

DOSAGEM E CONTROLE TECNOLÓGICO DO CONCRETO

Sérgio Afonso Tronquini

Graduando em Engenharia Civil – Universidade de Araraquara – Uniara
Departamento de Ciências da Administração e Tecnologia, Araraquara – São Paulo.

Professor Me. Fábio Braga da Fonseca

Mestre em Engenharia de Estruturas – Escola de Engenharia de São Carlos – Universidade de São Paulo
– EESC – USP – São Carlos – São Paulo.

Resumo: O objetivo deste trabalho consiste na obtenção de um traço de concreto cuja resistência fck 20 MPa, a 28 dias, não se altere quando modifica-se seu abatimento, mantendo o fator água/cimento (a/c). A metodologia empregada para obter a melhor relação entre os agregados é a da máxima massa unitária, a qual encontra o menor vazio entre os grãos realizado por meio de ensaios. O controle tecnológico se estabelece na qualidade dos materiais, produção do concreto, transporte, lançamento e cura. Os traços elaborados a partir dos ensaios feitos atingiram seu objetivo apresentando um ótimo desempenho dentro dos parâmetros que foram estabelecidos previamente, assim configurando o alcance da meta estimada.

Palavras-chave: Concreto. Controle tecnológico. Dosagem do concreto.

DOSAGE AND TECHNOLOGICAL CONTROL OF CONCRETE

Abstract: The goal of this work consists in the obtainment a concrete trace whose resistance fck 20 MPa, for 28 days, it does not change when modify its consistency, maintaining the factor water/cement (w/c). The metodoly used to obtain the best relation between aggregates is the maximum unit mass, wich finds the smallest empty between the grains, realized by tests. The technological control establishes in the quality of the materials, concrete production, transportation, release and cure. The traces elaborated from tests, reached their goal, presenting a great performance whitin the parameters established before, setting the goal reach estimated.

Key words: Concrete. Technological control. Concrete dosing.

1 INTRODUÇÃO

O trabalho visa à análise do comportamento do concreto dosado com controle tecnológico. A dosagem de concreto constitui-se do proporcionamento adequado de todos os materiais que compõem o concreto, ou seja: o cimento, os agregados miúdos, os agregados graúdos, a água e, por ventura, os aditivos químicos e/ou adições.

As normas que dizem respeito ao controle tecnológico fazem com que seja de competência da área de controle tecnológico a responsabilidade da comprovação da adequação dos materiais empregados (NBR 12655/2015) Assim sendo, o controle tecnológico, essencialmente, é o domínio dos materiais que compõem o concreto e que podem influenciar o resultado final.

Devido ao fato do concreto ser um dos materiais mais utilizados na construção civil, justifica-se a necessidade de um estudo referente a sua dosagem.

Foi elaborado um gráfico que relaciona o consumo de cimento de concreto que mantenha sua resistência mesmo quando altera-se a sua proporção de água/cimento afim de atingir diversos tipos de consistência (*slump*). Deste modo, supõem-se a obtenção de um traço que contenha diversos tipos de abatimento para seu emprego na construção civil de acordo com a necessidade de cada peça a ser concretada na obra.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Dosagem

Ao analisar-se a dosagem do concreto faz-se necessário que se atente a um de seus principais aspectos que consiste na pesquisa de suas possíveis misturas e seu valor: a melhor relação entre os insumos do concreto, afim de que a forma mais econômica possível seja encontrada sem desconsiderar as condições de trabalho e as características próprias dos materiais existentes. Logo, torna-se essencial que se estude e analise a dosagem de concreto de acordo e em função de seus aspectos físicos, químicos e mecânicos tais como: permeabilidade, durabilidade, resistência à compressão e trabalhabilidade (TARTUCE, 1989).

Em relação ao que seria a dosagem do concreto, Recena (2011, p. 15) complementa:

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. Assim, não estará errado pensar em dosagem como a tarefa de contrabalançar a ciência e a arte, contrapondo parâmetros objetivos e subjetivos.

Logo, a dosagem se apresenta como sendo um proporcionamento dos materiais que constituem o concreto afim de que sejam atendidas suas cinco condições principais que se resumem em: exigências do projeto, condições de exposição e operação, tipo de agregado disponível economicamente, técnicas de execução e, custo. Em suma, a dosagem constitui um processo extremamente abrangente, pois há a exigência de um variado conhecimento das propriedades dos concretos em seus diferentes estados (HELENE; TERZIAN, 1992).

“As principais propriedades do concreto endurecido são normalmente expressas pelo projetista das estruturas enquanto as propriedades do concreto fresco são determinadas pelas técnicas de execução[...]” (HELENE; TERZIAN, 1992, p. 75). Deste modo, cabe ao tecnologista da área fazer com que tudo se adeque da melhor maneira possível, Tartuce (1989) salienta que é necessário encontrar a forma mais econômica possível sem deixar de lado suas características próprias enquanto materiais.

