

## A IMPORTÂNCIA DO ACOMPANHAMENTO DA DOSAGEM DE CONCRETO NA CENTRAL - POTENCIALIZAÇÃO DE QUALIDADE COM USO DE ADITIVOS: CONTROLE DE QUALIDADE

WILLIANS BENTO DO AMARAL<sup>1</sup>  
PEDRO MATIAZZI DA SILVA<sup>2</sup>  
ANDRÉIA ALVES BOTIN<sup>3</sup>  
PATRICIA LIMPER<sup>4</sup>

**RESUMO:** O presente trabalho corresponde a um estudo de controle de qualidade para concretos dosados em centrais concreteiras. Foram feitos três diferentes traços para comparação de resultados em uma betoneira de tombar com capacidade de 150 litros dentro do laboratório de engenharia da faculdade Unifasipe localizada em Sinop-MT. Teve como um dos objetivos principais mostrar os cuidados necessários para obtenção de um concreto de boa qualidade. Mostrou-se a importância do uso do aditivo polifuncional, visando o tempo que o caminhão betoneira precisa percorrer com o concreto até a obra. Essa perda de abatimento foi comparada entre os traços por meio do ensaio de slump test, efetuados no início e após 25 minutos de rodagem da betoneira. Foi verificado também a importância que o fator a/c traz para o concreto, constatou-se nos resultados finais que mesmo utilizando uma percentagem menor de aditivo, foi identificado que uma menor quantidade de água utilizada, influenciou em uma resistência final maior. Concluiu-se que a utilização de aditivo proporcionou um corte de água, uma resistência maior, e uma perda muito menor de abatimento em comparação com a dosagem sem aditivo. Perante isso, o uso de aditivo torna-se indispensável quando solicitado um concreto de alta qualidade, e caso precise percorrer um caminho longo até a obra.

**PALAVRAS-CHAVE:** Abatimento; Concreto; Dosagem.

## THE IMPORTANCE OF MONITORING CONCRETE DOSAGE AT THE PLANT - ENHANCEMENT OF QUALITY WITH THE USE OF ADDITIVES: QUALITY CONTROL

**ABSTRACT:** The present work corresponds to a quality control study for concrete dosed in concrete plants. Three different traces were made to compare results in a tipping concrete mixer with a capacity of 150 liters inside the engineering laboratory at Unifasipe College located in Sinop-MT. One of the main objectives was to show the care necessary to obtain good quality concrete. The importance of using the multifunctional additive was shown, aiming at the time that the concrete mixer truck needs to travel with

<sup>1</sup> Acadêmico de Graduação, Curso de Engenharia Civil, Centro Universitário Fasipe – UNIFASIFE. Endereço eletrônico: willian.amaral2000@hotmail.com.

<sup>2</sup> Professor Mestre, Curso de Engenharia Civil, Centro Universitário Fasipe - UNIFASIFE. Endereço eletrônico: eng.pedro@concreart.net.br.

<sup>3</sup> Professora Doutora, Biotecnologia e Biodiversidade, Curso de Engenharia Civil, Centro Universitário Fasipe - UNIFASIFE. Endereço eletrônico: andreia.botin@yahoo.com.br

<sup>4</sup> Professora Especialista, Curso de Engenharia Civil, Centro Universitário Fasipe – UNIFASIFE. Endereço eletrônico: patricia\_limper@hotmail.com



the concrete to the job site. This loss of slump was compared between the mixes using the slump test, carried out at the beginning and after 25 minutes of running the concrete mixer. The importance that the w/c factor brings to the concrete was also verified. It was found in the final results that even using a lower percentage of additive, it was identified that a smaller amount of water used influenced a higher final resistance. It was concluded that the use of an additive provided a water cut, greater resistance, and a much lower loss of slump compared to the dosage without additive. Given this, the use of additives becomes essential when high quality concrete is required, and if it needs to travel a long way to the site.

**KEYWORDS:** Rebate; Concrete; Dosage.

## 1. INTRODUÇÃO

É de conhecimento geral que, no estado fresco a propriedade ao qual representa maior dificuldade de controle do concreto dosado em central é a perda de abatimento do concreto que está ligada a temperatura do ambiente e umidade do ar, ou seja, perda de água que esse concreto irá se submeter, seja por evaporação da temperatura ou por própria absorção de seus agregados (MARTINS, 2005).

A relação água-cimento é o principal fator que determina a resistência do concreto. Uma menor relação água-cimento resultará em um concreto mais resistente, enquanto uma maior relação água-cimento resultará em um concreto menos resistente (MINDESS et al., 2003).

Sendo assim, algumas tecnologias como a adição de aditivos que colaboram na reação que ocorre entre água/cimento (a/c) para alcançar as características desejadas, foram implementadas em alguns casos, com o intuito de melhorar algumas falhas ou até mesmo aumentar a produtividade e qualidade das obras que utilizam o concreto com Cimento Portland (MARTINS, 2005). Uma das técnicas utilizadas que pode influenciar positivamente é o concreto dosado em central (CDC) (MARTINS, 2005).

A relação água/cimento refere-se à quantidade de água contida no concreto e é uma das características que afeta o seu uso na obra, podendo interferir negativamente a trabalhabilidade enquanto fresco e a resistência mecânica à compressão quando endurecido. Quanto menor a quantidade de água utilizada, maior será a resistência do concreto, por outro lado, a escassez de água pode afetar negativamente a trabalhabilidade desejada, fenômeno também conhecido como perda de abatimento (CORRÊA, 2010). Dessa forma, a dosagem do concreto em central (CDC) se resume na obtenção de uma massa de concreto que atenda as características supracitadas, por meio do dimensionamento correto dos componentes da mistura (NEVILLE; BROOKS, 2013).

Para lidar com esta problemática, uma das formas encontradas foi a utilização de aditivos químicos na mistura, dentre eles os aditivos redutores de água também conhecidos como aditivo plastificante retardador que, utilizado de maneira correta e profissional permite a obtenção de um concreto com baixa permeabilidade, maiores resistência mecânica à compressão, menor relação do fator água/cimento (a/c) e uma baixa ou nenhuma perda de abatimento, aumentando ou mantendo sua trabalhabilidade adequada (MARTINS, 2005).

