

Resistência Característica à Compressão do Concreto

Lucas Vieira Quintino de Paula⁽¹⁾

(1) Engenheiro Civil. Universidade Anhuera Uniderp. e-mail: depaula.lv18@gmail.com

Resumo: Entre os problemas mais variados que encontramos na construção civil, se destaca a contextualização da resistência do concreto, ou seja, concreteiras não estão se aderindo as formas necessárias de se realizar um teste de resistência a compressão do concreto, não estão seguindo alguns critérios e normas estabelecidos pela ABNT devido alguns descuidados na hora do recebimento e lançamento do material. Quero nesse projeto mostrar as aplicações e formas necessárias para se obter um teor de resistência adequado para utilização em estruturas de concreto armado, seguindo como manual as normas estabelecidas pela ABNT, onde são realizados ensaios de resistência à compressão de slump teste ou abatimento que são ensaios padronizados para fins de introdução da segurança no projeto estrutural e para fins de controle.

Palavras-chave: Concreto. Resistência. Compressão. Construção. Estrutural.

1 Introdução

No campo da construção civil destaca-se um problema que vem alarmando engenheiros e gerentes de canteiros de obras, que se chama resistência a compressão. Concreteiras não estão se aderindo as formas necessárias de se realizar um teste de resistência, pois não estão seguindo alguns critérios e normas estabelecidos pela ABNT entre elas estão: NBR 9833:1987, a NBR NM 33:1998, NBR NM 36:1998, NBR NM 47:2002, NBR NM 67:1998, devido alguns descuidados na hora do recebimento do material. Um problema complexo que envolve não apenas as concreteiras, mas também projetistas e alguns laboratórios.

Neste sentido, busca mostrar quais são as aplicações necessárias para se obter um teor de resistência a compressão adequado para utilização em estruturas de concreto armado, pois em alguns canteiros de Campo Grande os testes que devem ser feitos no momento do lançamento do concreto não estão sendo executados de maneira correta, e o manual com as normas técnicas estabelecidas pela ABNT não estão sendo seguidos, ensaios de resistência à compressão de slump test ou abatimento que são ensaios padronizados para fins de introdução da segurança no projeto estrutural e para fins de controle estão sendo deixado de lado.

Em países desenvolvidos a segurança é um fator fundamental, pois eles estabelecem resistências em suas construções que chegam a 150 MPa, e no Brasil concluímos que chegar a 80 MPa. Um país que me chama a atenção por investir em grandes construções e realizar obras de grande feito mundial é Dubai pois, obras gigantescas são levantadas em pouco tempo e quase nada de material é perdido ou descartado devido a descuidados em seus testes a compressão.

Segundo reportagens feitas pela revista PINI Edição 152 - Novembro/2009 a ABRATEC (Associação Brasileira das Empresas de Tecnologia da Construção Civil) nosso material é tratado de forma rápida sem ensaio algum de campo e de laboratório e já vão para a dosagem, e isso implica muito na resistência final do concreto e na segurança da estrutura.

Ter o controle da resistência à compressão do concreto e estar dentro da necessidade da comprovação daquilo que está sendo executado no projeto da estrutura é essencial para ter uma estrutura saudável sem correr riscos futuramente.

No concreto, assim como em qualquer outro material existem coeficientes de tensões que influenciam diretamente em sua resistência, e podem ser representados por um diagrama tensão-deformação onde fornecem dados de módulo de elasticidade, módulo de deformação e pode apresentar também duas propriedades específicas, que são a retração e a fluência (deformação lenta).

No entanto para obter resultados de qualidade do concreto é necessário realizar de forma correta os procedimentos do manual da NBR 12655 desde o transporte até o lançamento para obtenção da resistência à compressão do concreto adequada para sua utilização em estruturas, que a partir dos valores apresentados poderão assegurar a qualidade ampla da estrutura e avaliar se o que está sendo produzido corresponde ao que foi adotado previamente por ocasião do dimensionamento da estrutura.

Portanto será mostrado como realizar de forma adequada os procedimentos para obtenção do bom concreto estabelecido em normas técnicas.

2 Objetivos

2.1 Objetivo Geral

O objetivo de identificar e demonstrar a maneira correta para obtenção do bom concreto, seguindo o que estabelece as normas ABNT NBR 12655:2015 Versão Corrigida; Concreto de cimento Portland - Preparo, controle, recebimento e aceitação – Procedimento, a norma ABNT NBR NM 67:1998 com o título: Concreto - Determinação da consistência pelo abatimento do tronco de cone e a norma ABNT NBR 5739:2007 - Ensaio de compressão de corpos-de-prova cilíndricos, que determinará quanto de resistência possui o material coletado em cada canteiro de obras estudado.

2.2 Objetivos Específicos

Para obtenção do bom concreto como estabelece a norma ABNT NBR 12655 e a norma ABNT NM 67:1998 devemos prestar mais atenção desde o recebimento até o lançamento do concreto no canteiro de obras, e sempre realizar o que estabelece a norma ABNT NBR 5739:2007, seguindo os procedimentos de teste de Slump ou abatimento para verificar a consistência do material que chega ao canteiro de obras e realizar também ensaios de compressão de corpos de prova retirados de cada canteiro que foi realizado o Slump test para verifica os níveis de resistência a compressão do material que está chegando ao canteiro, pois estão passando aos nossos olhos algumas questões importantes que alteram a resistência de certa maneira, como a adição de aditivos na mistura, que são postos no material enquanto esperam a chegada a seu destino final.



3 Justificativa

A pesquisa sobre resistência característica a compressão do concreto, no qual busca mostrar a importância de se realizar um bom teste de resistência com o intuito de corrigir a maneira que está sendo usada para classificar resistência do concreto armado. Usando como referência a norma ABNT NBR NM 67:1998 com o título: Concreto - Determinação da consistência pelo abatimento do tronco de cone, serão realizados teste de Slump ou abatimento onde existe uma ordem para estabelecer a consistência que possui o concreto naquele exato momento, pois um grande motivo para baixos valores de resistência é o alto índice de ativos e outros agregados que estão sendo colocados na mistura do material, alterando sua consistência influenciando diretamente em sua resistência final, e utilizando a norma ABNT NBR 5739:2007 - Ensaio de compressão de corpos-de-prova cilíndricos, serão realizados ensaios a compressão onde se determina a resistência do concreto estabelecendo dados importantes que pode alterar a vida útil da estrutura e a norma ABNT NBR 12655:2015 com o título: Concreto de cimento Portland - Preparo, controle, recebimento e aceitação – Procedimentos evitamos transtornos que poderá ocorrer futuramente nas estruturas que serão utilizadas deste material.

