



FUNDAÇÃO EDUCACIONAL DE FERNANDÓPOLIS
FACULDADES INTEGRADAS DE FERNANDÓPOLIS
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

TRAÇOS DE CONCRETO PARA PRODUÇÃO NA OBRA

FERNANDÓPOLIS - SP

2022

**DAELTON JESUS NUNES DE OLIVEIRA
EVERTON NUNES FERNANDES**

TRAÇOS DE CONCRETO PARA PRODUÇÃO NA OBRA

Trabalho de conclusão de curso apresentado como requisito parcial para obtenção do título de bacharel em Engenharia Civil das Faculdades Integradas de Fernandópolis - FIFE.

Orientador: Prof. Me. Edson Fábio Paviani.

**FACULDADES INTEGRADAS DE FERNANDÓPOLIS
FERNANDÓPOLIS - SP**

2022

TRAÇOS DE CONCRETO PARA PRODUÇÃO NA OBRA

Daelton Jesus Nunes de Oliveira¹

Everton Nunes Fernandes²

Edson Fábio Paviani³

Oliveira, D. J. N; Fernandes, E. N. Traços de concreto para obras. Fernandópolis, 2022.

RESUMO: De acordo com o estudo in loco, os traços de concreto produzidos em pequenas obras, oriundos de situações empíricas, não possuem embasamento técnico, ou seja, o mesmo não tem conhecimento sequer das normas, são baseados em métodos tradicionais e conhecimentos prévios de pedreiros ou mestre de obra como métodos de produção incorretos. O presente trabalho teve como objetivo demonstrar que o concreto é um dos materiais que são mais utilizados na construção civil, tendo como mistura uniforme de cimento, agregado graúdo (brita), agregado miúdo (areia), água e se caso necessário algum aditivo. Objetivo principal deste trabalho é definir cálculos que entregam com maior facilidade e precisão as medidas necessárias dos materiais para confeccionar o traço de concreto, conforme a resistência exigida para cada obra. Por fim, com os cálculos realizados pelo método ABCP e elaborado uma planilha no Excel, foi possível moldar os corpos de prova no canteiro de obra e realizar os ensaios a compressão axial com resultados efetivos. Frente aos resultados obtidos concluiu-se a eficácia da planilha no Excel conforme estudo para resistência à compressão de 20 MPa, 25 MPa e 30 Mpa, alcançou a resistência média de 21,822 MPa, 26,643MPa e 31,059 MPa.

Palavras-chave; Construção civil – concreto - dosagem experimental - traço de concreto - resistência.

CONCRETE TRACES FOR WORKS

ABSTRACT: According to the in loco study, the concrete traces produced in small works, arising from empirical situations, do not have a technical basis, that is, they are not even aware of the norms, they are based on traditional methods and previous knowledge of bricklayers or bricklayers. foreman as incorrect production methods. The present work aimed to demonstrate that concrete is one of the materials that are most used in civil construction, having as a uniform mixture of cement, coarse aggregate (gravel), fine aggregate (sand), water and, if necessary, some additive. The main objective of this work is to define calculations that deliver, with greater ease and precision, the necessary measurements of the materials to manufacture the concrete mix, according to the resistance required for each work. Finally, with the calculations performed using the ABCP method and a spreadsheet prepared in Excel, it was possible to mold the specimens at the construction site and carry out the axial compression tests with effective results. In view of the results obtained, the effectiveness of the spreadsheet in Excel was concluded according to the study for compressive strength of 20 MPa, 25 MPa and 30 Mpa, reaching an average strength of 21.822 MPa, 26.643 MPa and 31.059 MPa.

Keywords; Civil construction - concrete - experimental dosage - concrete mix - strength.

¹ Estudante de graduação em Engenharia Civil das Faculdades Integradas de Fernandópolis - FIFE

² Mestre em Ciências Ambientais. Professor das Faculdades Integradas de Fernandópolis – FIFE

*Endereço para correspondência: Rua Teotônio Vilela, 1.685 – Campus Universitário, Fernandópolis – SP, 15.608-380 Tel.: (17)3465 0000 E-mail: edsonpaviani@hotmail.com

1. INTRODUÇÃO

O concreto é um dos materiais de construção mais utilizados no mercado e no mundo. Pode-se observar o uso do concreto em rodovias, aeroportos, pontes, obras de saneamento, casas, contudo outras obras, percebendo-se que ele está em quase todos os lugares (IBRACON, 2009).

Sendo o concreto um material amplamente utilizado na construção civil, ele deve ser controlado em processo para que possa ser utilizado de acordo com as normas e especificações técnicas para atender aos requisitos de engenharia.

Os motivos para o uso geral do concreto são: os elementos que podem ser construídos facilmente de vários modelos e dimensões; são mais econômicos e acessíveis no canteiro de obra (METHA; MONTEIRO, 1994).