Assim sendo, o objetivo deste estudo foi demonstrar a importância do acompanhamento da dosagem de concreto na central (CDC), com a utilização de aditivos

para potencializar a qualidade do produto final. Por meio de um estudo de caso, esta pesquisa tem o intuito de demonstrar os benefícios do uso de um aditivo plastificante retardador de pega e redutor de água, o qual tem o propósito de auxiliar na trabalhabilidade da mistura, ou seja, na quantidade de água da composição até chegar à obra.

Perante isso, pode-se fazer um estudo sobre alguns aditivos para que haja manutenção da trabalhabilidade do concreto e conseqüentemente reduzir o acréscimo de água no canteiro de obras, de forma que o concreto chegue até o canteiro com o abatimento correto, onde, não precisará alterar a quantidade de água onde o fator a/c não prejudique a resistência mecânica à compressão e trabalhabilidade do concreto.

Caso não haja um estudo de dosagem que verifique a manutenção correta do concreto, o quanto de abatimento será perdido ao longo do caminho durante 25 minutos? E conseqüentemente qual o resultado na resistência mecânica a compressão final do concreto!?

Objetivo geral do trabalho foi apresentar um estudo de caso de um concreto dosado na central de concreto, utilizando aditivos polifuncional fazendo acompanhamento das dosagens, onde não tenha perda de trabalhabilidade e resistência mecânica à compressão e gerando um fator a/c alto.

Com isso gerou-se o objetivo específico de comparar a manutenção de trabalhabilidade das diferentes dosagens dos concretos utilizados e na sequência verificando a suas propriedades mecânicas de resistência à compressão.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Concreto e suas propriedades

A vantagem de se utilizar o concreto vem da capacidade de trabalhabilidade da massa e, também sua resistência mecânica à compressão, tornando-o proveitoso, ou seja, além de possuir uma característica plástica em seu estado fresco, permite criar formatos dinâmicos e com isso facilitar o processo de construção, apresenta um baixo custo de manutenção, não necessita de acabamento na superfície e aumenta sua resistência com o avanço de sua idade (METHA; MONTEIRO, 2014).

A qualidade do concreto produzido é oriunda da dosagem correta dos materiais que o compõe, pois, a quantidade de cada componente afeta diretamente, como é o caso da água, e o profissional responsável deve entender das características de cada componente para fabricar uma mistura de acordo com as exigências do projeto em questão, inclusive verificando a necessidade de adicionar aditivos (HELENE; TERZIAN, 1993).

#### 2.1.1 Concreto: produção e distribuição

A mistura do concreto que é constituída por quatro materiais principais (cimento Portland, agregado fino, agregado graúdo e água) tem suas características definidas pelo percentual de cada componente. O cimento juntamente com a água forma a pasta que preenche os vazios dos agregados, ou seja, torna-se o material ligante, o qual forma uma massa sólida posteriormente (NEVILLE; BROOKS, 2013).

Os agregados compõem cerca de 60 a 80% da mistura e por não reagirem com água, são classificados como inertes, demonstrando que o cimento e a água são os componentes principais responsáveis pelas características do concreto (TARTUCE;



GIOVANETTI, 1990). Porém, a quantidade de água e de materiais na mistura podem ser afetadas pelo teor de umidade nos agregados, tendo que levar em consideração na hora de calcular a quantidade de água a ser utilizada (HAGEMANN, 2011). O alto índice de umidade contida nos agregados é relevante quando somado a absorção, nos dá o valor do total de água. O equilíbrio da quantidade de umidade na mistura é feito reduzindo a água do traço e substituindo-a pela quantidade de agregado que expressa a massa do teor de umidade.

Essa mistura pode ser realizada na central de dosagem da concreteira e, então adicionada diretamente no caminhão-betoneira para facilitar e agilizar, sendo este de responsabilidade da concreteira, que deve seguir os procedimentos e parâmetros estabelecidos no item 4.5 da NBR 7212 que trata dos requisitos para os caminhões betoneiras (ABNT, 2021)

Segundo a NBR 7212 (2021) o transporte deve estabelecer um tempo máximo e mínimo para a adição de água. Este tempo pode variar entre 40 a 120 minutos, dependendo do veículo utilizado. Com caminhões betoneiras, usa-se o tempo maior e em transportes sem processo de agitação, utiliza-se o menor tempo.

Portanto, além da fabricação, o transporte interfere na trabalhabilidade do concreto, afinal, o tempo levado para utilizá-lo pode prejudicar o uso no campo. Segundo a NBR 7212 (2021) nos itens 5.7.1 e 5.7.2, exige que o tempo decorrido entre a primeira adição de água e o adensamento (transporte da concreteira e transporte em obra) deve ser inferior a 60 minutos em transporte sem agitação, e 120 minutos para os que possuem agitação.

## 2.2 Cuidados com o concreto a exposição de Chuva

O concreto é um material de construção essencial feito de água, cimento e agregados. A proporção de cada um desses componentes é crucial para determinar a força, durabilidade e outras propriedades do concreto. Se a quantidade de água ou aditivos for maior do que o recomendado, podem ocorrer várias manifestações negativas sendo algumas delas descritas como (Mindess et al., 2003):

**Diminuição da resistência:** o excesso de água dilui o cimento na mistura, reduzindo a resistência do concreto. "O aumento da relação água/cimento reduz a resistência à compressão do concreto" (Mindess et al., 2003).

**Segregação e exsudação:** adicionar muita água pode levar à segregação, onde os componentes do concreto se separam, e à exsudação, onde a água sobe para a superfície do concreto. "A segregação e a exsudação são fenômenos que ocorrem quando a relação água/cimento é muito alta" (Neville, 2011).

**Problemas com aditivos:** o excesso de aditivos pode alterar as propriedades do concreto, como tempo de pega, resistência e durabilidade. "O uso excessivo de aditivos pode alterar adversamente as propriedades do concreto" (Ramachandran et al., 2003).

Todavia há certas medidas que podem ser tomadas para o manuseio de concreto abaixo de chuvas sendo elas:

**Interromper a concretagem:** Se possível, a concretagem deve ser interrompida durante a chuva pesada. "A concretagem deve ser interrompida se a chuva for suficientemente forte para causar escorrimento na superfície do concreto fresco" (ACI 305R-10, 2010).

**Proteção do local de trabalho:** Se a concretagem não puder ser interrompida, o local de trabalho deve ser protegido para evitar a entrada de água. "Se a concretagem

continuar durante a chuva, o local de trabalho deve ser protegido com lonas ou outros meios adequados" (NRMCA, CIP 29).

