



T08 – Estruturas e Modelagem Computacional

ANALISE COMPARATIVA DA RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO DO CONCRETO QUANTO A VERIFICAÇÃO DA CURA ATÉ OS 28 DIAS

*Arthur de Souza Silva¹, Bruno Santos dos Reis², Estevão Caetano Netto³,
Andrea Quaranta Barbosa⁴*

RESUMO: *O presente artigo partiu da necessidade de obter-se um concreto mais resistente em processos construtivos mais eficazes, então, com a utilização do cimento CP-II-Z-32 RS realizou-se uma comparação entre condições distintas de cura. Objetivando uniformizar o comportamento da resistência, processou-se a moldagem de 10 (dez) corpos de provas para cada condição de cura (úmida e seca), sendo catalogados para atingir a resistência aos 7 (sete) dias e 28 (vinte e oito) dias. No decorrer do estudo elaborado, foi possível observar a relevância da cura, e os diferentes desempenhos, do concreto nos canteiros de obra. Em verificação gráfica da resistência dos corpos de prova utilizados, notou-se que o cumprimento da cura, para o concreto, demonstra uma necessidade de hidratação para efetivação da redução máxima da retração no que diz respeito a sua durabilidade, obtendo uma maior preservação de suas propriedades físicas e estruturais.*

PALAVRAS-CHAVE: *Concreto, Cura, Resistência.*

1. INTRODUÇÃO

O material concreto é o resultado da mistura entre cimento, água, brita e areia sendo um dos materiais mais importantes na área de Engenharia Civil. Com intenção de inspecionar a resistência de 30MPa dos corpos de provas, para aplicação e não aplicação da cura, as quantidades dos componentes dos moldes devem ser dosadas através da determinação do traço de concreto que é a indicação de quantidade dos materiais que o compõe e serve para controle da resistência e qualidade do concreto de forma pré-definida, visto que as amostras foram destinadas para cilindros e tomaram forma de chamados corpo de prova, em que geralmente são realizadas moldagens de 4 (quatro) amostras, sendo efetuado o primeiro rompimento aos 7 dias, pois é quando ocorre a maior variação de resistência, o segundo com 14 dias, o terceiro com 21 dias e o quarto com 28 dias, pois é quando atinge a resistência máxima para aquele traço utilizado, contudo para o estudo do presente artigo o rompimento foi realizado na primeira e na última etapa de rompimento previsto no controle de

¹ Afiliação: Universidade Tiradentes – Campus Farolândia: arthur.souza95@souunit.com.br

² Afiliação: Universidade Tiradentes – Campus Farolândia: bruno.sdos@souunit.com.br

³ Afiliação: Universidade Tiradentes – Campus Farolândia: estevao.caetano@souunit.com.br

⁴ Afiliação: Universidade Tiradentes – Campus Farolândia: andrea.quaranta@souunit.com.br



qualidade e segurança através da norma NBR 5738/03 (CASTRO, 2015).

O concreto, como material estrutural, apresenta diversas vantagens comparadas a outros materiais. Ele é moldável, permitindo assim uma grande variação de formas e apresenta uma resistência considerável a muitos dos tipos de esforços, desde que seja realizado um correto dimensionamento e um adequado detalhamento das armaduras. A estrutura tem um custo consideravelmente baixo dos materiais que o compõe: água e agregados graúdos e miúdos. A mão-de-obra também tem baixo custo, pois em geral não exige profissionais com elevado nível de qualificação, é pouco permeável à água, quando é executado em boas condições, É um material seguro contra fogo, desde que a armadura seja corretamente protegida pelo cobrimento. É também resistente a choques e vibrações, efeitos térmicos, atmosféricos e a desgastes mecânicos. (PINHEIRO, 2003).

O concreto, apesar das diversas vantagens tem também algumas restrições, que devem ser analisadas, e a partir daí as providências adequadas para atenuar suas consequências devem ser tomadas. As principais restrições são: baixa resistência à tração, fragilidade, fissuração, peso próprio elevado, custo de formas para moldagem e corrosão das armaduras. Com finalidade de atender requisitos conforme os prazos e economia da construção civil, o processo de cura é constantemente debatido e as poucas vantagens não diminuem a utilização do concreto no dia a dia, da Engenharia Civil, porém faz com que seja estudado e apareçam novas descobertas a fim de minimizar as poucas restrições da utilização da cura. (PINHEIRO, 2003).