Conforme o sistema construtivo executado nas edificações de pequeno porte, são aplicados concreto usinado (central dosadora) em algumas situações como estacas escavadas, vigas, lajes, contrapiso, onde há um grande consumo. Ao realizar a verificação “in loco” na obra, foi identificado a necessidade de desenvolver algum material para ser utilizado como referência na confecção de concreto dosado no local, para aplicação na concretagem de pilares e vigas conforme andamento da edificação e seguindo um controle de qualidade e especificação conforme norma.

Os traços de concreto confeccionado nas obras de edificações de pequeno porte, são provenientes de situações empíricas, não possuindo base técnica e sequer tem interesse em seguir às determinações de normas, conforme a NBR12655/2022 - Concreto de cimento Portland - Preparo, controle, recebimento e aceitação – Procedimento.

Esta pesquisa teve como objetivo estabelecer uma planilha no Excel onde os cálculos são realizados de forma automática, onde o profissional deverá escolher qual resistência à compressão necessária entre 20 MPa, 25 MPa e 30 MPa e será mencionado a quantidade necessária de areia, brita, água e cimento na confecção do traço de concreto. Para a dosagem desses traços será utilizado uma lata de 18 litros que geralmente encontra-se facilmente no canteiro de obra.

2. MATERIAIS E MÉTODOS DE DOSAGEM DE CONCRETO

A dosagem pode ser definida como uma combinação adequada e econômica da composição do concreto, disponível para primeira mistura experimental projetado para produzir

um concreto que pode chegar perto de alcançar bons resultados e equilibre as várias propriedades desejadas com o menor custo possível.

[...] o processo através do qual são escolhidos os materiais, dentre os disponíveis, e determinado o melhor proporcionamento entre cimento, agregados, aditivos e adições, com o objetivo de obter-se um material que atenda a determinados requisitos físicos, químicos e mecânicos, ao menor custo possível. Dosar concreto, sob alguns aspectos, pode ser entendido como a administração de aspectos conflitantes já que a maior economia nem sempre está associada à melhor trabalhabilidade, à maior durabilidade ou até mesmo à maior resistência mecânica [...] (RECENA, 2002, p. 16).

As quantidades de traços podem ser quantificadas por volume ou peso, geralmente usando instruções de mistura: cimento por peso e agregado por volume. De qualquer forma, o cimento deverá ser utilizado como unidade de medida, outras quantidades estão relacionadas à quantidade cimento como referência (PETRUCCI, 1968).

Em princípio, os requisitos básicos que normalmente são atendidos são: resistência mecânica, mais especificamente resistência à compressão; trabalhabilidade, adequada a cada situação específica; durabilidade, diante das exigências que o concreto enfrenta durante sua vida útil; e deformabilidade necessária para especificar a estrutura (TUTIKIAN E HELENE, 2011).

Encontra-se dois tipos de dosagem de concreto, empíricas e racionais. Na empírica a produção de concreto é arbitrária, baseada em métodos tradicionais e o conhecimento prévio do pedreiro ou mestre de obra, como forma incorreto de produzir. Já a dosagem racional ou experimentais, os materiais constituintes e os produtos resultantes são previamente ensaiados em laboratório, tendo como referência o seguinte método de dosagem ABCP (Associação Brasileira de Cimento Portland).

Apesar do método ABCP seja empírico, ele é respaldado conforme mencionado na NBR 14931/2004: Execução de Estruturas de Concreto, NBR 5739/2018: Concreto - Ensaios de Compressão de Corpos de Prova Cilíndricos e NBR 6118/2014: Projeto de Estrutura de Concreto - Procedimento. A classe de agressividade ambiental, é um parâmetro importante para a seleção do tipo de cimento e preparação do concreto. As classes de agressividade ambiental estão listadas na Tabela abaixo de acordo com a NBR 6118/2014.

Tabela 1 – Classe 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 ^{a,b}	Pequena
III	Forte	Marinha ^a	Grande
		Industrial ^{a,b}	
IV	Muito Forte	Industrial ^{a,c}	Elevado
		Respingo de maré	

Fonte: NBR 6118/2014, página 17.

a : Pode-se admitir um microclima com classe de agressividade mais branda (um nível acima) para ambientes internos secos. 19

b : 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 protegidas da chuva em ambientes predominantemente secos, ou regiões onde chove raramente.

c : Ambientes quimicamente agressivos, tanques industriais, galvanoplastia, branqueamento em indústrias de celulose e papel, armazéns de fertilizantes e indústrias químicas (NBR 6118/2014, página 17).

