L.; NUNES, ROGÉRIO R. A.; MOURA, RUAN C. A. O CONCRETO COMO MATERIAL DE CONSTRUÇÃO. **Cadernos de Graduação: ciencias exatas e tecnológicas**, Sergipe, v. 01, n. 17, out. 2013, p. 49-58.
- GRUPO RB E AJ ENGENHARIA. **Saiba como armazenar corretamente os materiais da sua obra**. Disponível em: <http://www.gruporbengenharia.com.br/ver-noticias/saiba-como-armazenar-corretamente-os-materiais-de-suaobra/97>. Acesso em: 22 ago. 2023.

GUERRA, R. S. T. Métodos de dosagem - IPT / INT / ITERS / ABCP / OUTROS. **Clube do Concreto**. Disponível em: < <http://www.clubedoconcreto.com.br/2013/11/metodos-de-dosagem-ipt-int-iters-abcp.html?m=1> > . Acesso em: 21 fev. 2023.

HELENE, P.; TERZIAN, P. **Manual de Dosagem e Controle do Concreto**. São Paulo: PINI, 1992.

LOTTERMANN, ANDRÉ. **Patologias em estruturas de concreto: estudo de caso**. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Civil), Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, 2013.

MUNARO, RAQUEL; POSSAN, EDNA. Falha de concretagem de pilares e suas consequências na estrutura da edificação. **2º Simpósio paranaense de patologia das construções**, 2017. p.144.

NASCIMENTO, MAYKON; JUNIOR, RANEERE. **Análise comparativa entre os métodos ABCP e EPUSP/IPT de dosagem de concreto de cimento portland**. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Civil), UniEvangélica, 2017.

PORTAL DO CONCRETO. **Agregado para concreto**. Disponível em: <https://www.portaldoconcreto.com.br/agregados>. Acesso em: 22 ago. 2023.

SANTANA, L. R.; SILVA, J. A. M. DA. Desperdícios de Materiais no Canteiro de Obras. **Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia (CONTECC)**, n. 2010, 2019.

SILVA, PHELIPE. **Cartilha para Dosagem do Concreto**. UNIS, 2017. Disponível em: <<http://repositorio.unis.edu.br/bitstream/prefix/115/2/CARTILHA%20PARA%20DOSAGEM%20DO%20CONCRETO.pdf>>. Acesso em: 08 fev. 2023. 1 fôlder.

## PASSO A PASSO PARA EXECUÇÃO DO CONCRETO



**1º** Pegue as quantidades de materiais solicitados no traço e coloque na lata;



**2º** Ligue a betoneira e coloque todos os materiais dentro, começando com a brita e um pouco de água;



**3º** Aguarde a betoneira realizar a mistura dos materiais e vá acrescentando o restante da água aos poucos;



**4º** Despeje o concreto em uma massa para realizar a sua utilização.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT. **NBR 12655**: Concreto de Cimento portland – preparo, controle, recebimento e aceitação – procedimento. Rio de Janeiro, p. 9-12, 15, 19. 2022.

BERTOLA, BIANCA; SISTERNA, ELIÉZER. **Estudo De Dosagem E Preparo de Concreto Em Obras De Pequeno Porte**. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Civil), UNISO, 2023.

MACROVECTOR. **Construction materials isometric icons collection of sixteen isolated images with hardware and building supplies**. Disponível em: < <https://www.freepik.com/vector/construction-materials-isometric-icons-collection-sixteen-isolated-images-with-hardware-building-supplies> >. Acesso em: 10 maio 2023.

BRGFX. **People at construction site with tools**. Disponível em: < [https://www.freepik.com/free-vector/peopleconstruction-site-with-tools\\_25676280.htm](https://www.freepik.com/free-vector/peopleconstruction-site-with-tools_25676280.htm) >. Acesso em: 10 maio 2023.



## CARTILHA PARA DOSAGEM DE CONCRETO

**AUTORES:**  
**BIANCA ZANUTO BERTOLA**  
**ELIÉZER DO PRADO SISTERNA**

2023

## ARMAZENAMENTO

Os agregados (areia e brita) devem ser armazenados separados, em cima de uma base, não permitindo que fique água parada e que haja contato com o solo, como por exemplo a execução de baias, conforme figura a seguir:



Os sacos de cimento devem ser armazenados de forma que estejam protegidos de chuva e umidade, geralmente empilhados em até 10 unidades sobre um palete, conforme figura a seguir:



## TRAÇOS

A tabela ao lado mostra os traços, na forma de massa e em volume quantificado em **latas de 18 litros**, para a execução do concreto com as suas respectivas resistências.

### RECOMENDA-SE SEMPRE A UTILIZAÇÃO DO TRAÇO EM MASSA PARA UMA MELHOR PRECISÃO.

**OBS:** Em caso de dúvida quanto a quantidade dos materiais utilizados, recomenda-se a utilização do traço de uma resistência superior a desejada, quando possível.