4 Concretagem e Controle Tecnológico

Para um canteiro de obras a principal etapa da concretagem é a dosagem, pois são ensaiadas as operações para obtenção do bom concreto levando muito em conta sua mistura. A partir do lançamento serão elaborados os testes de resistência onde serão ensaiados o **Slump teste** ou **abatimento** para observar se o concreto está nas conformidades da NBR 12655, após a retirada do corpo de prova e de seu rompimento em laboratório serão levantados os dados da sua resistência.

A dosagem do concreto deverá ser feita de acordo com a ABNT NBR 12655. Ao se utilizar concretos de classe 15 ou superior deve ser definida sua em dosagem racional e experimental, com a devida antecedência em relação ao início da obra. O controle tecnológico da obra deve ser feito de acordo com a ABNT NBR 12654.

Seguindo as condições da NBR 12655 em nossa região na maioria das vezes a dosagem anda sendo feita nas condições **empíricas**, pois os materiais são proporcionados de forma arbitrária, onde são baseadas na experiência que o construtor possui ou pela tradição muita das vezes auxiliado por tabelas prontas de traço de concreto, onde se for dosado da maneira incorreta implicará diretamente na aderência e na resistência do concreto.

No entanto existem profissionais que levam a sério seu trabalho, onde se baseiam por meio de resultados de ensaios dos materiais que serão utilizados e que sofrerão sobrecargas, aperfeiçoando os dados encontrados em laboratório, até ajustar-se as condições exigidas para seu uso. Este é o método **racional** de dosagem.

A partir de dados pré-estabelecidos de acordo com a norma NBR 8953, concretos que serão utilizados estruturalmente são divididos em dois grupos e classificados de acordo com sua resistência característica à compressão (f_{ck}).

Tabela 1 – Classe do concreto e sua resistência em MPa.



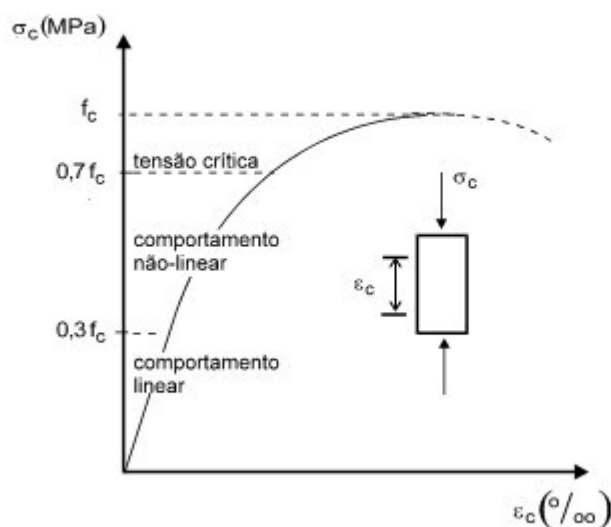
GRUPO I	fck
C15	15 MPa
C20	20 MPa
C25	25 MPa
C30	30 MPa
C35	35 MPa
C40	40 MPa
C45	45 MPa
C50	50 MPa

GRUPO II	fck
C55	55 MPa
C60	60 MPa
C65	70 MPa
C70	80 MPa

Fonte: Laboratório Mec For Engenharia, Campo Grande - MS dia 14 de abril de 2016, (adaptado)

Após atingir sua resistência última a capacidade de o concreto suportar um carregamento sobre um estado de tensões de compressão é reduzida progressivamente com deformações crescentes. Essa observação é mostrada experimentalmente por ensaios realizados usando técnicas que produzam no corpo de prova um estado de tensões de compressão sob acréscimo de deformações controlados.

Figura 1 - Diagrama tensão-deformação ($\sigma_c - \epsilon_c$) obtidos em ensaios rápidos de prisma de concreto: Valor máximo do diagrama é a resistência a compressão simples (f_c)



Fonte: Laboratório Mec For Engenharia, Campo Grande - MS dia 14 de abril de 2016, (adaptado)

Outro fator importante sobre a característica do concreto é não apresentar, para diferentes tipos de dosagens, um mesmo tipo de diagrama de tensão-deformação. Os concretos mais ricos em cimento (mais resistentes) tem um pico de resistência (máxima tensão) em torno da deformação 2‰. Já os concretos mais fracos apresentam uma resistência que varia entre 1‰ e 2‰.

5 Metodologia

Refere-se a um problema onde construtores reclamam ao receber o concreto entregue nos canteiros de obras. De acordo com pesquisas o material entregue não estaria atingindo a resistência característica à compressão final em Mpa exigida nos projetos estruturais. As problemáticas levantadas recaem diretamente sobre as indústrias concreteiras, fornecedoras do material.



Da falta de cuidados na preparação da moldagem de corpos de prova à baixa confiabilidade de alguns laboratórios levam a fatores que poderiam alterar o resultado final que chega ao canteiro de obras.

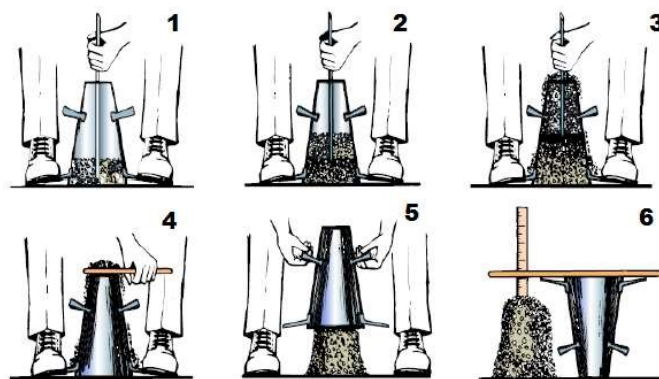
A resistência é obtida no corpo de prova padrão, amostrado, moldado, curado e ensaiado em condições ideais e os dados são coletados através da tensão de ruptura à compressão axial de um cilindro de concreto, que deve ter altura igual ao dobro do diâmetro, que por sua vez pode ser de 10 cm, 15 cm, 20 cm, 25 cm, 30 cm ou 45 cm.