Historicamente, Duff A. Abrams foi um dos maiores contribuintes para a área de dosagem onde a partir de inúmeros testes foi capaz de enunciar uma lei entorno da relação água/cimento (a/c) (ABRAMS/1918, apud HELENE; TERZIAN, 1992, p.58).

Abrams (1922), além de sua contribuição com a lei da relação água/cimento (a/c), também introduziu o termo “Módulo de Finura” onde ele propôs a distribuição granulométrica dos agregados por um único índice. Assim o módulo de finura seria a soma das porcentagens obtidas em cada peneira que constituía uma fase da análise granulométrica. Devido a sua perspicácia teve seu índice adotado mundialmente, inclusive no Brasil, na norma (NBR NM 248/2003) de agregados para concreto (HELENE; TERZIAN, 1992, p. 59).

2.2 Controle tecnológico do concreto

Em relação ao controle da qualidade do concreto em relação a resistência à compressão do concreto de cimento Portland é a característica mais importante e que melhor o caracteriza. Contudo Recena (2011, p. 69) relata que:

[...] o controle desta variável, na maioria das vezes, tem sido confundido com o próprio controle da qualidade do concreto, expressando uma visão muito restrita da tarefa, já que há outras variáveis importantes no processo.

Helene e Terzian (1992) salientam o fato de que para que o controle de qualidade se efetive deve-se assegurar a qualidade e a uniformidade dos materiais que irão constituir o concreto, sendo esta a primeira condição para que a qualidade se mantenha. A proporção bem como sua ordem de lançamento na betoneira e o tempo de mistura, é de suma importância, pois deve ser sempre verificada no processo de amassamento, sem deixar de lado a qualidade da mão-de-obra e a eficiência dos equipamentos.

A respeito do controle da qualidade do concreto Recena (2011, p. 71) reafirma que:

Definidos os conceitos básicos sobre o projeto do concreto e escolhido os materiais, o controle da qualidade do concreto passa a ter início com o controle das qualidades intrínsecas de seus insumos ou destas alteradas pelas condições de estocagem. Qualquer alteração na qualidade dos insumos repercute sempre na trabalhabilidade do concreto ou diretamente em sua resistência mecânica.

3 DESENVOLVIMENTO

3.1 Caracterização dos materiais

O objetivo é conhecer as características dos materiais que tem grande importância no processo de dosagem do concreto. Obtendo os parâmetros característicos dos agregados poderá ser utilizado o método mais adequado, diminuindo as variações que podem ocorrer ao adotar valores médios tabelados (HELENE; TERZIAN, 1992).

Os materiais identificados neste trabalho são: cimento, agregados miúdos e agregados graúdos.

O cimento utilizado foi o CPV – ARI RS (Cimento Portland de Alta Resistência Inicial - Resistente à Sulfatos), assim classificado conforme ABNT NBR 5733/1991 e ABNT NBR 5737/1992. As características físico-químicas específicas na qual o cimento atinge altas resistências já nos primeiros dias da aplicação, conseqüentemente continua ganhando resistência até os 28 dias, atingindo valores mais elevados que os demais, proporcionando maior rendimento ao concreto.

A Tabela 1 mostra os ensaios de caracterização do cimento que proveniente da empresa que o produz, visto que é necessário para o controle de qualidade feito pela mesma e que será utilizado para desenvolvimento do traço de concreto.

Tabela 1 – Ensaios de caracterização cimento

Ensaio Químicos			
Características de Ensaio	Método de Ensaio	Resultado	Unidade de Medida
Perda ao Fogo – PF	ABNT NBR NM 18/2012	2,87	%
Ensaio Físicos			
Área Específica – Blaine	ABNT NBR NM 76/1996	437	m ² /Kg
Massa Específica	ABNT NBR NM 23/2001	3,05	Kg/m ³
Ensaio Mecânicos			
Resistência a Compressão – 1 dia	ABNT NBR 7215/2009	17,4	MPa
Resistência a Compressão – 3 dias	ABNT NBR 7215/2009	31,3	MPa
Resistência a Compressão – 7 dias	ABNT NBR 7215/2009	40,7	MPa
Resistência a Compressão – 28 dias	ABNT NBR 7215/2009	53,5	MPa

Fonte: Empresa de Cimentos Liz S/A – Controle de Qualidade CPV – ARI RS - abril/2018

Torres e Rosman (1956) salientam o fato de que tanto o agregado miúdo quanto o agregado graúdo deverão seguir um parâmetro conforme as normas brasileiras, hoje em vigor a ABNT NBR 7211/2009 que relata a especificação de agregados para concreto.