A relação máxima referente ao fator água cimento e o consumo mínimo de cimento de acordo com o tipo de classe de agressividade ambiental é indicado na tabela a seguir:

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	≤ 0,65	≤ 0,60	≤ 0,55	≤ 0,45
	CP	≤ 0,60	≤ 0,55	≤ 0,50	≤ 0,40
Classe de concreto	CA	≥ C20	≥ C25	≥ C 30	≥ C40
	CP	≥ C25	≥ C30	≥ C35	≥ C40
Consumo de cimento por metro cúbico de concreto (Kg/m^3)	CA e CP	≥ 260	≥ 280	≥ 320	≥ 360

Fonte: NBR 12655/2015, página 12.

3. MÉTODO DE DOSAGEM ABCP

O método ABCP criado na Associação Brasileira de Cimento Portland, pelo engenheiro Públio Firme Rodrigues, divulgado em 1984 atribuído como “Parâmetros de Dosagem de Concreto”, Trata-se de um ajuste do método desenvolvido na American Concrete Institute (ACI). Foi desenvolvido para as condições de utilização dos nossos materiais como agregados graúdos e miúdos (BORGES; CARREIRO, 2017).

[...] A ABCP - Associação Brasileira de Cimento Portland, no intuito de desenvolver um método de dosagem de concreto simples e eficiente, vem trabalhando, já há algum tempo, com dosagens experimentais. Desta pesquisa, em que foram confeccionados aproximadamente 150 traços de concreto, chegou-se à conclusão de que o método de dosagem racional proposto pelo American Concrete Institute 25 atendia perfeitamente aos requisitos de simplicidade e eficiência, havendo, entretanto, necessidade de se fazer alguns ajustes para as condições brasileiras. [...] (RODRIGUES, 1984).

Para determinar o traço do concreto, será seguido uma sequência de cálculo sugerida por CAPELLETTE, et all (2019)...

Conforme resistência de dosagem do concreto considerando a inconstância e restrições de preparação de concreto, essa inconstância é determinada pelo desvio padrão (sd). Adotamos o desvio padrão de 7,0 onde a produção do concreto em volume e não houve o controle da umidade dos agregados.

$$F_{cmj} = f_{ckj} + 1,65 \times sd$$

$$\text{Para } f_{ck} \text{ 20Mpa} \rightarrow F_{c_{28}} = 20 + 1,65 \times 7,0 = 31,55 \text{ MPa}$$

$$\text{Para } f_{ck} \text{ 25Mpa} \rightarrow F_{c_{28}} = 25 + 1,65 \times 7,0 = 36,55 \text{ MPa}$$

$$\text{Para } f_{ck} \text{ 30Mpa} \rightarrow F_{c_{28}} = 30 + 1,65 \times 7,0 = 41,55 \text{ MPa}$$

Tabela 3 – Desvio padrão a ser adotado em função da condição.

Condição de preparo	Desvio Padrão (MPa)
A	4,0
B	5,5
C	7,0

Fonte: NBR 12655/2015, página 17.

Condição de preparo está sujeito a classe do concreto e a condição de preparo na obra.

Condição A $Sd = 4,0 \text{ Mpa} \rightarrow$ O cimento e os agregados são medidos em massa, a água de amassamento é medida em massa ou volume com dispositivo dosador e corrigida em função da umidade dos agregados (concreto normalmente preparado pelas empresas de serviços de concretagens).