De acordo com a pesquisa o referencial de segurança e controle, é a resistência obtida no corpo de prova padrão, amostrado, moldado, curado e ensaiado em condições ideais para “potencializar” a resistência intrínseca daquele traço de concreto, ou seja, operações de ensaio programadas para alcançar a máxima resistência potencial daquele material que são realizados da seguinte maneira:

Obter a resistência do concreto através da tensão de ruptura à compressão axial de um cilindro de concreto, que deve ter altura igual ao dobro do diâmetro, que por sua vez pode ser de 10 cm, 15 cm, 20 cm, 25 cm, 30 cm ou 45 cm.

- Coleta e amostragem de concreto deve ser realizada em conformidade com a norma Mercosul ABNT NBR NM 33:1998 - Amostragem de concreto fresco.
- Moldagem dos corpos de prova ou preenchimento dos moldes deve atender um procedimento rigoroso que está descrito na ABNT NBR 5738:2003 Concreto.
- Ensaio de resistência a ruptura deve ser atendido o método ABNT NBR 5739:2007 Concreto.

Figura 2 - Ensaio de Slump test ou abatimento



Fonte: <http://engenheirosunidos.com.br/ensaio-de-abatimento-do-concreto-slump-teste/> 27 de março de 2016 (adaptado).

Portanto mediante as concordâncias dessas características finais com aquelas que foram anteriormente adotadas e especificadas no projeto pode-se medir a qualidade, e conseqüentemente a confiabilidade ou rigor da execução.

6 Coleta do Material e Ferramentas Utilizadas no Ensaio

No momento em que a betoneira estacionar no local da obra e começar a bater (homogeneizar) o concreto, o funcionário responsável ou laboratorista retira a amostra para a realização do ensaio de abatimento ou Slump teste. A moldagem da amostra deve ser realizada no momento em que o concreto está sendo descarregado. Os moldes de aço têm que estarem limpos e revestidos internamente com

óleo mineral em seu interior. No momento da moldagem devem ser retiradas duas amostras relativa a cada data de ensaio e não pode sofrer interrupções. São colocados em cada molde cônico três camadas de volumes iguais de concreto. Em cada camada são aplicados 25 golpes com soquete apropriado, distribuídos uniformemente em toda a superfície do concreto. Em seguida, é retirado o molde suavemente em um intervalo de dez segundos. O abatimento é a diferença entre a altura do molde e o cone abatido de concreto. Após feito o teste, o engenheiro ou responsável por receber o material autoriza ou não a descarga.

As ferramentas utilizadas para o teste são:

- Betoneira ou misturador de concreto;
- Concha metálica;
- Colher de pedreiro;
- Moldes cilíndricos de 10x20cm ou 15x30cm
- Tronco de cone para abatimento;
- Haste de adensamento padronizado;
- Placa de base para abatimento;

7 Ensaio de Abatimento por Tronco de Cone (Slump Test)

Como especificado pela NBR 5738 – Moldagem de corpos de prova, o tronco de cone e a placa de base devem estar limpos e sem defeitos e deverá ser revestido em seu interior com óleo mineral deve estar sobre uma base nivelada. Depois é recolhida a amostra e seu tempo máximo para a moldagem é de 15 minutos. Durante o preenchimento do molde, o operador deverá pressionar com os pés nas aletas do molde, a fim de deixá-lo firme.

Assim como já dito deve ser retirado duas amostras relativa à sua data de rompimento e cada molde deverá ser preenchido por 03 camadas de concreto e cada camada deverá ser adensada com 25 golpes distribuídos uniformemente com a haste padronizada. A moldagem tem que ser realizada bem próximo do local onde serão armazenados os corpos de prova, pois não poderão ser movimentados nas primeiras 24 horas.

Figura 3 - Adensamento na terceira camada



Fonte: Laboratório Mec For Engenharia, Campo Grande - MS dia 14 de abril de 2016



Limpar a placa da base e retirar o molde suavemente na direção vertical. O abatimento do tronco de cone será a distância da base superior do molde ao centro da base da amostra, identificada na régua.

Figura 4 - Tronco cone, base nivelada, haste, concha metálica e colher de pedreiro



Fonte - Laboratório Mec For Engenharia, Campo Grande - MS dia 14 de abril de 2016

Figura 5 - Slump test ou abatimento



Fonte - Laboratório Mec For Engenharia, Campo Grande - MS dia 14 de abril de 2016

8 Produção e Preparação dos Corpos-de-Prova

Assim que autorizado, o concreto é despejado e nesse momento retira-se do terço médio do volume da betoneira amostra para a confecção dos corpos-de-prova para ensaios de compressão. Utilizando os equipamentos e materiais necessários, inicia-se a moldagem em moldes cilíndricos de 15 x 30 cm ou 10 x 20 cm, mas primeiro é aplicado um desmoldante ou óleo mineral no interior do molde deixando-o úmido.