- Para a elaboração dos traços, foi considerado o Cimento **CP II F 32, Areia** Comercialmente vendida como **Grossa** e **Brita** número 1, todos os materiais da região de **Sorocaba/SP**.

TRAÇO UNITÁRIO EM MASSA					
20 MPa	25 MPa	30 MPa	AREIA	BRITA	ÁGUA
1,00	1,00	1,00	2,19	2,93	0,588
1,00	1,00	1,00	1,83	2,54	0,510
1,00	1,00	1,00	1,56	2,33	0,468

TRAÇO EM VOLUME					
20 MPa	25 MPa	30 MPa	AREIA (Lata)	BRITA (Lata)	ÁGUA (Lata)
50	50	50	4	6	1 e 1/2
50	50	50	3 e 1/4	5	1 e 1/4
50	50	50	2 e 3/4	4 e 3/4	1 e 1/4

- **LEMBRE-SE:** MPa é a unidade de medida da resistência do concreto (Mega Pascal)
- Para a utilização do traço em volume, dividir a lata utilizada para dosagem em 4 partes iguais.

- **ATENÇÃO:** Lembre-se de descontar a água presente na areia daquela utilizada no traço no momento da execução do concreto.
  - Para saber as quantidades dos materiais utilizando o traço em massa basta multiplicar as proporções pelo peso do cimento utilizado, por exemplo, se utilizar 5 kg de cimento para o traço de 20 MPa, multiplicar 5x2,19, 5x2,93 e 5x0,588.
  - **ATENÇÃO:** Esta cartilha é apenas de uso orientativo e a mesma não dispensa o controle tecnológico do concreto na obra.
- ### DICAS
- Para a utilização da lata de 18 litros como unidade de medida para o concreto, recomenda-se a fixação de uma pequena madeira em uma das suas laterais para facilitar o manuseio.
  - O concreto ficou muito seco? Coloque mais água, mas lembre-se que se acrescentar mais água deve acrescentar a mesma quantidade a mais de cimento, ok?
  - Recomenda-se verificar se os materiais entregues pelos fornecedores são realmente os materiais solicitados, para evitar problemas futuros com o seu concreto.
  - Manter a lata utilizada para dosagem em bom estado de conservação, que tal deixar ela guardada e usar apenas para quando for fazer concreto?

## ANEXO A – FISPQ CIMENTO PORTLAND II F 32 (VOTORAN)


**FICHA DE INFORMAÇÕES DE SEGURANÇA DE  
PRODUTOS QUÍMICOS – FISPQ – Revisão nº00 06/01/2020**
**PRODUTO: CIMENTO PORTLAND**
**8 – CONTROLE DE EXPOSIÇÃO E PROTEÇÃO INDIVIDUAL**

Parâmetros de controle.

Valores limites de exposição 10mg/m<sup>3</sup>, concentração média de oito horas (ACGIH).

Medidas de controle de engenharia.

Promova ventilação mecânica ou sistema de exaustão direta para o meio exterior. É recomendado disponibilizar chuveiros de emergência e lava olhos na área de trabalho. As medidas de controle e engenharia são mais efetivas na redução da exposição ao produto.

Medidas de proteção pessoal

Proteção respiratória: em condições normais nenhuma proteção respiratória é requerida. Usar proteção respiratória em condições com alta concentração de poeira.

Proteção para os olhos: usar óculos de proteção para prevenir contato com os olhos. Não é recomendado usar lentes de contato ao manusear este produto em condições com alta concentração de poeira.

Proteção para a pele: usar luvas impermeáveis, botas e roupa protetora para evitar contato com a pele.

Perigos térmicos: Não aplicável.

**9 – PROPRIEDADES FÍSICAS E QUÍMICAS**

a) Estado físico:

Sólido, pó cinza.

b) Odor:

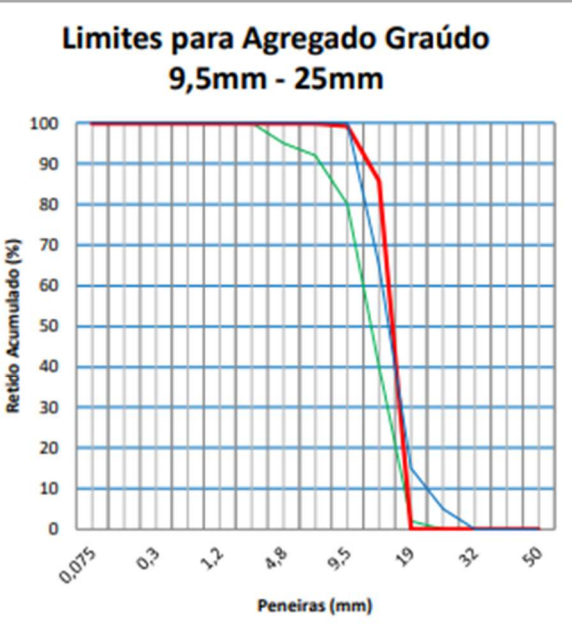
Sem cheiro.