Segundo Recena (2011) após a caracterização física dos agregados como, sua massa específica, massa unitária e sua composição granulométrica, esses mesmos agregados passarão a ser controlados por esses parâmetros.

Agregado miúdo definido como “agregado cujos grãos passam pela peneira com abertura de malha de 4,75 mm [...]” (ABNT 7211/2009). Utiliza-se dois tipos de agregados miúdos, sendo areia fina e areia média, bens minerais constituídos predominantemente por quartzo de granulação fina e obtida a partir de depósitos de leitos de rios e planícies aluviais, rochas sedimentares e mantos de alteração de rochas cristalinas, que quando misturadas em certas proporções melhoraram a distribuição entre os grãos.

Na Tabela 2 mostra a caracterização das areias, onde se especifica a dimensão máxima que irá determinar em qual classificação se encontra. A areia pode ser classificada fina se a granulometria máxima ficar entre 0,15 a 0,6 mm, enquanto a grossa ficar entre 2,4 a 4,8 mm, por exemplo.

Tabela 2 – Ensaios de caracterização areia fina e areia grossa

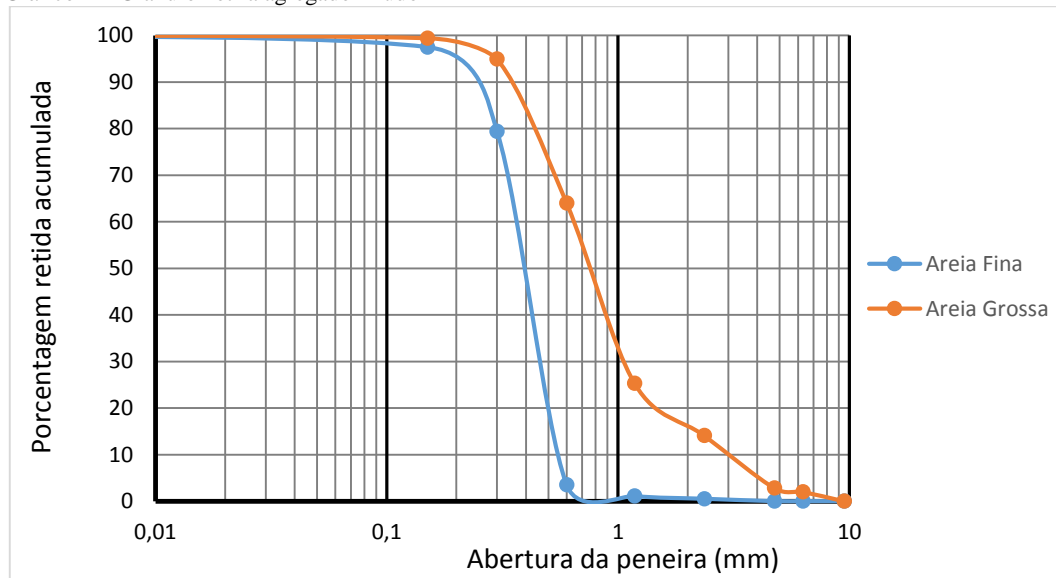
Características de Ensaio	Método de Ensaio	Resultado	Unidade
Areia Fina			
Módulo de Finura	NBR NM 248/2003	1,82	
Diâmetro máx.	NBR NM 248/2003	0,6	mm
Massa Unitária	NBR NM 45/2006	1.500	Kg/m ³
Massa Específica Aparente	NBR NM 52/2009	1,7	g/cm ³
Areia Grossa			
Módulo de Finura	NBR NM 248/2003	3,00	
Diâmetro máx.	NBR NM 248/2003	4,8	mm

Massa Unitária	NBR NM 45/2006	1.700	Kg/m ³
Massa Específica Aparente	NBR NM 52/2009	1,84	g/cm ³

Fonte: autor próprio

O Gráfico 2 demonstra a granulometria dos agregados miúdos onde é feita a comparação entre areia fina e areia grossa.

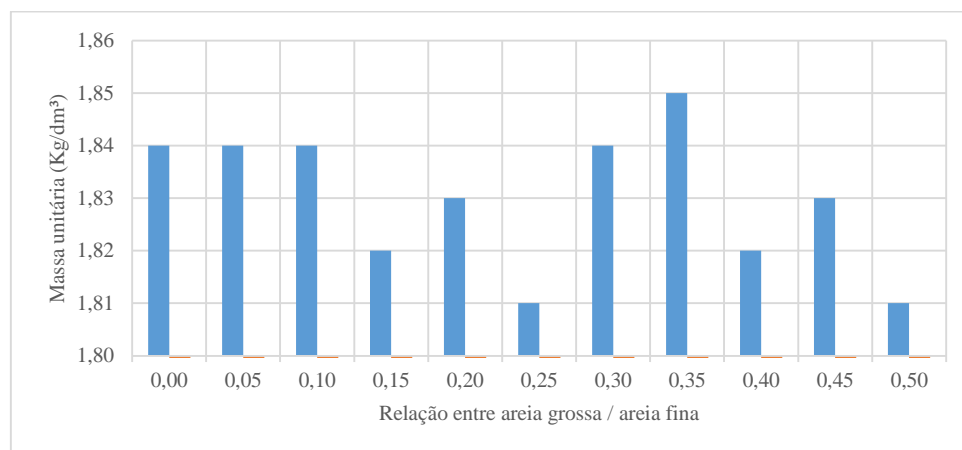
Gráfico 1 – Granulometria agregado miúdo