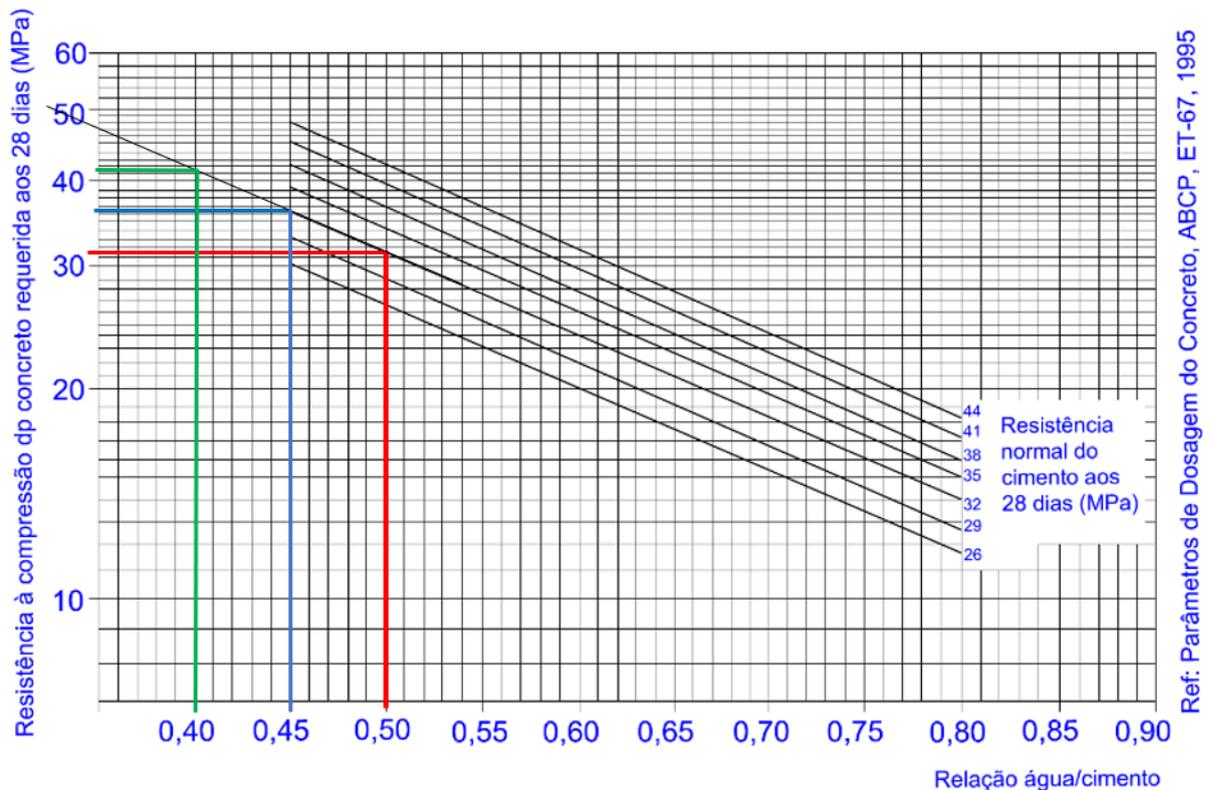
Condição B $Sd = 5,5 \text{ Mpa} \rightarrow$ O cimento é medido em massa, a água de amassamento é medida em volume mediante dispositivo dosador e os agregados em volume. A umidade do agregado miúdo é determinada pelo menos três vezes ao dia. O volume do agregado miúdo é corrigido através da curva de inchamento estabelecida especificamente para o material utilizado.

Condição C $Sd = 7,0 \text{ Mpa} \rightarrow$ O cimento é medido em volume, os agregados são medidos em volume, a água de amassamento é medida em volume e a sua quantidade é corrigida

em função da estimativa da umidade dos agregados e da determinação da consistência do concreto.

Após determinar o desvio padrão e estimado a resistência média do concreto referente a compressão, precisa assegurar a relação água/cimento por meio da curva ABRAMS, onde resistência média do concreto de 31,55Mpa o $a/c = 0,50$, 36,55 Mpa o $a/c = 0,45$ e 41,55Mpa o $a/c = 0,40$.

Figura 1 – Gráfico para a determinação da relação água/cimento (A/C) em função das resistências do concreto e do cimento requerida aos 28 dias (F_{c28}) (MPa).



Fonte: Bucher apud Boggio (2000, p.53)

Considerando a dificuldade em expressar o consumo de água na mistura por meio de uma lei matemática, é estimado inicialmente o consumo de água por metro cúbico de concreto, os valores constantes na tabela abaixo, sendo o abatimento 90 ± 10 mm e diâmetro máximo brita 19mm.

Tabela 4 – Consumo de água aproximado (l/m^3).

Abatimento (mm)	Diâmetro máximo do agregado graúdo				
	9,5	19	25	32	38
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: Rodrigues apud Bogio (2000), página 51.

Realizada a estimativa do consumo de água (C_a). por metro cúbico de concreto e

adotada a relação água/cimento (a/c), a estimativa do consumo de cimento (C_c).

$$C_c = \frac{C_a}{a/c}$$

$$\begin{aligned} 31,55 \text{ Mpa} &\rightarrow 205/0,50 = 410 \text{ kg/m}^3 \\ \text{Resistência média do concreto} \quad 36,55 \text{ Mpa} &\rightarrow 205/0,45 = 456 \text{ kg/m}^3 \\ 41,55 \text{ Mpa} &\rightarrow 205/0,40 = 513 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

O volume compactado permite a obtenção de misturas com uma determinada consistência aliada ao menor volume de vazios inter-grãos possíveis. Assim, determina-se um teor ótimo do agregado graúdo na mistura por meio de proporcionamento adequado de relação agregado graúdo/agregado miúdo, partindo-se do princípio de colocar na mistura o máximo volume de agregado compactado seco por metro cúbico de concreto, onde o modo de finura da areia é 2,6 conforme informação do porto de areia da cidade de Mira Estrela/SP.

Tabela 5 – Determinação do consumo de agregado graúdo (C_b).

Módulo de finura da areia	Dimensão máxima característica do agregado graúdo (Φ_{\max})				
	9,5 mm	19 mm	25 mm	32 mm	38 mm
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: Rodrigues apud Bogio (2000), página 55.