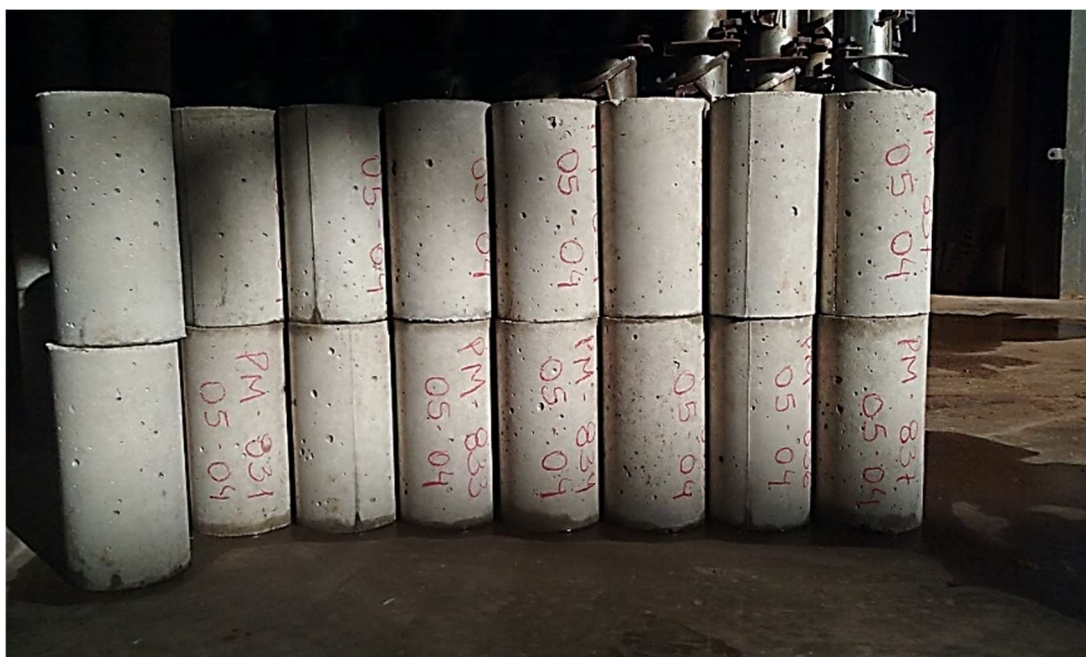
Figura 6 - Moldes cilíndricos



Fonte - Laboratório Mec For Engenharia, Campo Grande - MS dia 14 de abril de 2016

Os corpos-de-prova são cobertos com um filme plástico e armazenados para que fiquem protegidos da perda de água e das intempéries. As amostras não devem sofrer nenhum tipo de movimento ou vibração por 24 horas. Após esse tempo, deverão ser retirados da obra e transportados para o laboratório, onde serão desenformados, identificados e acondicionados em câmara úmida até a data do ensaio de compressão. O ensaio a compressão poderá ser realizado depois de 3, 7 ou 28 dias, dependendo da data preestabelecida pelo projetista da estrutura.

Figura 7 - Amostras identificados e desenformados



Fonte - Laboratório Mec For Engenharia, Campo Grande - MS dia 14 de abril de 2016

Figura 8 - Amostras imersas na câmara úmida



Fonte - Laboratório Mec For Engenharia, Campo Grande - MS dia 14 de abril de 2016

Assim que definida a data de ruptura, os corpos-de-prova são retirados da câmara úmida e levados para faceamento dos topos (retífica) ou capeamento com enxofre. No entanto capeamento com enxofre está sendo deixado de lado pelo fato de ter cheiro muito forte e precisar de procedimentos especiais em seu manuseio.

Após essa regularização, as amostras passam por ensaios de resistência à compressão em uma prensa devidamente calibrada, que comprovará se o material atende às especificações exigidas ou não no projeto estrutural.

Figura 9 - Máquina de retifica ou faceamento dos corpos de prova



Fonte - Laboratório Mec For Engenharia, Campo Grande - MS dia 14 de abril de 2016

Figura 10 - Corpos de prova nivelados em suas faces



Fonte - Laboratório Mec For Engenharia, Campo Grande - MS dia 14 de abril de 2016

9 Ensaio de Compressão

As bases dos corpos de prova são niveladas na retífica com auxílio de uma lixa. A aparelhagem necessária para a execução é a máquina de ensaio a compressão. Os corpos-de-prova devem ser posicionados de modo que seu eixo coincida com a máquina, de modo que a resultante das forças passe pelo centro. As faces dos pratos de carga e do corpo-de-prova devem estar sempre limpas antes de qualquer ensaio de ruptura para que o corpo-de-prova possa ser colocado em posição de ensaio. A distância entre os pratos de compressão deve ser ajustada para facilitar a introdução e o alinhamento do corpo-de-prova entre os pratos, além de fixar o corpo de prova na máquina. A carga é aplicada continuamente, sem choque, até que as amostras se rompam.

Figura 11 - Máquina de ensaio a compressão



Fonte - Laboratório Mec For Engenharia, Campo Grande - MS dia 14 de abril de 2016



10 Ensaio

Com este relatório, juntamente com a aplicação prática, venho com o objetivo de mostrar a metodologia de como se realizar de um ensaio padronizado de compressão. Porém a elaboração desse relatório proporciona uma compreensão dos dados obtidos em um laboratório de Campo Grande-MS onde foram rompidos corpos de prova de 12 canteiros de obras, onde 5 empresas eram responsáveis pelas construções. O laboratório responsável por auxiliar na busca de resultados em Campo Grande-MS é a MEC FOR ENGENHARIA, onde recolhemos amostras para rompimento entre 7 dias e amostras para o rompimento para 28 dias.

Verificamos a capacidade real de resistência de uma determinada quantidade de amostras de corpo de prova concreto retirados de cada canteiro e assim, determinamos se a resistência a compressão axial do concreto do material a ser utilizado nas obra estão atendendo as exigências estabelecidas na norma ABNT NBR 5739:2007 - Ensaio de compressão de corpos-de-prova cilíndricos e ABNT NBR 12655:2015 – Concreto de cimento Portland – Preparo, controle, recebimento e aceitação – Procedimento. (Concreto utilizado nos ensaios a compressão axial foi CIII E32 da **Classe 32** – resistência a compressão de 32,0 Mpa.