Fonte: autor próprio

Com o objetivo de obter a melhor relação para a composição entre as areias finas e grossas e, assim, encontrar o menor vazio entre os grãos para utilizar na produção do concreto, foi necessário estudar a melhor relação que proporcionasse a maior relação massa unitária. O Gráfico 2 têm por objetivo demonstrar como obteve-se a maior massa unitária da relação entre as areias finas e grossas afim de que essa especificação contribua para a produção do traço.

Gráfico 2 - Melhor composição entre areia grossa / areia fina



Fonte: autor próprio

Agregado graúdo definido como “agregado cujos grãos passam pela peneira com abertura de malha de 75 mm e ficam retidos na peneira com abertura de malha de 4,75 mm [...]” (ABNT NBR 7211/2009), material resultante de britagem e peneiramento de rochas.

Segundo Helene e Terzian (1992) as características que mais influenciam estes materiais são a dimensão máxima, a massa específica e a granulometria. A misturas resultantes dos agregados graúdos com finalidade de redução de custo pode ser feita sem grandes empecilhos, basta que seja seguida a ABNT NM 45:2006, para que seja efetuada a mistura entre duas faixas granulométricas de britas. A determinação da massa unitária deve ser feita em cada mistura de agregados, individualmente, com diferentes teores.

Na Tabela 3 demonstra os resultados dos ensaios da caracterização dos agregados graúdos, onde a massa unitária das britas são as mesmas, porém o que diferencia a classificação é o diâmetro de cada material, segundo Quaresma (2009) o Ministério de Minas e Energia – MME é classifica brita 0 a granulometria variando de 4,5 a 9,5 mm e brita 1 a granulometria variando 9,5 a 19 mm.

Tabela 3 – Ensaio de caracterização brita 0 e brita 1

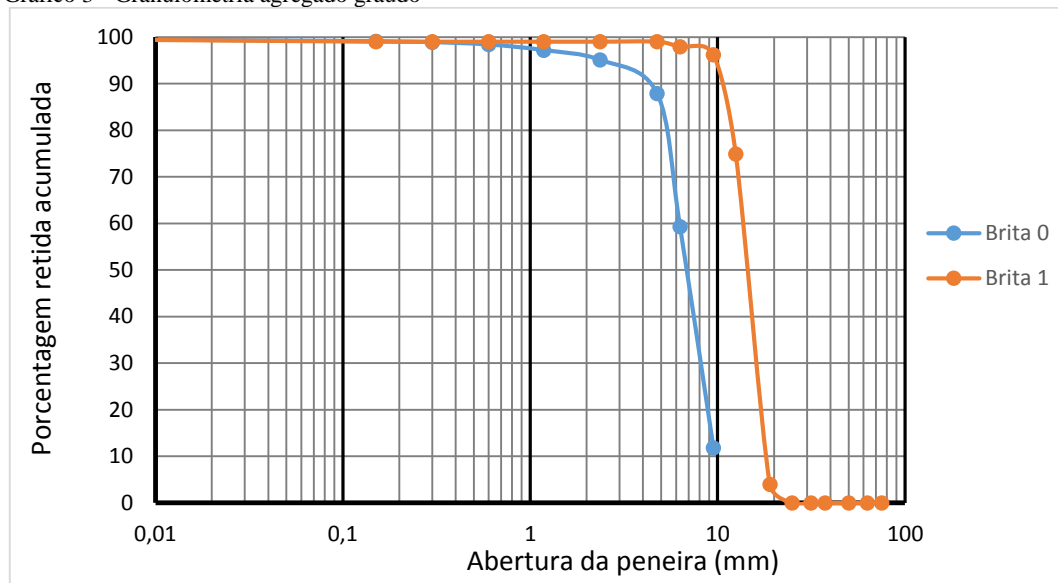
Características de Ensaio	Método de Ensaio	Resultado	Unidade
Brita 0			
Módulo de Finura	NBR NM 248/2003	5,88	
Diâmetro máx.	NBR NM 248/2003	12,5	mm
Massa Unitária	NBR NM 45/2006	1.500	Kg/m³
Massa Específica Aparente	NBR NM 52/2009	1,78	g/cm³
Brita 1			
Módulo de Finura	NBR NM 248/2003	6,90	
Diâmetro máx.	NBR NM 248/2003	19	mm

Massa Unitária	NBR NM 45/2006	1.500	Kg/m ³
Massa Específica Aparente	NBR NM 52/2009	1,81	g/cm ³

Fonte: autor próprio

O Gráfico 3 mostra o ensaio de granulometria dos agregados graúdos onde compara a brita 0 e brita 1.