A estimativa do Consumo do agregado graúdo por metro cúbico de concreto obtido pela equação 3.

$$C_b = V_b \times M_b$$

$$C_b = 0,690 \times 1500$$

$$C_b = 1035 \text{ kg/m}^3$$

Estimativa do consumo do agregado miúdo.

$$V_a = 1 - \left(\frac{C_c}{Y_c} + \frac{C_b}{Y_b} + \frac{C_a}{Y_a} \right)$$

$$31,55 \text{ Mpa} \rightarrow V_a = 1 - \left(\frac{410}{3100} + \frac{1035}{2700} + \frac{205}{1000} \right) \rightarrow V_a = 0,279 \text{ m}^3$$

$$36,55 \text{ Mpa} \rightarrow V_a = 1 - \left(\frac{456}{3100} + \frac{1035}{2700} + \frac{205}{1000} \right) \rightarrow V_a = 0,265 \text{ m}^3$$

$$41,55 \text{ Mpa} \rightarrow V_a = 1 - \left(\frac{513}{3100} + \frac{1035}{2700} + \frac{205}{1000} \right) \rightarrow V_a = 0,246 \text{ m}^3$$

Consumo de areia por metro cúbico de concreto.

$$C_a = V_a \times \gamma_a$$

$$31,55 \text{ Mpa} \rightarrow C_a = 0,279 \times 2650 \rightarrow C_a = 739,35 \text{ kg/m}^3$$

$$36,55 \text{ Mpa} \rightarrow C_a = 0,265 \times 2650 \rightarrow C_a = 702,25 \text{ kg/m}^3$$

$$41,55 \text{ Mpa} \rightarrow C_a = 0,246 \times 2650 \rightarrow C_a = 651,90 \text{ kg/m}^3$$

Apresentação do traço, com relação ao unitário do cimento, é apresentada pela equação abaixo.

$$\frac{C_c}{C_c} : \frac{C_a}{C_c} : \frac{C_b}{C_c} : a/c$$

$$31,55 \text{ Mpa} \rightarrow \frac{410}{410} : \frac{739,35}{410} : \frac{1035}{410} : \frac{205}{410} \rightarrow \frac{\text{Cimento}}{1} : \frac{\text{areia}}{1,80} : \frac{\text{brita}}{2,52} : \frac{a/c}{0,50}$$

$$36,55 \text{ Mpa} \rightarrow \frac{456}{456} : \frac{702,25}{456} : \frac{1035}{456} : \frac{205}{456} \rightarrow \frac{\text{Cimento}}{1} : \frac{\text{areia}}{1,54} : \frac{\text{brita}}{2,27} : \frac{a/c}{0,45}$$

$$41,55 \text{ Mpa} \rightarrow \frac{513}{513} : \frac{651,19}{513} : \frac{1035}{513} : \frac{205}{513} \rightarrow \frac{\text{Cimento}}{1} : \frac{\text{areia}}{1,27} : \frac{\text{brita}}{2,02} : \frac{a/c}{0,40}$$

Tabela 6 – Conversão dos materiais de Kg para volume.

FCK 20 MPa					
Materiais	1m ³	Unitário	1 saco	Volume	Lata 18 Litros
		(kg)	(kg)	(l)	23 x 23 x34 (cm)
Cimento	410	1	50	50	2,06
Areia	739,35	1,80	86	58	3,22
Brita	1035	2,52	126	88	4,89
Água	205	0,50	25	25	1,39
FCK 25 MPa					
Materiais	1m ³	Unitário	1 saco	Volume	Lata 18 Litros
		(kg)	(kg)	(l)	23 x 23 x34 (cm)
Cimento	456	1	50	50	2,06
Areia	702,25	1,54	73	49	2,72
Brita	1035	2,27	113	79	4,39
Água	205	0,45	22	22	1,22
FCK 30 MPa					
Materiais	1m ³	Unitário	1 saco	Volume	Lata 18 Litros
		(kg)	(kg)	(l)	23 x 23 x34 (cm)
Cimento	513	1	50	50	2,06
Areia	651,19	1,27	60	41	2,28
Brita	1035	2,02	101	71	3,95
Água	205	0,40	20	20	1,11

Fonte: Os Autores 2022.

4. MOLDAGEM DOS CORPOS DE PROVA

Foram ensaiados 18 corpos de prova cilíndricos divididos em três grupos conforme suas resistências 20 MPa, 25 MPa e 30 MPa conforme estabelece a NBR 5738/2015: - Concreto – Procedimento para moldagem e cura de corpos de prova, realizando diferentes traços de concreto para cada tipo de resistência pré-definida.