**Remover água estagnada:** Antes de colocar o concreto, toda a água estagnada deve ser removida. "A água de chuva que se acumula nos locais de trabalho deve ser removida antes da colocação do concreto" (ACI 301-16, 2016).

**Cura adequada:** A cura adequada deve ser garantida para evitar a desidratação rápida do concreto. "A chuva pode acelerar a cura do concreto, portanto, é importante garantir que o concreto seja mantido úmido e coberto durante o processo de cura" (ACI 308R-01, 2001).

Portanto, ao trabalhar com concreto na chuva, é essencial planejar com antecedência, proteger o local de trabalho, garantir a cura adequada e tomar medidas para evitar a diluição do concreto para evitar a perda na qualidade do concreto.

### 2.3 Usos excessivos de água e aditivos na composição do concreto

O aditivo pode melhorar as propriedades do concreto, no entanto com o uso excessivo de água ou aditivos ocorrem manifestações onde o concreto apresenta problemas em qualidade e durabilidade. E um dos principais problemas com o uso excessivo de água é a redução da resistência à compressão do concreto. Como Mindess, Young e Darwin explicam em "Concrete" (2003), a água em excesso dilui a mistura de concreto, enfraquecendo sua resistência e potencialmente levando a danos estruturais ao longo do tempo.

Além disso, Neville em "Properties of Concrete" (2013) destaca que o excesso de água pode causar a segregação dos componentes do concreto, com agregados pesados tendendo a afundar e a água subindo para a superfície. Isso pode resultar em um acabamento superficial de baixa qualidade e diminuição da durabilidade do concreto.

Outro problema é a retração, que ocorre quando a água em excesso evapora do concreto, causando uma diminuição do seu volume. Este fenômeno pode levar a rachaduras na estrutura do concreto, conforme explicado por Mehta e Monteiro (2013).

A *eflorescência*, um depósito branco de sais solúveis que podem aparecer na superfície do concreto, também é um problema potencial. Como Ramachandran, Beaudoin e Shattuck explicam em "Handbook of Analytical Techniques in Concrete Science and Technology" (2001), a *eflorescência* ocorre quando a água em excesso se move para a superfície do concreto, trazendo sais solúveis com ela. Quando a água evapora, os sais permanecem na superfície.

Das manifestações que ocorrem podem se destacar as seguintes:

- **Redução da Resistência:** A quantidade de água em excesso dilui a mistura de concreto, reduzindo sua resistência à compressão. Isso pode levar a rachaduras e danos estruturais com o tempo (MINDESS; YOUNG; DARWIN; 2003).

- **Segregação e Exsudação:** A água excessiva pode causar a segregação dos componentes do concreto, onde os agregados pesados tendem a afundar e a água sobe para a superfície, um fenômeno conhecido como exsudação. Isso resulta em um acabamento superficial pobre e numa redução da durabilidade do concreto (NEVILLE, 2011).

- **Retração:** A retração ocorre quando a água em excesso evapora do concreto, causando uma diminuição do seu volume. Isso pode levar a rachaduras na estrutura do concreto. (MEHTA; MONTEIRO, 2013).

- **Eflorescência:** A eflorescência é um depósito branco de sais solúveis que pode aparecer na superfície do concreto. Isso ocorre quando a água em excesso se move para



a superfície do concreto, trazendo sais solúveis com ela. Quando a água evapora, os sais permanecem na superfície. (RAMACHANDRAN; BEAUDOIN; SHATTUCK, 2001).

## 2.4 Cimento Portland

Para obter o cimento Portland artificial cinzento é feita uma mistura proporcionada, de calcário, argila e eventualmente alguns outros constituintes ricos em sílica, alumina ou ferro. Dessa forma obtêm-se novos compostos químicos que se aglomeram em grânulos denominados clínquer. Ainda segundo o autor, pode ser chamado por cimento todo e qualquer material com propriedades adesivas e coesivas, capazes de unir fragmentos e minerais entre si de modo a formar todo um impacto. Portanto, o cimento possui uma junção de agregados para que se transforme em um material resistente (NEVILLE, 1997).

Mesmo sendo considerado um material genérico, o cimento Portland pode apresentar propriedades diferentes quando se tem variadas composições químicas. Devido isso já foram desenvolvidos vários tipos de cimentos para variedades de condições diferentes, visando garantir melhores durabilidades e resistências do concreto (NEVILLE, 2016).

Por gerar calor a uma menor velocidade em comparação com o cimento Portland comum devido sua porcentagem de clínquer, conforme mostra na tabela 1 os cimentos Portland CP-II E, CP II-Z, CP II-F são indicados para lançamentos maciços de concreto em grande volume. Devido isso, também possibilita um baixo calor de hidratação, diminuindo a probabilidade de fissuras por retração plástica (NEVILLE, 2016).

Já o cimento CP V-ARI segundo Markus (2011), constitui-se de aproximadamente 95% de clínquer.

Esse tipo de cimento evita os ataques por sulfatos externos ao concreto, devido sua alta porcentagem de clínquer. Libera muito calor nas primeiras horas comparado ao cimento de baixo teor de hidratação, o que é uma vantagem. Entretanto são indicados para uso de real necessidade devido a diferenças de custo (NEVILLE, 2016).

O maior diferencial do cimento CP V-ARI, é a alta resistência inicial já nos primeiros dias após sua aplicação podendo resistir até 26MPa um dia após sua aplicação, sendo conveniente a sua utilização em produções onde exigem desforma rápida, como é o caso dos pré-moldados (CIMENTO.ORG, 2010).

## 2.5 Agregados

Os agregados têm um papel importante na preparação de um concreto de qualidade, pois quando bem escolhidos, não prejudicam a composição da mistura. Eles desempenham características importantes como resistência a retração e desgaste por abrasão (TARTUCE; GIOVANETTI, 1990).

Como previamente citado, os agregados miúdos e graúdos compõem 70% dos materiais de produção do concreto, assim devem ser escolhidos de forma criteriosa, pois interferem no traço do concreto (HAGEMANN, 2011).