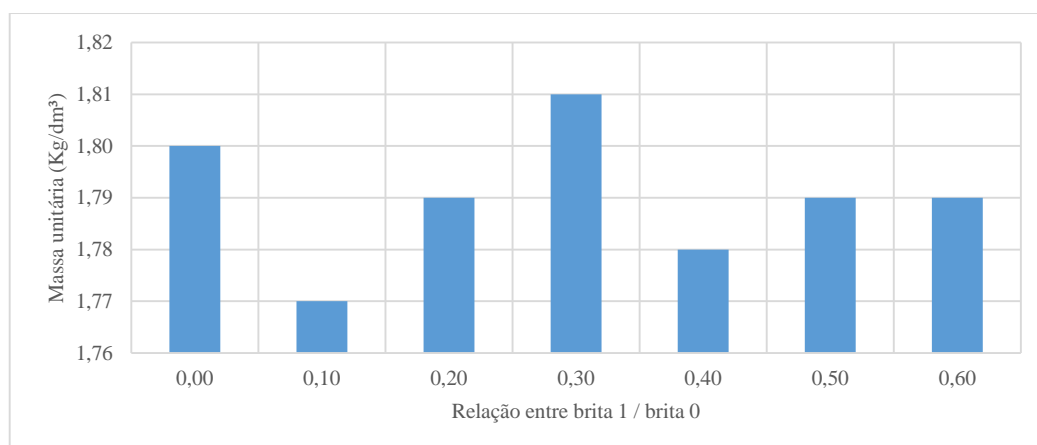
Gráfico 3 - Granulometria agregado graúdo



Fonte: autor próprio

A mistura de agregados graúdos foi realizada com o intuito de utilizar duas faixas granulométricas de brita, o gráfico 4 exemplifica a determinação da composição “ideal” entre a brita 0 e brita 1, através da máxima massa unitária.

Gráfico 4 - Melhor composição entre brita 1 / brita 0

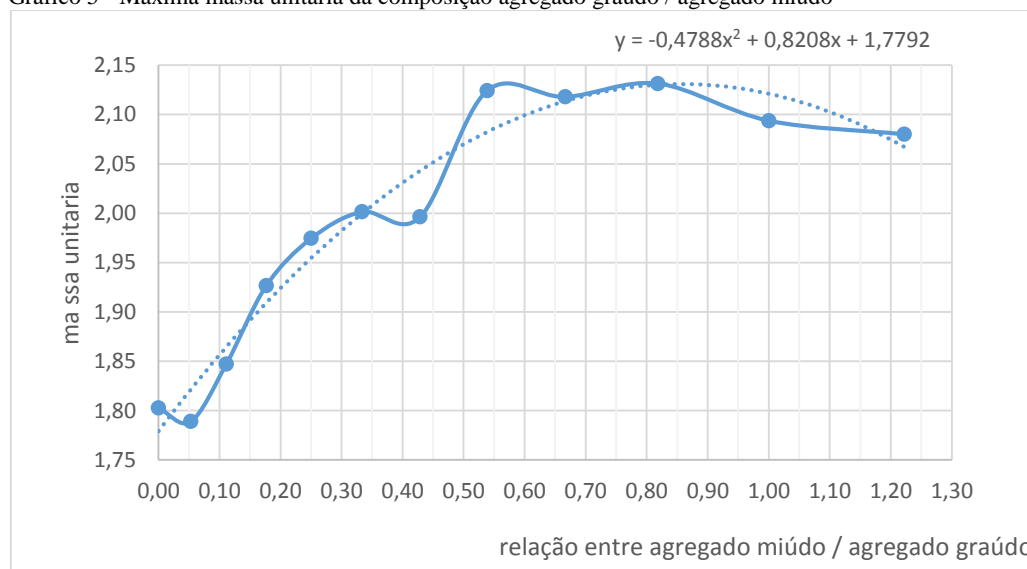


Fonte: autor próprio

3.2 Determinação do traço

Para que a determinação do traço seja efetuada, é necessário que seja utilizado, anteriormente, o método da máxima massa unitária, para que assim possa ser feita a melhor relação entre o agregado miúdo e o agregado graúdo, conforme gráfico 05.