O método de adensamento foi manual e realizado em 12 golpes por camada, sendo separado em 2 camadas de igual quantidade. Foi adicionado o concreto no molde até 50% do volume e com uma haste metálica distribuídos os golpes uniformemente, evitando-se golpear a base do molde. Na segunda camada foi preenchido com quantidade em excesso de concreto, e os golpes aplicados de modo que penetrassem, aproximadamente, 20mm da camada anterior. Ao final, realizou-se o arrasamento, eliminando o material em excesso

Os corpos de prova foram moldados no local onde seriam armazenados para evitar transportes que causassem trepidações ao concreto, e ao final da moldagem os corpos de prova foram identificados conforme a resistência pré estabelecida. Após o endurecimento, os corpos de prova foram transportados ainda nas formas para o local onde ficou até os 28 dias. A desforma foi feita 24h após a moldagem e deixando secar sem contato com o sol.

Esse procedimento adotado no trabalho não é recomendado conforme a NBR 5738/2015: - Concreto – Procedimento para moldagem e cura de corpos de prova, onde menciona que os corpos de prova com intuito de não ocorrer a perda de água, estes são armazenados em qualquer tipo de local protegido de intempéries, também coberto com algo para evitar reações químicas, e não absorve água por pelo menos 24 horas e moldes cilíndricos. Ao final do período inicial de cura, cada corpo de prova foi desmoldado e em seguida, é imerso em um tanque de cura em solução aquosa saturada de hidróxido de cálcio a 21 °C a 25 °C, ou as mesmas condições acima com temperatura e umidade do ar acima de 95%. Eles permanecem nesses locais até que o ensaio seja executado.

Porém o objetivo do nosso trabalho é chegar mais próximo das condições reais que acontecem numa obra.

5. PREPARAÇÃO DO CONCRETO E MOLDAGEM DOS CORPOS DE PROVA

No dia 28 de agosto de 2022 foram confeccionado os corpos de provas na obra conforme o traço de concreto calculado, e os materiais como os agregados graúdo, miúdo, cimento e a água medidos em lata de 18 litros.

Figura 02 – Medir areia em lata 18 litros



Fonte: Os autores (2022)

Figura 03 – Medir brita em lata 18 litros



Fonte: Os autores (2022)

Figura 04 – Confeção do traço de concreto



Fonte: Os autores (2022)

Figura 05 – Betoneira com concreto



Fonte: Os autores (2022)

Figura 06 – Confeção corpo de prova



Fonte: Os autores (2022)

Figura 07 – Corpo de prova



Fonte: Os autores (2022)

6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O ensaio de resistência à compressão foi realizado no laboratório da empresa Noromix Concreto S/A em Votuporanga-SP, seguindo a NBR 5739/2018: Concreto – Ensaio de compressão de corpos de prova cilíndricos. Antes de iniciar o ensaio destrutivo dos corpos de prova foram faceados com o equipamento denominado retifica faceadora e realizado aferição da altura.

Em seguida o processo foi utilizado a prensa hidráulica para imprimir força e comprimir a amostra aplicando cargas axiais no centro do corpo de prova, e os resultados apresentados é a carga efetiva imprimida no corpo, que serão utilizadas para os cálculos das resistências em MPa da amostra na equação a seguir:

$$f_c = \frac{4 \times F}{\pi \times D^2}$$

No dia 26 de setembro de 2022 foram realizados os ensaios de resistência à compressão dos corpos de prova, com os resultados expresso nas tabelas abaixo com os valores obtidos são satisfatórios.

Tabela 7 – Resultados dos ensaios de resistência à compressão dos corpos de prova.

Traço referente em MPa	CP(i)	h (cm)	Tensão aplicada	(σ)	Resistência à compressão		
20	1	19,6	17,985	Ton.	22,456	MPa	Média 20 MPa 21,817 MPa
	2	19,7	17,569	Ton.	21,937	MPa	
	3	19,7	16,996	Ton.	21,222	MPa	
	4	19,6	16,998	Ton.	21,224	MPa	
	5	19,7	17,523	Ton.	21,880	MPa	
	6	19,6	17,764	Ton.	22,181	MPa	
25	1	19,7	21,83	Ton.	27,257	MPa	Média 25 MPa 26,232 MPa
	2	19,7	21,000	Ton.	26,221	MPa	
	3	19,6	21,226	Ton.	26,503	MPa	
	4	19,7	20,523	Ton.	25,625	MPa	
	5	19,7	20,622	Ton.	25,749	MPa	
	6	19,6	20,851	Ton.	26,035	MPa	
30	1	19,6	24,660	Ton.	30,791	MPa	Média 30 MPa 31,021 MPa
	2	19,7	24,422	Ton.	30,494	MPa	
	3	19,6	24,912	Ton.	31,106	MPa	
	4	19,6	25,424	Ton.	31,745	MPa	
	5	19,7	24,199	Ton.	30,215	MPa	
	6	19,7	25,447	Ton.	31,774	MPa	

Fonte: Os autores (2022)

Tabela 8 – Resultados dos ensaios de resistência à compressão média axial dos corpos de prova aos 28 dias sem cura.