Tabelas de ensaios a compressão de corpos de prova para 7 dias

Corpo de prova 10 x 20 cm

Tabela 2 - Construtora Hotel Vale Verde (HVV)

IDENTIFICAÇÃO MEC FOR	DATA MOLDE	DATA DO ENSAIO	IDADE (DIAS)	CARGA 1 (KN)	CARGA 2 (KN)	FCK (MPa) CARGA 1	FCK (MPa) CARGA 2
HVV 110	01/04/2016	08/04/2016	7	256	238	36,26	33,71
HVV 111	01/04/2016	08/04/2016	7	244	252	34,56	35,69
HVV 112	01/04/2016	08/04/2016	7	227	216	32,15	30,59
HVV 113	01/04/2016	08/04/2016	7	248	238	35,12	33,71
HVV 114	01/04/2016	08/04/2016	7	257	259	36,40	36,68
HVV 115	01/04/2016	08/04/2016	7	267	236	37,81	33,42
HVV 116	01/04/2016	08/04/2016	7	255	262	36,11	37,11
HVV 117	01/04/2016	08/04/2016	7	266	246	37,67	34,84
HVV 118	01/04/2016	08/04/2016	7	271	264	38,38	37,39

Fonte - Laboratório Mec For Engenharia, Campo Grande - MS dia 14 de abril de 2016, (adaptado)

Tabela 3 - CONSTRUTORA VANGUARD Aquaverano

IDENTIFICAÇÃO MEC FOR	DATA MOLDE	DATA DO ENSAIO	IDADE (DIAS)	CARGA 1 (KN)	CARGA 2 (KN)	FCK (MPa) CARGA 1	FCK (MPa) CARGA 2
AV1 408	01/04/2016	08/04/2016	7	247	265	34,98	37,53

Fonte - Laboratório Mec For Engenharia, Campo Grande - MS dia 14 de abril de 2016, (adaptado)



Tabela 4 - CONSTRUTORA VANGUARD Aquaverano

IDENTIFICAÇÃO MEC FOR	DATA MOLDE	DATA DO ENSAIO	IDADE (DIAS)	CARGA 1 (KN)	CARGA 2 (KN)	FCK (MPa) CARGA 1	FCK (MPa) CARGA 2
AVP 135	01/04/2016	08/04/2016	7	238	244	33,71	34,56
AVP 136	01/04/2016	08/04/2016	7	255	248	36,11	35,12

Fonte - Laboratório Mec For Engenharia, Campo Grande - MS dia 14 de abril de 2016, (adaptado)

Tabela 5 - CONSTRUTORA PLAENGE Sunrise

IDENTIFICAÇÃO MEC FOR	DATA MOLDE	DATA DO ENSAIO	IDADE (DIAS)	CARGA 1 (KN)	CARGA 2 (KN)	FCK (MPa) CARGA 1	FCK (MPa) CARGA 2
SUN 504	01/04/2016	08/04/2016	7	256	269	36,26	38,10

Fonte - Laboratório Mec For Engenharia, campo grande - MS dia 14 de abril de 2016, (adaptado)

Tabela 6 - CONSTRUTORA EGELT Traço experimental

IDENTIFICAÇÃO MEC FOR	DATA MOLDE	DATA DO ENSAIO	IDADE (DIAS)	CARGA 1 (KN)	CARGA 2 (KN)	FCK (MPa) CARGA 1	FCK (MPa) CARGA 2
T 05	01/04/2016	08/04/2016	7	251,5	244,6	35,62	34,64
T 06	01/04/2016	08/04/2016	7	238	233,5	33,71	33,07

Fonte - Laboratório Mec For Engenharia, Campo Grande - MS dia 14 de abril de 2016, (adaptado)

Tabela 7 - CONSTRUTORA PLAENGE Spezia residencial

IDENTIFICAÇÃO MEC FOR	DATA MOLDE	DATA DO ENSAIO	IDADE (DIAS)	CARGA 1 (KN)	CARGA 2 (KN)	FCK (MPa) CARGA 1	FCK (MPa) CARGA 2
SPR 145	01/04/2016	08/04/2016	7	238,6	232,5	33,79	32,93
SPR 146	01/04/2016	08/04/2016	7	244,7	231	34,66	32,71
SPR 147	01/04/2016	08/04/2016	7	252,3	251	35,73	35,55
SPR 148	01/04/2016	08/04/2016	7	248	256,5	35,12	36,33
SPR 149	01/04/2016	08/04/2016	7	255,2	249	36,14	35,26
SPR 150	01/04/2016	08/04/2016	7	238,2	238,6	33,73	33,79
SPR 151	01/04/2016	08/04/2016	7	247,8	251	35,09	35,55

Fonte - Laboratório Mec For Engenharia, Campo Grande - MS dia 14 de abril de 2016, (adaptado)

Tabelas de ensaios a compressão axial de corpos de prova para 28 dias

Corpos de prova 10 x 20 cm

Tabela 8 - CONSTRUTORA PLAENGE Sunrise

IDENTIFICAÇÃO MEC FOR	DATA MOLDE	DATA DO ENSAIO	IDADE (DIAS)	CARGA 1 (KN)	CARGA 2 (KN)	FCK (MPa) CARGA 1	FCK (MPa) CARGA 2
SUN 478	11/03/2016	08/04/2016	28	367	344,8	51,98	48,83
SUN 479	11/03/2016	08/04/2016	28	354,9	352,3	50,26	49,90

Fonte - Laboratório Mec For Engenharia, Campo Grande - MS dia 14 de abril de 2016, (adaptado)



Tabela 9 - CONSTRUTORA PLAENGE Monteroso

IDENTIFICAÇÃO MEC FOR	DATA MOLDE	DATA DO ENSAIO	IDADE (DIAS)	CARGA 1 (KN)	CARGA 2 (KN)	FCK (MPa) CARGA 1	FCK (MPa) CARGA 2
MT 637	11/03/2016	08/04/2016	28	386,4	356	54,73	50,42
MT 638	11/03/2016	08/04/2016	28	375,2	368	53,14	52,12
MT 639	11/03/2016	08/04/2016	28	355,9	382,4	50,41	54,16
MT 640	11/03/2016	08/04/2016	28	361,5	365,5	51,20	51,77
MT 641	11/03/2016	08/04/2016	28	397	384,8	56,23	54,50
MT 642	11/03/2016	08/04/2016	28	368,2	359,9	52,15	50,97
MT 643	11/03/2016	08/04/2016	28	367,1	398,6	51,99	56,45
MT 644	11/03/2016	08/04/2016	28	388,8	376,7	55,07	53,35
MT 645	11/03/2016	08/04/2016	28	395,8	363,4	56,06	51,47
MT 646	11/03/2016	08/04/2016	28	351,2	383,1	49,74	54,26
MT 647	11/03/2016	08/04/2016	28	377,6	363,9	53,48	51,54
MT 648	11/03/2016	08/04/2016	28	380	391,5	53,82	55,45
MT 649	11/03/2016	08/04/2016	28	400,1	402,5	56,67	57,01
MT 650	11/03/2016	08/04/2016	28	381,5	382,2	54,03	54,13
MT 651	11/03/2016	08/04/2016	28	399,1	366,5	56,52	51,91
MT 652	11/03/2016	08/04/2016	28	374,3	385,5	53,01	54,60
MT 653	11/03/2016	08/04/2016	28	400,3	395	56,69	55,94
MT 654	11/03/2016	08/04/2016	28	378,8	388,9	53,65	55,08