Gráfico 5 - Máxima massa unitária da composição agregado graúdo / agregado miúdo



Fonte: autor próprio

Com os resultados obtidos na composição dos agregados, chegou-se ao propósito do primeiro traço:

$$T1 \quad 1 : 2,07 : 2,57 : 0,45$$

Fazendo o ajuste no traço inicial (T1) para que seja alterado o slump e manter a mesma resistência, chegou ao segundo (T2) e terceiro traço (T3), respectivamente:

$$T2 \quad 1 : 1,86 : 2,31 : 0,45$$

$$T3 \quad 1 : 1,55 : 1,93 : 0,45$$

Nos três traços as proporções dos agregados miúdos são utilizados: 20% de areia fina e 80% de areia grossa; entre os agregados graúdo: 10% de brita 0 e 90% de brita 1.

3.3 Controle na qualidade do concreto

O cimento advém de uma produção industrial podendo haver algumas variações características ao longo do tempo e afetando seu desempenho. Geralmente a empresa fornece alguns ensaios aplicáveis ao cimento, mas devemos nos atentar em alguns ensaios mais simples como, por exemplo, a determinação do tempo de início e pega. O armazenamento desse material é muito importante, visto que deve ser protegido de qualquer tipo de umidade.

Agregados graúdos e miúdos devem ser analisados pelas normas: ABNT NBR NM 45/2006 que determina a massa unitária e o volume de vazios, ABNT NBR NM 52/2009 que determina a massa específica e a massa específica aparente, ABNT NBR NM 248/2003 composição granulométrica, ABNT NBR 7211/2009 que especifica os agregados a ser utilizado na composição do concreto.

Para manter um bom controle e uma determinada resistência à compressão, preservar o fator água/cimento (a/c), o proporcionamento dos materiais e a ordem de lançamento dos materiais para a produção do concreto. A consistência do concreto é determinada conforme a ABNT NBR NM 67: 1998, enquanto os ensaios de moldagem e cura segue a ABNT NBR 5738: 2015.

4 RESULTADOS

Com a execução do concreto baseada na ABNT NBR 7212/2015 que mostra os procedimentos para execução de concreto dosado em central, a caracterização e classificação dos agregados foram feitas e foram ensaiados o concreto dos três diferentes traços determinados. Nos três traços foi realizada a determinação da consistência pelo abatimento do tronco de cone, conforme Figura 1 e vide Tabela 4 para obtenção dos diferentes valores obtidos nos ensaios.

Figura 1 – Determinação da consistência do concreto



Fonte: autor próprio

Tabela 4 – Determinação do abatimento

Determinação do abatimento		
	Traço	Abatimento (mm)
T1	1 : 2,07 : 2,57 : 0,45	60
T2	1 : 1,86 : 2,31 : 0,45	80
T3	1 : 1,55 : 1,93 : 0,45	120

Fonte: autor próprio

Para realização dos ensaios das amostras utilizou-se uma Prensa hidráulica, onde aplica-se uma carga uniformemente distribuída em uma determinada área representada pelo corpo de prova cilíndrico, até o seu rompimento. Os resultados dos ensaios de compressão do corpo de prova é para análise de compressão axial representada na tabela 5 e a tração por compressão diametral como mostra a Tabela 6.

Foi apresentada a análise estatística dos dois traços trabalhados, responsável por informar qual a variação dos resultados e classificar a qualidade do material conforme funções descritas pela NBR 12655/2015, dadas por:

$$f_{ck,j} = \frac{2x(f_1 + f_2 + f_3 + \dots + f_{m-1})}{m-1} - f_m \quad (1)$$

$$m = \frac{n}{2} \quad (2)$$

Onde:

$f_{ck,j}$ = Resultado esperado da resistência característica a compressão do traço analisado (20 MPa).

f_1, f_2, \dots, f_m = Resultado unitário de cada corpo de prova.

n = Número de amostras.

m = Número de amostras dividido por 2.

Tabela 5 - Resultados de ensaio a compressão axial (7dias)

Resistência a Compressão Axial (MPa)			
Idade	Abatimento (mm)		
7 dias	T1	T2	T3
	60	80	120
CP1	35,0	39,0	38,1
CP2	33,6	39,0	36,7
CP3	24,2	42,1	43,5
CP4	30,8	37,6	39,3
CP5	34,9	41,8	39,3
CP6	26,6	-	-
fck	20,0	36,2	35,3

Fonte: autor próprio

Tabela 6 - Resultados de ensaio a tração por compressão diametral (7dias)

Resistência a tração por compressão diametral (MPa)			
Idade	Abatimento (mm)		
7 dias	T1	T2	T3
	60	80	120
CP1	9,1	11,2	10,5
CP2	8,3	8,9	9,8
CP3	9,9	9,5	8,4
CP4	10,7	10,9	11,7
CP5	8,6	9,2	8,7
CP6	7,0	-	-
ftk	6,7	8,6	8,9