Um fator importante para a dosagem do concreto é a correção de umidade, que se dá por meio de um cálculo, o qual se utiliza uma amostra do agregado, a diferença entre o peso inicial e o do material seco é o coeficiente que se deve corrigir em relação à água empregada ao concreto. Quando há excesso de água (umidade) no agregado por alguma razão, como exposição às intempéries climáticas, a soma total da quantidade de água é modificada, tornando-o um dado importante. Normalmente, isto é resolvido



acrescentando na mistura o equivalente de agregado, em relação à quantidade de água excedente (HAGEMANN, 2011).

## 2.6 Aditivos

Por volta dos anos 60, surgiram estudos que acrescentavam aditivos a base de melanina e naftaleno (HARTMANN et al., 2002). Segundo a norma NBR 11768 (ABNT, 2019a) os aditivos são produtos químicos que podem ser misturados ao concreto para modificar suas propriedades em estado fresco ou endurecido e suas quantidades não podem exceder 5% da massa de concreto de acordo com a NBR 7217 (2021).

Portanto, os aditivos têm a capacidade de modificar, retardando ou acelerando a resistência mecânica do concreto, alterando a hidratação do cimento e, ainda modificar o comportamento da mistura de concreto no estado fresco, melhorando sua trabalhabilidade (GELARDI et al., 2016).

Os aditivos são classificados de acordo com a função que ele causa no concreto, porém frequentemente possuem também ações adicionais, alguns deles são classificados como: Plastificantes, retardadores de pega, acelerador, e redutor de água e retardador (NBR 11768-1 ABNT, 2019a).

No manual de aditivos do Instituto Brasileiro de Impermeabilização (IBI), Júnior et al. (2021) ressalta que existem fatores a serem controlados para escolher o melhor aditivo para o desempenho que necessita no concreto como por exemplo, características e propriedades do cimento, temperatura dos materiais dos componentes, entre outros, os quais determinam como será o comportamento da mistura.

### 2.6.1 Aditivos Plastificantes

Os aditivos plastificantes, assim classificados pela norma ABNT 11768 (2019), atuam reduzindo a quantidade necessária de água na mistura, possibilitando assim manipular as propriedades do concreto que podem ser estimadas pelas “leis de comportamento” de Abrams, Lyse e Mollinari, correlacionadas no diagrama de dosagem ABNT 11768 (NBR 2019).

Os aditivos plastificantes têm como principal função a redução da água de amassamento, melhorando a coesão, a homogeneidade e diminuindo a retração. Essencialmente, diminuem a tensão superficial da água (SCHEEREN; SALUM et al., 2017).

Segundo Mehta; Monteiro (2014) descrevem com detalhes os mecanismos que ocorrem entre o aditivo que em resumo, útil para quando o lançamento do concreto é feito por bomba, os aditivos plastificantes são polímeros utilizados para abaixar o teor de água no concreto gerando o aumento da sua resistência, podendo ser alterado o abatimento sem aumentar a quantidade de água utilizada (ACI 212.3R-91).

Para se completar a hidratação do cimento Portland são necessários seus aproximados 30% em massa de água (JOLICOEUR et al., 2003). A porosidade resultará na matriz do concreto toda a água que passar desse valor. Dessa forma, torna-se evidente a importância do uso de aditivos redutores de água, de maneira onde atinja a trabalhabilidade solicitada sem exceder o limite de água onde não altera a porosidade da matriz do concreto.

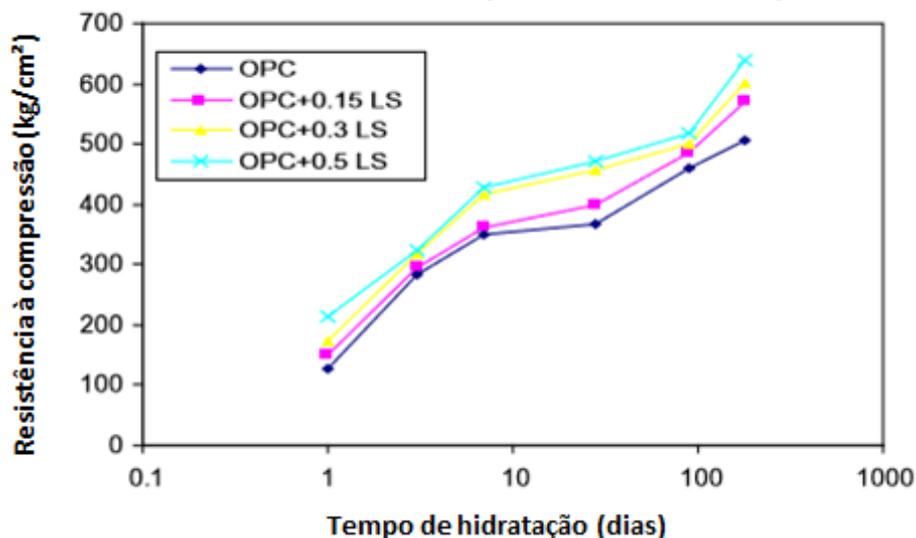
Polímeros derivados da lignina ou lignossulfonatos foram os primeiros materiais a serem utilizados como redutores de água. Por serem derivados de subproduto da indústria da celulose e papel, os aditivos plastificantes possuem um baixo custo e podem reduzir o consumo de água de 5 a 12%. Outros modelos que são produzidos em menor

escala, são fabricados a partir de ácidos hidroxicarboxílicos e gluconatos (JOLICOEUR et al., 2003).

Os aditivos redutores de água também colaboram quanto à resistência à compressão do concreto, pois auxiliam no desempenho mecânico graças ao grau de dispersão que o ele causa no sistema durante a hidratação, quebrando sítios floculares acelerando a hidratação dos silicatos presentes no cimento (EL GAMAL et al., 2012).

Na Figura 1 é possível observar a relação entre a resistência à compressão e o tempo de hidratação, com a adição do aditivo baseado em lignosulfonatos.

**Figura 1:** Resistência à compressão em relação às diferentes idades de hidratação para sistemas baseados em pasta de cimento Portland (OPC), com adição de aditivo de base lignosulfonato (LS).



Fonte: El Gamal et al. (2012).

## 2.7 Dosagens do concreto na central

Conforme a NBR 12655 (ABNT, 2015), dosagem é o método utilizado para mensurar o volume dos materiais a fim de obter as propriedades do concreto no estado fresco e endurecido com o menor custo possível. Este processo é comumente confundido com o traço, mas ainda de acordo com a NBR 12655 (ABNT, 2015) “[...] traço é a relação entre o volume dos materiais necessários para a fabricação do concreto”. Em resumo, traço é o resultado da dosagem do concreto na central.