Fonte - Laboratório Mec For Engenharia, Campo Grande - MS dia 14 de abril de 2016, (adaptado)

Tabela 10 - CONSTRUTORA PLAENGE Plaza Maior

IDENTIFICAÇÃO MEC FOR	DATA MOLDE	DATA DO ENSAIO	IDADE (DIAS)	CARGA 1 (KN)	CARGA 2 (KN)	FCK (MPa) CARGA 1	FCK (MPa) CARGA 2
PM 774	11/03/2016	08/04/2016	28	383,4	396,1	54,30	56,10
PM 775	11/03/2016	08/04/2016	28	387,6	377,8	54,90	53,51
PM 776	11/03/2016	08/04/2016	28	365,9	388,8	51,82	55,07
PM 777	11/03/2016	08/04/2016	28	381,5	397,1	54,03	56,24

Fonte - Laboratório Mec For Engenharia, Campo Grande - MS dia 14 de abril de 2016, (adaptado)

Tabela 11 – CONSTRUTORA PLAENGE. Plaenge August Rodin

IDENTIFICAÇÃO MEC FOR	DATA MOLDE	DATA DO ENSAIO	IDADE (DIAS)	CARGA 1 (KN)	CARGA 2 (KN)	FCK (MPa) CARGA 1	FCK (MPa) CARGA 2
PAR 949	11/03/2016	08/04/2016	28	377,8	392,1	53,51	55,53

Fonte - Laboratório Mec For Engenharia, Campo Grande - MS dia 14 de abril de 2016, (adaptado)



Tabela 12 - CONSTRUTORA MRV De Palma

IDENTIFICAÇÃO MEC FOR	DATA MOLDE	DATA DO ENSAIO	IDADE (DIAS)	CARGA 1 (KN)	CARGA 2 (KN)	FCK (MPa) CARGA 1	FCK (MPa) CARGA 2
DP 121	11/03/2016	08/04/2016	28	388,7	393,6	55,05	55,75
DP 122	11/03/2016	08/04/2016	28	399,8	400,1	56,62	56,67
DP 123	11/03/2016	08/04/2016	28	379,3	374,9	53,72	53,10
DP 124	11/03/2016	08/04/2016	28	381,5	396,5	54,03	56,16
DP 125	11/03/2016	08/04/2016	28	400,5	400	56,72	56,65
DP 126	11/03/2016	08/04/2016	28	394,3	390,1	55,84	55,25
DP 127	11/03/2016	08/04/2016	28	380,5	377,9	53,89	53,52
DP 128	11/03/2016	08/04/2016	28	366,4	398,5	51,89	56,44
DP 129	11/03/2016	08/04/2016	28	386,5	379,1	54,74	53,69
DP 130	11/03/2016	08/04/2016	28	384,4	391,9	54,44	55,50
DP 131	11/03/2016	08/04/2016	28	375,1	384,3	53,13	54,43
DP 132	11/03/2016	08/04/2016	28	399,5	392,3	56,58	55,56

Fonte - Laboratório Mec For Engenharia, Campo Grande - MS dia 14 de abril de 2016, (adaptado)

Tabela 13 - HVM CONSTRUTORA (HVM)

IDENTIFICAÇÃO MEC FOR	DATA MOLDE	DATA DO ENSAIO	IDADE (DIAS)	CARGA 1 (KN)	CARGA 2 (KN)	FCK (MPa) CARGA 1	FCK (MPa) CARGA 2
HVM 276	11/03/2016	08/04/2016	28	387,8	388	54,92	54,95
HVM 277	11/03/2016	08/04/2016	28	391,5	377,4	55,45	53,45
HVM 278	11/03/2016	08/04/2016	28	400,2	394,5	56,68	55,87
HVM 279	11/03/2016	08/04/2016	28	391,2	388,3	55,41	55
HVM 280	11/03/2016	08/04/2016	28	387,5	381,2	55,88	53,99
HVM 281	11/03/2016	08/04/2016	28	387,9	397,7	54,94	56,33

Fonte - Laboratório Mec For Engenharia, Campo Grande - MS dia 14 de abril de 2016, (adaptado)

Foram retirados do canteiro de obras 2 corpos de prova para cada ensaio, onde será adotado o maior valor encontrado na hora da ruptura. Assim como mostra cada tabela, onde foi destacado em vermelho os maiores valores encontrados. Lembrando que os ensaios a compressão realizados foram apenas com corpos de prova imersos em água limpa onde ficaram entre 7 e 28 dias imersos em seu tempo de cura, e que após ser retirado da câmara úmida onde estavam as amostras de corpo de prova, fizeram-se o nivelamento de suas faces na máquina de retífica e houve um tempo de tolerância de 24 horas antes do horário de rompimento.

Os dados obtidos dos ensaios a compressão realizados em 7 e 28 dias foram analisados, e a partir deles construímos para cada idade um gráfico que representa a variação de resistências das amostras retiradas, onde foi encontrado o (fck estatístico), observando a máxima resistência encontrada estatisticamente entre as amostras das empresas retiradas de cada canteiro de obras.