Fonte: autor próprio

Tabela 7 - Resultados de ensaio a compressão axial (28dias)

Resistência a Compressão Axial (MPa)			
Idade	Abatimento (mm)		
28 dias	T1	T2	T3
	60	80	120
CP1	52,7	50,8	44,8
CP2	53,2	56,3	56,3
CP3	52,3	54,6	54,6
CP4	48,9	53,7	57,6

CP5	52,7	53,7	53,7
CP6	52,3	-	-
fck	48,9	47,9	35,9

Fonte: autor próprio

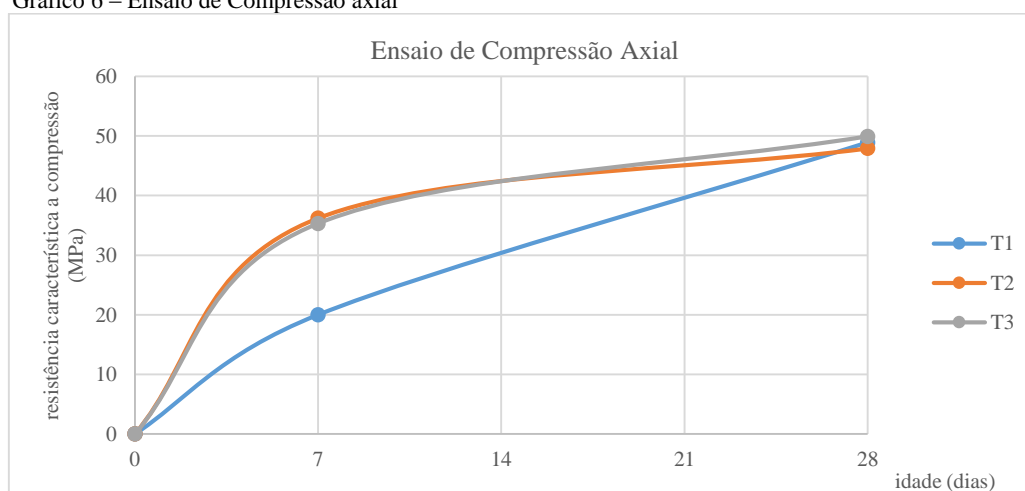
Tabela 8 - Resultados de ensaio a tração por compressão diametral (28dias)

Resistência a tração por compressão diametral (MPa)			
Idade	Abatimento (mm)		
	T1	T2	T3
28 dias	T1	T2	T3
	60	80	120
CP1	11,6	12,8	13,9
CP2	9,9	13,5	12,9
CP3	11,4	11,3	11,3
CP4	13,4	14,3	13,7
CP5	10,2	12,2	11,8
CP6	12,7	-	-
f _{tk}	8,8	10,1	10,8

Fonte: autor próprio

Para melhor explicar os resultados das Tabelas 5 e 7, que são referentes aos resultados dos ensaios a compressão axial, foi realizado o Gráfico 6 que demonstra os resultados da análise estatística dos traços onde os rompimentos foram realizados aos 7 e 28 dias. O traço T1 aos 28 dias obteve um crescimento alto dobrando a sua resistência inicial aos 7 dias, enquanto os traços T2 e T3 tiveram um crescimento com média de 30% a 40%.

Gráfico 6 – Ensaio de Compressão axial

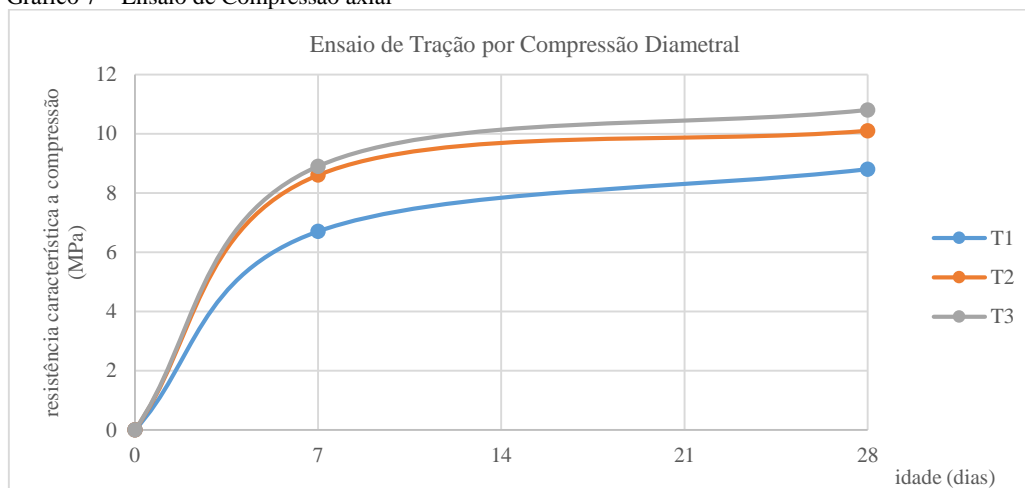


Fonte: autor próprio

As Tabelas 6 e 8, que são referentes aos resultados dos ensaios a tração por compressão diametral, foram demonstradas graficamente no Gráfico 7. Os três traços

mantiveram uma média de crescimento dos 7 para os 28 dias. Essa diferença de resistência se deu devido ao consumo de cimento que, conforme o abatimento se elevava, aumentava proporcionalmente.