Traço referente em MPa	Resistência à compressão média
20	21,817 MPa
25	26,232 MPa
30	31,021 MPa

Fonte: Os autores (2022)

Figura 08 – Retífica faceadora de corpo de prova



Fonte: Os autores (2022)

Figura 09 – Prensa hidráulica da Noromix



Fonte: Os autores (2022)

Figura 10 – Corpos de provas rompidos



Fonte: Os autores (2022)

Tabela 9 – Apresentação da planilha no Excel dos traços de concreto com as resistências de 20 Mpa, 25 Mpa e 30 Mpa.

<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">ESCOLHA RESISTÊNCIA (Mpa) DESEJÁVEL</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>RESISTÊNCIA ADOTADA (MPa)</td> <td>20</td> </tr> </tbody> </table> 					ESCOLHA RESISTÊNCIA (Mpa) DESEJÁVEL		RESISTÊNCIA ADOTADA (MPa)	20											
ESCOLHA RESISTÊNCIA (Mpa) DESEJÁVEL																			
RESISTÊNCIA ADOTADA (MPa)	20																		
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="5">TRAÇO POR QUANTIDADE DE RECIPIENTE COM DETERMINADO VOLUME</th> </tr> <tr> <th>RECIPIENTE (LATA)</th> <th>SACO DE CIMENTO (UN)</th> <th>AREIA (QTD LATA)</th> <th>PEDRA (QTD LATA)</th> <th>ÁGUA (QTD LATA)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>18</td> <td>1</td> <td>3,2</td> <td>4,9</td> <td>1,4</td> </tr> </tbody> </table>					TRAÇO POR QUANTIDADE DE RECIPIENTE COM DETERMINADO VOLUME					RECIPIENTE (LATA)	SACO DE CIMENTO (UN)	AREIA (QTD LATA)	PEDRA (QTD LATA)	ÁGUA (QTD LATA)	18	1	3,2	4,9	1,4
TRAÇO POR QUANTIDADE DE RECIPIENTE COM DETERMINADO VOLUME																			
RECIPIENTE (LATA)	SACO DE CIMENTO (UN)	AREIA (QTD LATA)	PEDRA (QTD LATA)	ÁGUA (QTD LATA)															
18	1	3,2	4,9	1,4															
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">ESCOLHA RESISTÊNCIA (Mpa) DESEJÁVEL</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>RESISTÊNCIA ADOTADA (MPa)</td> <td>25</td> </tr> </tbody> </table> 					ESCOLHA RESISTÊNCIA (Mpa) DESEJÁVEL		RESISTÊNCIA ADOTADA (MPa)	25											
ESCOLHA RESISTÊNCIA (Mpa) DESEJÁVEL																			
RESISTÊNCIA ADOTADA (MPa)	25																		
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="5">TRAÇO POR QUANTIDADE DE RECIPIENTE COM DETERMINADO VOLUME</th> </tr> <tr> <th>RECIPIENTE (LATA)</th> <th>SACO DE CIMENTO (UN)</th> <th>AREIA (QTD LATA)</th> <th>PEDRA (QTD LATA)</th> <th>ÁGUA (QTD LATA)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>18</td> <td>1</td> <td>2,7</td> <td>4,4</td> <td>1,2</td> </tr> </tbody> </table>					TRAÇO POR QUANTIDADE DE RECIPIENTE COM DETERMINADO VOLUME					RECIPIENTE (LATA)	SACO DE CIMENTO (UN)	AREIA (QTD LATA)	PEDRA (QTD LATA)	ÁGUA (QTD LATA)	18	1	2,7	4,4	1,2
TRAÇO POR QUANTIDADE DE RECIPIENTE COM DETERMINADO VOLUME																			
RECIPIENTE (LATA)	SACO DE CIMENTO (UN)	AREIA (QTD LATA)	PEDRA (QTD LATA)	ÁGUA (QTD LATA)															
18	1	2,7	4,4	1,2															
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">ESCOLHA RESISTÊNCIA (Mpa) DESEJÁVEL</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>RESISTÊNCIA ADOTADA (MPa)</td> <td>30</td> </tr> </tbody> </table> 					ESCOLHA RESISTÊNCIA (Mpa) DESEJÁVEL		RESISTÊNCIA ADOTADA (MPa)	30											
ESCOLHA RESISTÊNCIA (Mpa) DESEJÁVEL																			
RESISTÊNCIA ADOTADA (MPa)	30																		
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="5">TRAÇO POR QUANTIDADE DE RECIPIENTE COM DETERMINADO VOLUME</th> </tr> <tr> <th>RECIPIENTE (LATA)</th> <th>SACO DE CIMENTO (UN)</th> <th>AREIA (QTD LATA)</th> <th>PEDRA (QTD LATA)</th> <th>ÁGUA (QTD LATA)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>18</td> <td>1</td> <td>2,2</td> <td>3,9</td> <td>1,1</td> </tr> </tbody> </table>					TRAÇO POR QUANTIDADE DE RECIPIENTE COM DETERMINADO VOLUME					RECIPIENTE (LATA)	SACO DE CIMENTO (UN)	AREIA (QTD LATA)	PEDRA (QTD LATA)	ÁGUA (QTD LATA)	18	1	2,2	3,9	1,1
TRAÇO POR QUANTIDADE DE RECIPIENTE COM DETERMINADO VOLUME																			
RECIPIENTE (LATA)	SACO DE CIMENTO (UN)	AREIA (QTD LATA)	PEDRA (QTD LATA)	ÁGUA (QTD LATA)															
18	1	2,2	3,9	1,1															