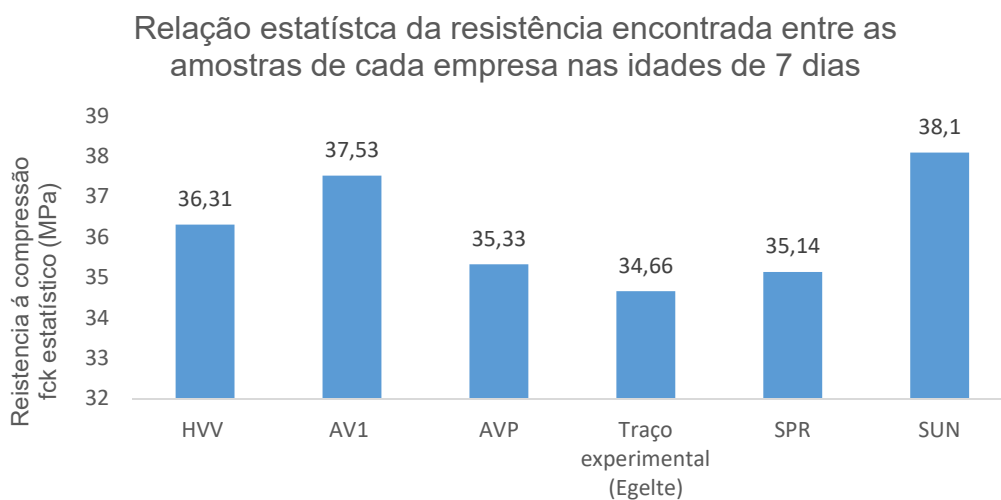


11 Representação Gráfica dos Ensaios

Gráficos com valores estatísticos de resistências obtidos em ensaios a compressão axial de corpos de prova com idades de 07 e 28 dias

Corpos de prova 10 x 20 cm

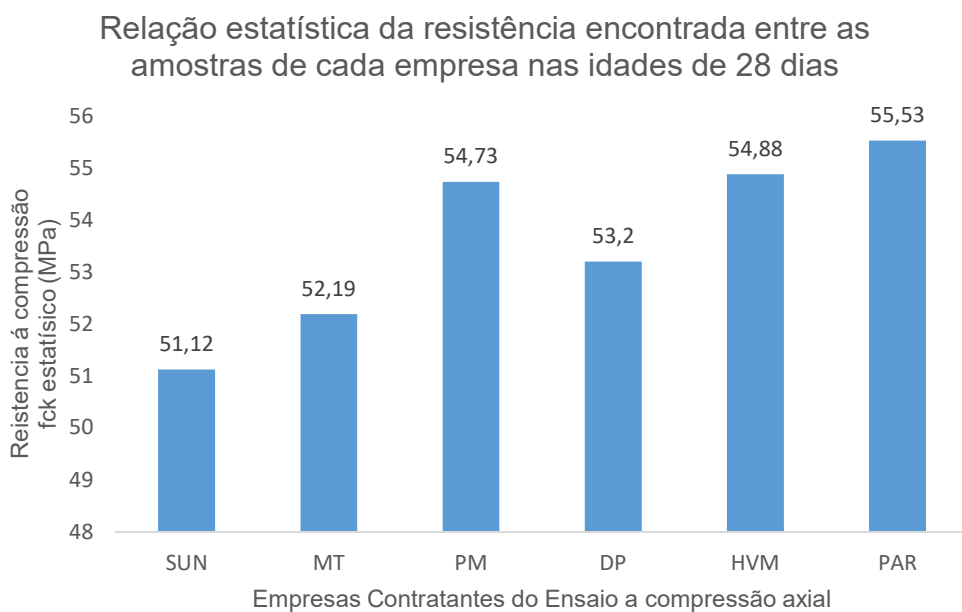
Gráfico 1 - Valores estatísticos de amostras (idade 7 dias)



Empresas Contratantes do Ensaio a compressão axial

Fonte - Laboratório Mec For Engenharia, Campo Grande - MS dia 14 de abril de 2016, (adaptado)

Gráfico 2 - Valores estatísticos de amostras (idade 28 dias)



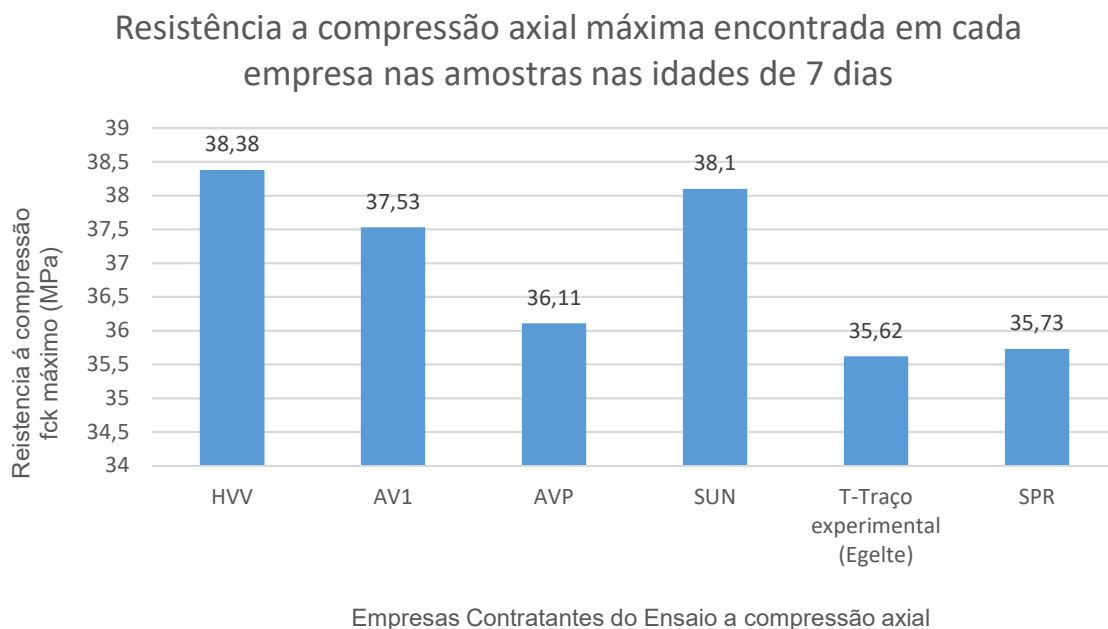
Fonte - Laboratório Mec For Engenharia, Campo Grande - MS dia 14 de abril de 2016, (adaptado)



Gráficos de resistências máximas obtidos em ensaios a compressão axial de corpos de prova com idades de 7 e 28 dias