Gráfico 7 – Ensaio de Compressão axial



Fonte: autor próprio

5 CONCLUSÃO

Os traços elaborados afim de melhor exemplificar seu propósito e aplicações no âmbito da construção civil após serem submetidos aos devidos testes equipararam seus resultados ao propósito do diagrama de dosagem, onde altera-se a sua resistência conforme a idade de ensaio, porém mantem o seu fator água/cimento (a/c) de acordo com o seu abatimento alterando a massa dos agregados e o consumo de cimento.

Assim o objetivo proposto foi alcançado de forma satisfatória, visto que foram realizados ensaios de tração por compressão diametral para caracterização. Os resultados desse ensaio ficaram cerca de 85% menor do que o que foi apontado no ensaio de compressão axial, sendo assim satisfatório para o que se propôs.

Logo, conclui-se que os traços desenvolvidos satisfazem, dentro da construção civil, ao seu propósito que é ser utilizado em obras variando de acordo com a característica da peça a ser concretada, pois como foi comprovado há a possibilidade de alterar sua consistência e ao mesmo tempo manter sua resistência, ou seja, altera-se sua fluidez sem que sua qualidade seja afetada.

Futuramente espera-se desenvolver reajustes nestes traços afim de que possa ser reduzido o consumo de cimento sem qualquer tipo de alteração em sua resistência.

REFERÊNCIAS

ABRAMS, D. A. **Desing of concrete mixtures**. Chicago, Structural Materials Research Laboratory, 1918 (Lewis Institute Bulletin, n. 1.)

ABRAMS, D. A. **Effect of Fineness of Cement**. Chicago, Structural Materials Research Laboratory, 1922 (Lewis Institute Bulletin, n. 4.)

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS E TÉCNICAS. **NBR 5738: Concreto- Procedimento para moldagem e cura de corpo de prova**. Rio de Janeiro, 2015.

_____. **NBR 7211: Agregados para concreto – Especificação**. Rio de Janeiro, 2009.

_____. **NBR 7212: Execução de concreto dosado em central - Procedimento**. Rio de Janeiro, 2012.

_____. **NBR 7222: Concreto e Argamassa – Determinação da resistência à tração por compressão diametral de corpos de prova cilíndricos**. Rio de Janeiro, 2010.

_____. **NBR 12655: Concreto de cimento Portland- Preparo, controle, recebimento e aceitação - Procedimento**. Rio de Janeiro, 2015.

_____. **NBR NM 45: Agregados- Determinação de massa unitária e do volume de vazios**. Rio de Janeiro, 2006.

_____. **NBR NM 52: Agregado miúdo- Determinação da massa específica e massa específica aparente**. Rio de Janeiro, 2009.

_____. **NBR NM 53: Agregado graúdo- Determinação da massa específica, massa específica aparente e absorção de água**. Rio de Janeiro, 2009.

_____. **NBR NM 67: Concreto - Determinação da consistência pelo abatimento do tronco de cone**. Rio de Janeiro, 1998.

_____. NBR NM 248: **Agregados- Determinação da composição granulométrica**. Rio de Janeiro, 2003.

HELENE, P.; TERZIAN, P. **Manual de dosagem e controle do concreto**. São Paulo: Pini; Brasília, DF: SENAI, 1992.

O'REILLY DÍAZ, V. **Método de dosagem de concreto de elevado desempenho**. Tradução de Avelino Aparecido de Pádua, Leonel Tula Sanabria, Nelson Brito. São Paulo: Pini, 1998.

QUARESMA, L. F. **Perfil de brita para construção civil**. Relatório Técnico. Ministério de Minas e Energia – MME. Brasília, 2009.

RECENA, F. A. P. **Dosagem e controle da qualidade de concretos convencionais de cimento Portland**. 3. ed. São Paulo: EdiPUCRS, 2011.

RODRIGUES, P. P. F. **Parâmetros de dosagem de concreto**. 2 ed. São Paulo: ABCP, 1995.

ROSMAN, C. E; TORRES, A. F. **Método para dosagem racional do concreto**. São Paulo: ABCP, 1956.

TARTUCE, R. **Dosagem experimental do concreto**. São Paulo: Pini: IBRACON, 1989.