Os resultados apresentados após ser realizado o ensaio de resistência à compressão axial nos corpos de prova foram satisfatórios atendendo as resistências pré estabelecida de 20 MPa, 25 MPa e 30 MPa utilizando a planilha no Excel de acordo com a tabela 7 e tabela 8.

7. CONCLUSÃO

O presente trabalho apresenta o desenvolvimento da planilha no Excel, que visa calcular a quantidade de concreto de forma simples e precisa utilizando o método ABCP, onde foram verificados suas resistências conforme estipulado os Fck 20 Mpa, 25 Mpa e 30 MPa.

Esse estudo teve duas particularidades, onde não foram considerados nos cálculos o teor de umidade dos materiais como areia e brita e realizado levantamento granulométrico do agregado graúdo. As amostras foram retiradas diretamente no local da obra e realizado o estudo, e após ter confeccionado várias amostras e coletados dados foram realizados os ensaios na prensa hidráulica com resultados surpreendentes.

A planilha no Excel apresenta resultados satisfatórios quanto aos valores obtidos nos cálculos, além de reduzir o tempo para ser realizado o cálculo do traço de concreto e o consumo de material.

REFERÊNCIAS

- ABRAMS, Duff A.. Design of concrete mixtures. Chicago: [s.n.], 1919.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND. Guia básico de utilização do cimento. 7ed. São Paulo, 2002.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 5738: Concreto – Procedimento para moldagem e cura de corpos de prova. Rio de Janeiro: ABNT, 2015.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 5739: Concreto – Ensaio de compressão de corpos-de-prova cilíndricos. Rio de Janeiro: ABNT, 2018
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6118: Projetos de estrutura de concreto - Procedimento. Rio de Janeiro: ABNT, 2014.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR12655 - Concreto de cimento Portland - Preparo, controle, recebimento e aceitação – Procedimento. Rio de Janeiro: ABNT, 2022.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 14931: Execução de estruturas de concreto – Procedimento . Rio de Janeiro, 2004.
- BOGGIO, Aldo J. Estudo comparativo de métodos de dosagem de concreto de cimento Portland. 2000. 182 f. Monografia (Pós-graduação) – Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- BORGES, Filipe Morais; CARREIRO, Tarianne Tavares. Métodos de dosagens usuais dos principais tipos de concreto: uma revisão teórica. Engenharia Civil-Pedra Branca, 2017.
- CAPELLETTE, R. F.; SANTOS, R. Z.; LOPES, W. O. Análise da influência de cimentos portland comum com adições de fíler, pozolana e escória na produção de concretos. Monografia (Graduação em engenharia civil) – Fundação Educacional de Fernandópolis. Fernandópolis, p. 26. 2019.
- IBRACON. CONCRETO: MATERIAL CONSTRUTIVO MAIS CONSUMIDO NO MUNDO. Revista Concreto e Construções, São Paulo, n°53, 2009
- MEHTA, P. K.; MONTEIRO, P. J. M. Concreto: estrutura, propriedades e materiais. São Paulo: PINI, 1994, p. 01-02.
- PETRUCCI, Eládio G. Concreto de Cimento Portland. São Paulo: Associação Brasileira de Cimento Portland, 1968.
- RECENA, Fernando A. Piazza. Dosagem empírica e controle de qualidade de concretos convencionais de cimento Portland. 1ª ed. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2002.
- RODRIGUES, P. P. F. Parâmetros de dosagem do concreto. São Paulo: ABCP, 1984.

RODRIGUES, Púlio Firme. Parâmetros de dosagem do concreto. São Paulo: Associação Brasileira de Cimento Portland, 1998.

TUTIKIAN, B. F.; HELENE, P. Dosagem dos Concretos de Cimento Portland. In: ISAIA, Geraldo Cechella. Concreto: Ciência e Tecnologia. IBRACON, 2011. cap. 12.