A dosagem do concreto na central tem o papel de levar em consideração aspectos técnicos e econômicos, prezando a qualidade dos materiais e das obras, mas principalmente, mantendo características cruciais ao concreto como trabalhabilidade, resistência mecânica e durabilidade (MEHTA; MONTEIRO, 2014).

Basicamente, o processo de dosagem é uma maneira de adequar o concreto às condições as quais ele será utilizado. Para isso, é necessário que haja entendimento dos parâmetros que influenciam as propriedades da mistura e o que se deseja como traço, como por exemplo, a resistência desejada e o tempo para atingi-la, a condição do ambiente de exposição, o padrão de qualidade da obra, qual o processo de adensamento, espaçamento de armadura, capacidade do equipamento de mistura e características dos agregados e materiais empregados (SOBRAL, 1980).

Assim sendo, a dosagem do concreto na central consegue estabelecer parâmetros já citados anteriormente como a trabalhabilidade, resistência mecânica e

durabilidade, que são diretamente relacionados pelos materiais que compõem a mistura, e principalmente, a relação água/cimento (a/c) (RECENA, 2011; PETRUCCI, 1998).

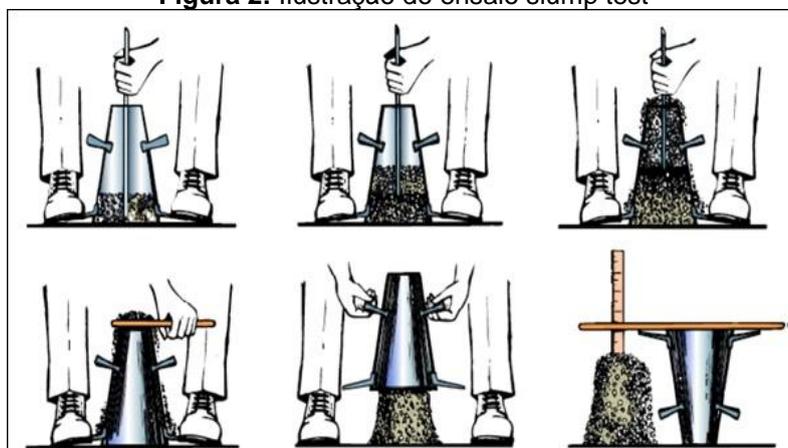
Neste contexto, o ensaio de abatimento tronco de cone (slump test) é um método descrito pela NBR 16889:2020, o qual pode ser utilizado em canteiro de obras ou em laboratório.

### 2.7.1 Slump test na dosagem de concreto na central

A pasta de concreto possui a relação a/c e, segundo o percentual das substâncias, pode-se incluir aditivos à mistura como meio de melhorar esta propriedade (RECENA, 2011). Assim sendo, é preciso dosar a quantidade desses componentes para a determinação da consistência da pasta, de forma a encontrar o traço ideal àquela obra. Uma das técnicas utilizadas para verificação do concreto e confirmar a veracidade das suas propriedades é o ensaio de corpo de prova pelo abatimento do tronco do cone (slump test). Baseando-se na NBR 16889:2020, a amostra retirada necessita representar o lote completo do material. Após a coleta de amostra do concreto, utiliza-se um molde em forma de cone com dimensões pré-estabelecidas.

Por meio da Figura 2, é possível observar os procedimentos do ensaio slump test de forma mais clara, ressaltando que esse ensaio abordado consiste em medir a fluidez e consistência do material analisado, permitindo de forma segura o controle da uniformidade do concreto em questão, assim tendo uma maior segurança no momento da concretagem.

Figura 2: Ilustração do ensaio slump test



Fonte: Martins (2005).

O slump test é um dos vários métodos existentes, porém o mais utilizado, pois consegue identificar mudanças mínimas da composição da mistura, como variações de água e seu custo é baixo comparado com outros ensaios. Este mecanismo também possui um formato simples e acessível economicamente de execução, o qual facilita utiliza-lo (MEHTA, MONTEIRO, 2014). Sua única desvantagem é o fato de que o resultado do ensaio depende do modo como o operador realizou a amostra, podendo assim, obter dados diferentes a depender deste operador (POPOVICS, 1982).

### 2.7.2 Dosagem do concreto na central e o uso dos aditivos

No contexto atual, sabe-se que na indústria do concreto o uso de aditivos na mistura é fundamental para a obtenção dos resultados desejados, principalmente com relação ao fator água/cimento. Ao se utilizar aditivos em concreto, podem ocorrer



inconformidades com alguns lotes, pois estes dependem de uma boa interação com os materiais da mistura para obter um desenvolvimento positivo ao processo. Como consequência, o concreto em estado fresco passa a apresentar problemas como aumento da demanda de água de amassamento, perda rápida de trabalhabilidade, aceleração ou retardo de pega, incorporação excessiva de ar, segregação e retardo no desenvolvimento de resistência mecânica (JUNIOR et al., 2021).

Como citado anteriormente, o aditivo redutor de água serve como recurso para equalizar as partículas de cimento por toda a mistura dos agregados do concreto, separando as partículas de cimento em hidratação, fazendo com que a água presa entre os grãos seja liberada e, como resultado, aumenta a fluidez do concreto fresco (NEVILLE, BROOKS, 2013).

Os aditivos para concreto devem ser dosados nas centrais, mas alguns aditivos como os plastificantes e superplastificantes, podem ser dosados na própria obra com alguns minutos de transporte (IBI, 2021). Neste caso, a NBR 11768 (ABNT, 2011) recomenda o uso de dosadores ou baldes graduados associados a um tubo de PVC de comprimento de 2,50 m e diâmetro de 100 mm, acoplado a um cotovelo de 45° em uma das extremidades. Após a adição do aditivo é necessário realizar a mistura (homogeneização) no caminhão-betoneira, em rotação de 14 a 16 rpm e o tempo de mistura de no mínimo 8 minutos, ou ainda de acordo com o fabricante.