c) pH em Solução Aquosa ..... 12 ≤ pH ≤ 14  
 d) Ponto de Fusão ..... Não aplicável  
 e) Ponto de Ebulição ..... Não aplicável  
 f) Ponto de Fulgor (vaso fechado) .. Não aplicável  
 g) Taxa de Evaporação ..... Não aplicável  
 h) Inflamabilidade ..... Não aplicável  
 i) Limite de Explosividade, % vol no ar ... Nenhum  
 j) Pressão de Vapor (mm Hg) ..... Não aplicável

k) Densidade Relativa do Vapor a 20°C ..... Não aplicável.  
 l) Massa Específica Aparente ..... 0,9 a 1,2 g/cm<sup>3</sup> a 20°C.  
 Massa Específica Absoluta ..... 2,8 ≤ γ<sub>r</sub> ≤ 3,2 g/cm<sup>3</sup> a 20°C.  
 m) Solubilidade em Água ..... até 1,5g/l a 20°C.  
 n) Coeficiente de Partição Octanol/Água ..... Não aplicável.  
 o) Temperatura de Autoignição ..... Não aplicável.  
 p) Temperatura de decomposição ..... Não aplicável.  
 q) Viscosidade ..... Não aplicável.  
 r) Velocidade de Evaporação (acetato de butila = 1) ..... Não aplicável.

## ANEXO B – RELATÓRIO DE ENSAIO DO AGREGADO GRAÚDO

 Companhia Siderúrgica Nacional	<b>LABORATÓRIO DE CONCRETO</b>	CERTIFICADO	AMOSTRA	DATA DO ENSAIO	DATA DA COLETA	DATA RECIBTO
	ENSAIO DE AGREGADO	0	21/23	23-jan-23	17/jan/23	17/jan/23
INTERESSADO						
RICARDO RAMOS NUNES						
AGREGADO GRAÚDO	ROCHA	FORNECEDOR / PROCEDÊNCIA		CENTRAL		
BRITA 1	GRANITO	PEDREIRA SOROCABA - CSN		PEDREIRA SOROCABA - CSN		