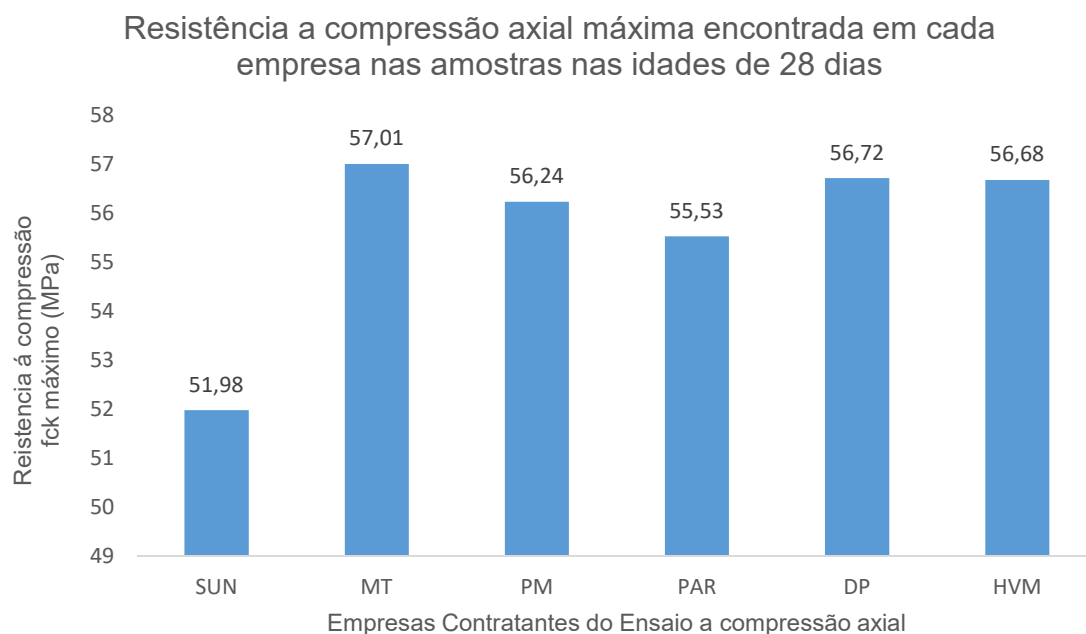
Corpos de prova 10 x 20 cm

Gráfico 3 - Valores máximo de amostras (idade 7 dias)



Fonte - Laboratório Mec For Engenharia, campo grande - MS dia 14 de abril de 2016, (adaptado)

Gráfico 04 - Valores máximo de amostras (idade 28 dias)



Fonte - Laboratório Mec For Engenharia, Campo Grande - MS dia 14 de abril de 2016, (adaptado)



12 Conclusão

Conclui-se que obter o controle tecnológico do concreto focando em sua qualidade final após ser recebido, lançado, retirado seu corpo de prova, ensaiado, e depois visualizar seus dados no canteiro de obras e adequar seus valores de resistência à compressão para que fiquem nas conformidades do projeto, é nos assegurar da ampla segurança que a estrutura deve corresponder ao que foi adotado previamente no projeto, e seguir normas é essencial na execução para obter um excelente desempenho sem atrasos e superfaturamentos, pois até agora em algumas concreteiras, canteiros de obras e, obras de pequeno porte isso não está sendo seguido.

É sugerido aos acadêmicos e futuros profissionais da área que realizem novas pesquisas e que sempre procurem melhorar nossos dados, pois a resistência a compressão do concreto é um dado muito importante que pode melhorar e muito nosso desempenho na área da engenharia civil.

Portanto, os objetivos planejados foram alcançados onde desde o início buscamos seguir os procedimentos de forma correta focando no resultado final de cada objetivo.

Nos ensaios realizados conseguimos apresentar dados precisos no processo experimental. Seguindo os critérios estabelecidos na norma ABNT NBR 5739:2007 - Ensaio de compressão de corpos-de-prova cilíndricos e ABNT NBR 12655:2015 – Concreto de cimento Portland – Preparo, controle, recebimento e aceitação – Procedimento, porém os ensaios foram feitos com corpo de prova imersos em água nas idades de 7 dias e 28 dias, onde pôde ser verificado que houve grande eficiência nesse processo de cura, que nos levou a alcançar resistências de quase 60 MPa em ensaios de 28 dias e quase 40 MPa em ensaios de 7 dias. No entanto existem fatores que não podem ser descartados como a granulometria do material (agregados graúdos e agregados miúdos), quantidade de água, quantidade de cimento, mistura e adição de aditivos, onde podem aumentar ou diminuir a resistência a compressão do concreto colocando em risco a estrutura que está sendo executada na obra.

13 Referências

ARGENTA, Marco A. *Estruturas de Concreto I*. Apostila; UFPR de 2012.
www.cesec.ufpr.br/disciplinas/concreto.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS ABNT NBR 12655 - *Concreto de cimento Portland - Preparo, controle, recebimento e aceitação – Procedimento*. Rio de Janeiro de 2015.
<https://www.abntcatalogo.com.br/norma.aspx?ID=329285>.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS ABNT NBR 5739 – *Concreto: Ensaio de compressão de corpos de prova cilíndricos*. Rio de Janeiro. Revisão de 2007.
<https://www.abntcatalogo.com.br/norma.aspx?ID=767>.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS ABNT NBR 6118 - *Projeto de estruturas de concreto — Procedimento*. Rio de Janeiro. Revisão de 2014.
<https://www.abntcatalogo.com.br/norma.aspx?ID=317027>.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS ABNT NBR NM 67 – *Concreto: Determinação da consistência pelo abatimento do tronco de cone*. Rio de Janeiro. Revisão de 1998.

FARIA, Renato. *Tecnologia*. PINI. Novembro/2009.



MARINO, Marcos A. *Concreto Armado da UFPR*. Apostila UFPR de 2006. (Texto Base)
www.cesec.ufpr.br/disciplinas/concreto.

TECHNE PINI. Edição 159 – junho de 2010. <http://techne.pini.com.br/engenharia-civil/159/concretagem-de-lajes-cuidados-antes-durante-e-apos-o-285807-1.aspx>.

Recebido em: 30 de julho de 2018.

Aceito em: 5 de agosto de 2018.