O desempenho do aditivo depende de alguns fatores como cimento (tipo, marca, lote, local de fabricação), água (qualidade de acordo com a NBR 15900 – ABNT 2009), agregados (natural ou artificial, granulometria), tempo e sequência da mistura do concreto, temperatura do ambiente, temperatura do concreto e consistência da mistura sem o aditivo (IBI, 2021). A dosagem do aditivo é realizada por meio dos ensaios de abatimento, como slump test citado no capítulo anterior (NBR 7682, ABNT, 1983). Segundo o “Manual de utilização de aditivos para concreto em central” (IBI, 2021), o uso de aditivos pode melhorar a qualidade do concreto, mas não compensa as variações dos materiais, a dosagem dos componentes ou mesmo procedimentos inadequados, sendo assim, nenhum aditivo deve ser substituto para boas práticas de confecção do concreto.

### 3. MATERIAIS E MÉTODOS

Para obter embasamento teórico para a parte prática deste estudo, num primeiro momento realizou-se uma pesquisa bibliográfica, a qual auxiliará, por meio dos autores referências no assunto em questão e nas NBR's, no desenvolvimento do trabalho em campo.

Assim sendo, após esta pesquisa, o estudo se encaminhou para a parte de ensaios que se classifica como um método de cunho descritivo, básico e qualitativo. Este estudo se baseou em um levantamento de dados relacionados ao uso de aditivo polifuncional no concreto dosado em central, de modo que retardou o pega e auxiliou na diminuição da quantidade de água, ou seja, implicou diretamente no fator a/c, visando melhorar a trabalhabilidade do concreto e suas propriedades de resistências mecânicas à compressão.

Estes testes foram realizados no polo da faculdade UNIFASIFE, que está situada na Av. Magda Cassia Pissinati, nº 69, no residencial Florença, cidade de Sinop – MT. O intuito foi realizar o slump test do concreto dosado na central, que foi simulado na betoneira do laboratório da faculdade, pois exige testes graduais, que não puderam ser



realizados em empresas de concretagem. Foram um total de 8 (oito) amostras para cada dosagem, as quais subdividem da seguinte maneira para rompimento: 2 (duas) amostras rompidas em 24 horas; 2 (duas) amostras com 7 dias; 2 (duas) amostras após 15 dias e 2 (duas) após 28 dias. Foram verificados um total de 24 amostras.

Este esquema foi de grande valia para analisar, por meio do slump test, qual a perda de abatimento durante 25 minutos com 2 (duas) diferentes dosagens de aditivo polifuncional, e um traço sem utilização de aditivo a fim comparativo, foi realizado um ensaio slump test no início e um no final de cada uma das dosagens, sendo um total de 6 (seis) ensaios de slump test. Foi feito a comparação das diferenças que cada dosagem representou, tanto de ensaio de slump test, quanto de ensaio resistência mecânica à compressão, cujos resultados foram obtidos após o rompimento das amostras em uma prensa hidráulica que foi fornecida dentro do próprio laboratório de engenharia da faculdade.

As análises e explanações dos dados serão realizadas em formato de comparação, pois serão baseados nas Normas Técnicas da ABNT, sendo as principais a NBR 12655: 2022 que cita as normas referentes à dosagem do concreto na central, na NBR 16889: 2020 que descreve como deve ser realizado o método do slump test e nas ABNT NBR 11768:2019 e ABNT NBR 15900:2009 que indicam como utilizar os aditivos (quantidades e qualidade).

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 4.1 Seleção de materiais

Para essa pesquisa todos os materiais necessários para os ensaios foram adquiridos na região da cidade de Sinop-MT. Visto que, foi utilizado o Cimento Portland composto com material carbonático (CP II-F 40), tendo sua classe de resistência de 40MPA. Tendo em vista seu baixo custo, menor calor de hidratação nos primeiros dias devido seu menor teor de clínquer em comparação ao CP V-ARI. As características desse cimento garantiram para essa pesquisa resistências à compressão mais elevadas aos 28 dias.

Já os agregados miúdos utilizados foram areia média e areia fina, onde ambos são naturais extraídos de rios da própria região. Foram utilizados agregados miúdos de boa qualidade, sendo feito as escolhas e separações com minucioso cuidado, onde a quantidade de minerais prejudiciais foram os menores possíveis, sendo passado pelas devidas peneiras para a areia fina e areia media atender respectivamente os módulos de finuras 1,75 e 3,07. Todas essas determinações das composições granulométricas seguiram de acordo com o método descrito na ABNT NBR 17054:2022.

O agregado graúdo utilizado na pesquisa foram as britas 19 mm e britas 9,5 mm, material produzido pela empresa Transterra Terraplanagem na região de Terra Nova do Norte-MT. Foram utilizados dois modelos de brita para que ocorra um melhor empacotamento entre os materiais durante a mistura, cobrindo a maior quantidade possível de vazios.

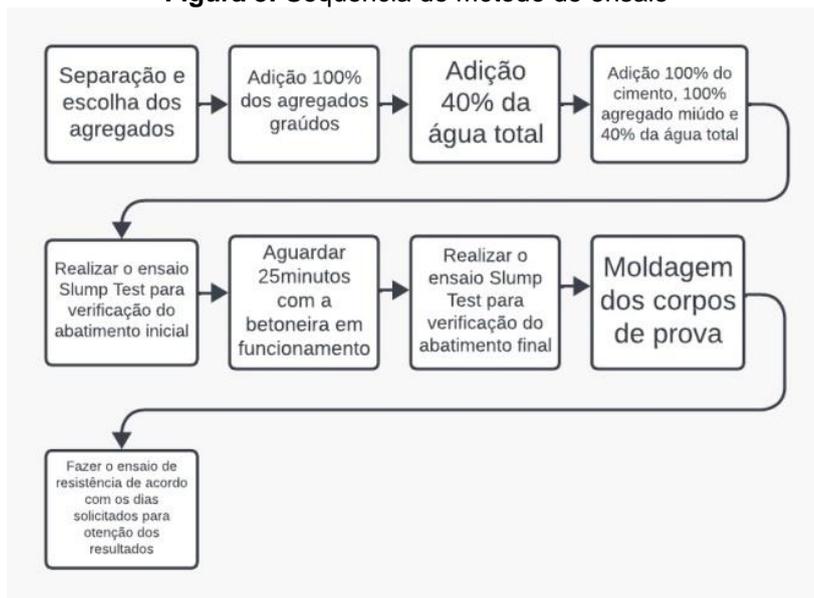
Utilizou-se aditivo polifuncional, onde com o mesmo aditivo obteve mais de uma característica em especial, ele proporcionou melhorias na trabalhabilidade, resistência mecânica à compressão incluindo também retardação de pega e corte de água. Com isso verificou-se as diferentes quantidades de água utilizada em cada traço, comparou-se o tempo de manutenção de trabalhabilidade das diferentes dosagens de aditivos e verificou



as propriedades mecânicas do concreto. A pesquisa levou em consideração os métodos apresentados na ABNT NBR 11768-1:2019 para caracterização dos aditivos.