<h3 style="margin: 0;">Limites para Agregado Graúdo 9,5mm - 25mm</h3> 	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">PENEIRAS</th> <th rowspan="2">ABERTURA (mm)</th> <th colspan="2">PESO</th> <th colspan="3">PORCENTAGEM (%)</th> </tr> <tr> <th colspan="2">RETIDO</th> <th>RETIDA</th> <th>PASSANTE</th> <th>ACUMUL.</th> </tr> <tr> <th>N°</th> <th></th> <th>(g)</th> <th>(g)</th> <th></th> <th></th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>3</td><td>76</td><td></td><td></td><td></td><td>100,0</td><td></td></tr> <tr><td>2/1/2</td><td>(64)</td><td></td><td></td><td></td><td>100,0</td><td></td></tr> <tr><td>2</td><td>(50)</td><td></td><td></td><td></td><td>100,0</td><td></td></tr> <tr><td>1 1/2</td><td>38</td><td></td><td></td><td></td><td>100,0</td><td></td></tr> <tr><td>1 1/4</td><td>(32)</td><td></td><td></td><td></td><td>100,0</td><td></td></tr> <tr><td>1</td><td>(25)</td><td></td><td></td><td></td><td>100,0</td><td></td></tr> <tr><td>3/4</td><td>19</td><td></td><td></td><td></td><td>100,0</td><td></td></tr> <tr><td>1/2</td><td>(12,5)</td><td>4260</td><td>4310</td><td>85,7</td><td>14,3</td><td>85,7</td></tr> <tr><td>3/8</td><td>9,5</td><td>696,52</td><td>650,69</td><td>13,5</td><td>0,8</td><td>99,2</td></tr> <tr><td>1/4</td><td>(6,3)</td><td>32,41</td><td>28,98</td><td>0,6</td><td>0,2</td><td>99,8</td></tr> <tr><td>4</td><td>4,8</td><td>1,71</td><td>2,09</td><td>0,0</td><td>0,2</td><td>99,8</td></tr> <tr><td>8</td><td>2,4</td><td></td><td></td><td></td><td>0,2</td><td>99,8</td></tr> <tr><td>16</td><td>1,2</td><td></td><td></td><td></td><td>0,2</td><td>99,8</td></tr> <tr><td>30</td><td>0,6</td><td></td><td></td><td></td><td>0,2</td><td>99,8</td></tr> <tr><td>50</td><td>0,3</td><td></td><td></td><td></td><td>0,2</td><td>99,8</td></tr> <tr><td>100</td><td>0,15</td><td></td><td></td><td></td><td>0,2</td><td>99,8</td></tr> <tr><td>200</td><td>(0,075)</td><td></td><td></td><td></td><td>0,2</td><td>99,8</td></tr> <tr><td>FUNDO</td><td></td><td>9,32</td><td>8,21</td><td>0,2</td><td>0,0</td><td>100,0</td></tr> <tr><td>SOMA</td><td></td><td>4999,96</td><td>4999,97</td><td>100</td><td></td><td>698,1</td></tr> </tbody> </table>	PENEIRAS	ABERTURA (mm)	PESO		PORCENTAGEM (%)			RETIDO		RETIDA	PASSANTE	ACUMUL.	N°		(g)	(g)				3	76				100,0		2/1/2	(64)				100,0		2	(50)				100,0		1 1/2	38				100,0		1 1/4	(32)				100,0		1	(25)				100,0		3/4	19				100,0		1/2	(12,5)	4260	4310	85,7	14,3	85,7	3/8	9,5	696,52	650,69	13,5	0,8	99,2	1/4	(6,3)	32,41	28,98	0,6	0,2	99,8	4	4,8	1,71	2,09	0,0	0,2	99,8	8	2,4				0,2	99,8	16	1,2				0,2	99,8	30	0,6				0,2	99,8	50	0,3				0,2	99,8	100	0,15				0,2	99,8	200	(0,075)				0,2	99,8	FUNDO		9,32	8,21	0,2	0,0	100,0	SOMA		4999,96	4999,97	100		698,1
PENEIRAS	ABERTURA (mm)			PESO		PORCENTAGEM (%)																																																																																																																																																			
		RETIDO		RETIDA	PASSANTE	ACUMUL.																																																																																																																																																			
N°		(g)	(g)																																																																																																																																																						
3	76				100,0																																																																																																																																																				
2/1/2	(64)				100,0																																																																																																																																																				
2	(50)				100,0																																																																																																																																																				
1 1/2	38				100,0																																																																																																																																																				
1 1/4	(32)				100,0																																																																																																																																																				
1	(25)				100,0																																																																																																																																																				
3/4	19				100,0																																																																																																																																																				
1/2	(12,5)	4260	4310	85,7	14,3	85,7																																																																																																																																																			
3/8	9,5	696,52	650,69	13,5	0,8	99,2																																																																																																																																																			
1/4	(6,3)	32,41	28,98	0,6	0,2	99,8																																																																																																																																																			
4	4,8	1,71	2,09	0,0	0,2	99,8																																																																																																																																																			
8	2,4				0,2	99,8																																																																																																																																																			
16	1,2				0,2	99,8																																																																																																																																																			
30	0,6				0,2	99,8																																																																																																																																																			
50	0,3				0,2	99,8																																																																																																																																																			
100	0,15				0,2	99,8																																																																																																																																																			
200	(0,075)				0,2	99,8																																																																																																																																																			
FUNDO		9,32	8,21	0,2	0,0	100,0																																																																																																																																																			
SOMA		4999,96	4999,97	100		698,1																																																																																																																																																			

FORMA [ R / S ] (HGRS MM)		
MÓDULO DE FINURA (NBR 17054)	6,981	GRADUAÇÃO 1
DIMENSÃO MÁXIMA (NBR 17054)	19 mm	AGREGADO GRAÚDO
MASSA ESPECÍFICA (NBR 16916/16917)	2,659 kg/dm <sup>3</sup>	
MASSA UNITÁRIA SÉCA (NBR16972)	1,363 kg/dm <sup>3</sup>	
MASSA UNITÁRIA ÚMIDA (NBR 16972)	kg/dm <sup>3</sup>	
UMIDADE DO MATERIAL (NBR- 9775)	%	
MATERIAL PULVERULENTO (NBR 16973)	0,20 %	OK(<= 1%)
IMPUREZAS ORGÂNICAS (NBR 17053)	ppm	
TORRÕES DE ARGILA (NBR-7218)	%	
ABSORÇÃO (NBR 16916/16917)	%	

OBSERVAÇÕES:

LABORATÓRIO AGREGADOS-BARUERI	Operador: CLAUDEMIR DIAS MACHAO
Supervisor: CLAUDINEI PEREIRA	Eng <sup>o</sup> Responsável: CARLOS E. S. MELO

A LafargeHolcim é responsável apenas pelos produtos de sua fabricação, sendo a assessoria técnica um serviço diferenciado e gratuito de apoio aos seus clientes. O cliente deverá ter ou contratar seu próprio serviço de controle tecnológico para garantia de qualidade de suas aplicações.