Para a mistura do material, foi utilizado betoneira de tombar com capacidade de 150litros, onde a qualidade da mistura obtida nela se aproxima das características obtidas no caminhão-betoneira. A sequência dos materiais utilizados na mistura e do procedimento será demonstrada detalhadamente na figura 3.

**Figura 3:** Sequencia do método de ensaio



Fonte: Própria (2023)

#### 4.1.1 Materiais utilizados

Os materiais utilizados no traço de concreto, também chamado de dosagem, representa uma junção de todos os materiais, onde dão diferentes propriedades e resistências. Na concreteira existem diferentes traços para cada caso que o cliente solicita, variando a quantidade de materiais utilizados. Nesse trabalho não foi especificado as propriedades que esses traços vão trazer, visto que cada concreteira visa manter em segredo seus diferenciais. Entretanto, serão coletados resultados próprios.

A tabela 1 detalha as três dosagens utilizadas nesse estudo, entretanto para essa pesquisa não foi preciso bater 1m<sup>3</sup> de concreto, já que para moldagem dos oito corpos de prova e para fazer dois ensaios slump test, foi necessário apenas o cálculo de 25 litros de concreto para cada traço.

**Tabela 1:** Materiais calculados para 1m<sup>3</sup> de concreto

	Traço 1	Traço 2 (0,8%)	Traço 3 (0,5%)
Fator a/c	0,65	0,65	0,6
Cimento CP II F-40	272Kg	272Kg	272Kg
Agregado Miúdo (areia)	863Kg	863Kg	863Kg
Agregado graúdo (Brita 0)	210Kg	210Kg	210Kg
Agregado graúdo (Brita 1)	839Kg	839Kg	839Kg
Água	176Kg	176Kg	164Kg
Aditivo Polifuncional		2,176Kg	1,36Kg

Fonte: Própria (2023)



A tabela 2 representa a quantidade exata de materiais utilizado em cada traço, após calculado para 25 litros de concreto.

**Tabela 2:** Materiais calculados para 25 litros de concreto

	Traço 1	Traço 2 (0,8%)	Traço 3 (0,5%)
Fator a/c	0,65	0,65	0,6
Cimento CP II F-40	6,8Kg	6,8Kg	6,8Kg
Agregado Miúdo (areia)	21,57Kg	21,57Kg	21,57Kg
Agregado graúdo (Brita 0)	5,25Kg	5,25Kg	5,25Kg
Agregado graúdo (Brita 1)	21Kg	21Kg	21Kg
Água	4,4Kg	4,4Kg	4,1Kg
Aditivo Polifuncional		0,0544Kg	0,034Kg

Fonte: Própria (2023)

#### 4.2 Resultados Finais

Na figura 4 apresenta o resultado de um dos slump test feitos, essa da figura refere-se ao abatimento inicial da dosagem 3 (três), onde atingiu um abatimento de 5 cm inicialmente e 3cm após os 25 minutos de rotação.

**Figura 4:** Ensaio Slump Test



Fonte: Própria (2023)

A tabela 3 representa os resultados obtidos na pesquisa. Entre o principal resultado que se destaca, é a grande perda de abatimento da dosagem 1 (um) em relação

com as outras duas, observa-se que houve uma perda no abatimento de 6 cm, logo, para poder utilizar esse concreto após a chegada na obra, teria que ser feito uma dosagem de água a mais para poder obter uma trabalhabilidade desejável, isso resultaria em um maior fator a/c, e como já citado anteriormente, um fator a/c alto resulta em diminuição da resistência mecânica à compressão do concreto, podendo até mesmo trazer outros malefícios como exsudação e segregação caso não tenha um cuidado nessa dosagem de água a mais.

**Tabela 3:** resultados obtidos na pesquisa

	Traço 01	Traço 02	Traço 03
Abatimento inicial	9cm	14cm	5cm
Abatimento final 25min	3cm	13cm	2cm
Perca total de abatimento	6cm	1cm	3cm
Rompimento 24horas (Mpa)	4,09	1,85	7,62
Rompimento 7 dias (Mpa)	16,43	18,14	24,94
Rompimento 15 dias (Mpa)	18,9	17,14	24,96
Rompimento 28 dias (Mpa)	18,39	20,08	25,64

Fonte: Própria (2023)

Observou-se também que, a melhor dosagem contra perda de abatimento foi a dosagem 2 (dois), perdendo apenas 1cm de abatimento durante os mesmos 25 minutos. Entretanto não foi ela que representou a melhor resistência mecânica à compressão após os rompimentos, visto que, a dosagem que teve um melhor desempenho nesse caso foi a dosagem 3 (três). Isso mostrou claramente a importância do fator a/c baixo em um traçado, pois, como pode-se verificar nas tabelas 2 e 3, obteve um fator a/c de 0,60 no traço 3, contra 0,65 nos traços 1 e 2.

Vale ressaltar que o concreto utilizado nos ensaios de slump test, não foi reutilizado afim de não obter mudanças no valor final de resistência das amostras.

Os resultados apresentados são as amostras que deram o maior valor entre cada uma delas, ou seja, foram 2 amostras para cada período de tempo, dessas 2 amostras apenas a de maior valor foi representado na tabela 3, visto que a outra pode ter ocorrido problemas na moldagem que acarretou em um resultado menor. Por isso foram feitas 2 amostras para cada etapa de ensaio de resistência mecânica à compressão.

A figura 5 se trata de um dos ensaios de resistência mecânica à compressão de um dos corpos de prova. Essa imagem representa o ensaio feito em uma das amostras da dosagem 3 (três), onde obtemos uma resistência de 20,55TF após 28 dias após a moldagem. Vale ressaltar que a unidade de medida da prensa hidráulica está em Tonelada-Força, após cálculos chegou-se no resultado de 25,64 Mpa conforme mostra na tabela 3.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

É de fato a importância de um acompanhamento profissional durante a dosagem do traço desde a escolha dos materiais até a utilização para alcançar todas as

propriedades desejadas sem alterar a resistência final do concreto, mantendo também uma boa trabalhabilidade.

Citações antigas e atuais contidas na revisão de literatura falam da importância desse acompanhamento de dosagem, tanto nos materiais e também em uma execução correta para aproveitar ao máximo as características oferecidas pelo concreto. Uma das características cruciais para o concreto é o fator a/c como já falado durante todo o trabalho, é o que mais pode afetar tanto positivamente quanto negativamente o concreto, de fato é o que o profissional responsável deve tomar mais cuidado e ter um alto conhecimento sobre o assunto.

Nesse estudo foram apresentadas as conclusões que, o fator a/c pode realmente influenciar na resistência final do concreto, e que o aditivo foi de suma importância nesse trabalho, trazendo duas principais características, sendo que, aumentou o tempo de abatimento e influenciou positivamente na a resistência final mesmo utilizando uma menor quantidade de água.

Verificou-se que a utilização do aditivo pode ser indispensável para um concreto dosado em central, principalmente para concretagens longe da concreteira, em regiões de temperaturas elevadas.

## REFERÊNCIAS

ACI Committee 212. (2010). ACI 212.3R-10 Report on Chemical Admixtures for Concrete. American Concrete Institute.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. Execução de concreto dosado em central. **NBR 7212**, ABNT, Rio de Janeiro, 2012.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR 11768**: Aditivos químicos para concreto de cimento Portland - Parte 1 Requisitos. Rio Janeiro, 2011.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR 11768**: Controle tecnológico de materiais componentes do concreto. Rio Janeiro, 1992.

CORRÊA, C. B. C. Estudo do desempenho dos aditivos plastificantes e polifuncionais em concretos de cimento portland tipo CPIII-40. In: **Anais do 52 Congresso Brasileiro do Concreto**, Fortaleza, Ceará, Brasil. 2010.

GELARDI, G. et al. Chemistry of chemical admixtures. In: AITCIN, P.-C.; FLATT, R. J. (Eds.). **Science and Technology of Concrete Admixtures**. 1st. ed. London: Woodhead Publishing, 2016. p. 149–218.

HAGEMANN, S. E. **Apostila de Materiais de Construção Básicos**. [S.l.]: Universidade Aberta do Brasil, 2011. 145 p. v. 2.

HARTMANN, C. et al. **Aditivos químicos para concretos e cimentos**. In: CONCRETO: CIÊNCIA E TECNOLOGIA. Ed. G. C. ISAIA. –São Paulo: IBRACON. 2002. vol 1.

HELENE, P. R. L.; TERZIAN, P. **Manual de dosagem e controle do concreto**. Ed. Pini. Brasília, 1993. 349 p.

JOLICOEUR, C. et al. Chemical admixtures: essential components of quality concrete. In: New Spiratos Symposium on Superplasticizers. Proceedings of a Symposium Honouring... Bucharest, Romania: CANMET/ACI, june 2003. p. 37-68. KIM, B.-G. et al. The adsorption behaviour of PNS superplasticizer and its relation to fluidity of cement paste. **Cement and Concrete Research**, v. 30, n. 6, p. 887-893, june 2000.

JUNIOR, Valdir Voltani et al. **Manual de utilização de aditivos químicos para concreto** [livro eletrônico]: aditivos para concreto. – 2ª ed. -- São Paulo: Instituto Brasileiro de Impermeabilização, 2021.

MARTINS, Danilo Gomes. **Influência do tamanho do corpo de prova nos resultados de ensaios de módulo de deformação e resistência à compressão e suas correlações para concretos produzidos em Goiânia-GO**. Goiânia: UFG, 2008.

MARTINS, V. C. **Otimização dos processos de dosagem e proporcionamento do concreto dosado em central com a utilização de aditivos: Estudo de caso**. 2005. 198 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina - Ufsc, Florianópolis, 2005. Cap. 1. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/101966.pdf>. Acesso em: 11 set. 2022.

MEHTA, P. K., & MONTEIRO, P. J. (2006). Concrete: Microstructure, Properties, and Materials. McGraw-Hill. Mehta, P. K., & Monteiro, P. J. (2014). **Concrete: microstructure, properties, and materials**. McGraw-Hill Education.

MEHTA, P. K.; MONTEIRO, J. M. P. **Concreto: microestrutura, propriedades e materiais**. 2 ed. São Paulo: IBRACON, 2014.

MINDESS, S., YOUNG, J. F., & DARWIN, D. Concrete. Pearson Education. 2003.

Mindess, S., Young, J. F., & Darwin, D. (2003). Concrete. Prentice Hall. Neville, A. M. (2011). Properties of concrete. Pearson Education.

NEVILLE, A. M.; BROOKS J. J. **Tecnologia do concreto**. 2. Ed. Porto Alegre. Bookman, 2013.

NEVILLE, A.M. **Propriedades do concreto**. 5.ed. Porto Alegre: Bookman, 2016.

PETRUCCI, E. G. R. **Concreto de cimento Portland**. 13. Ed. São Paulo. Globo, 1998.

POPOVICS, S. **Fundamentals of Portland Cement Concrete - a Quantitative Approach: Fresh concrete**, John Wiley & Sons, 1982. Ramachandran, V. S., Beaudoin, J. J., & Shattuck, D. (2003). Handbook of Analytical Techniques in Concrete Science and Technology. William Andrew Publishing.



RECENA, F. A. P. **Método de dosagem de concreto pelo volume de pasta com emprego de cinza volante.** 2011. Tese (Doutorado em Engenharia) – Escola de Engenharia, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, UFRGS, Porto Alegre. Disponível em: <https://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/36331>. Acesso em: 31 out. 2022.

SCHEEREN, C. et al. **Influência de aditivos superplastificantes a base de policarboxilato na resistência a compressão e propriedades no estado fresco de um cimento Portland tipo I.** Revista de Engenharia Civil IMED, Passo Fundo, v. 4, n. 2, p. 129-141, 2017. Disponível em: <https://seer.atitus.edu.br/index.php/revistaec/article/view/2293/1394>. Acesso em: 27 out. 2022.

SOBRAL, Hernani Sávio. **Dosagem Experimental dos Concretos.** 3ª Ed. São Paulo: IBRACON – Instituto Brasileiro do Concreto, 1980.

TARTUCE, Ronaldo; GIOVANNETTI, Edio. **Principios Basicos Sobre Concreto de Cimento Portland.** São Paulo: IBRACON, 1990. 107 p.