2. METODOLOGIA

Para efeitos experimentais, foi realizado o teste em corpos de prova, com traço de concreto definido seguindo a norma NBR 12655/06. Foi encontrado o traço de 1:1,28:2,64:0,45 (cimento, areia, brita, água) para produção da argamassa de cimento, almejando atingir uma resistência de 30MPa, gerado a verificação da diferença entre a resistência do concreto com cura úmida e seca, foi feito o experimento com 20 (vinte) corpos de prova, sendo que 10 (dez) passaram pelo processo de cura úmida e 10 (dez) pelo processo de cura seca.



Foram utilizados para confecção do corpo de prova, o cimento CP II-Z-32 RS, areia média e brita 1, disponibilizados pelo Centro Tecnológico de Engenharia e Arquitetura (CTEA) situado na Universidade Tiradentes (UNIT – Campus Farolândia, Aracaju/SE). Após definido o traço e diagnosticado que a areia encontrava-se úmida, foi realizado o método do fogareiro para determinar a umidade ótima da areia. Esse método foi utilizado por trazer resultados mais rápidos comparado com a estufa. Em seguida, foi feita a análise da quantidade de água a ser adicionada. Logo após realizou-se a pesagem dos materiais a serem utilizados, para corpos de prova cilíndricos com dimensões 10cm x 20cm. Após todos os cálculos, a areia foi colocada em um recipiente, logo depois o cimento foi adicionado e misturado como mostra a figura 1, seguidamente de brita e água, realizando-se a mistura para que o concreto ficasse totalmente homogeneizado.

Figura 1 – Homogeneização da mistura para confecção dos corpos de prova.



Fonte: Os Autores (2018)

Para confeccionar os corpos de prova, de acordo com a NBR – 5738/03, primeiro foi untado o cilindro com óleo diesel para facilitar a retirada do corpo de prova da forma e depois o mesmo foi preenchido até a metade com o concreto e foram dados 12 golpes, com a mesma frequência, com uma haste metálica adequada. Depois, foi adicionado concreto até a borda do cilindro e novamente golpeou-se 12 vezes. O mesmo procedimento foi repetido para todos os corpos de prova confeccionados, devidamente identificados, com data e horário da confecção e armazenados em local adequado, previsto para retirada da fôrma após as 24 horas, previsto em norma. Metade dos corpos de provas foi colocada em tanque com água para determinação de suas condições na cura úmida e a outra metade ficou em local (adequado), sujeito a condições normais de temperatura, para determinação de suas características devido à cura seca.



3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Com base nos dados obtidos em norma (NBR 5738/03) para o procedimento da prática que visou determinar a cura durante os períodos de 7 e 28 dias, 20 (vinte) corpos de prova foram sujeitos a compressão em uma prensa elétrica com capacidade de 100t, para concreto, sendo que desses 10 (dez) corpos de prova foi efetuada a cura úmida e os outros 10 (dez) com a cura seca.

Para facilitar observação dos resultados obtidos no ensaio, os valores serão transformados de Kgf/cm^2 (quilograma.força/centímetros ao quadrado) para MPa (Mega Pascal), considerando as seguintes condições para a devida transformação:

- Gravidade (g): $9,81 \text{ m/s}^2$
- Conversão de tonelada (t) para quilogramas (Kg): $1 - 1000$
- Conversão de Kgf/cm^2 para MPa: $1 - 0,1$

De posse dessas condições iniciais, considerando que os corpos de prova foram moldados em forma cilíndrica, pode-se determinar a área do cilindro em cm^2 (centímetro quadrado) através da equação 01 de área do cilindro:

$$A = 2\pi r (h + r)$$

(Equação 01)

Sendo,

- $A \rightarrow$ Área do cilindro (cm^2);
- $r \rightarrow$ Raio (cm);
- $h \rightarrow$ Altura (cm).

Logo obtém-se a área em cm^2 (centímetro quadrado) que possui área correspondente a $785,3982\text{cm}^2$.

Após a moldagem, os corpos de prova foram sujeitos à compressão através da prensa elétrica, sendo observadas nas Tabelas 1 e 2 os valores da tensão exercida da máquina em unidade de toneladas, observando que os valores da carga exercida sobre eles, deverá ser modificado para quilograma, para melhor desenvolvimento de cálculo. As respectivas Tabelas tratam em primeiro lugar (Tabela 1) da experiência referente ao período de 7 dias; em segundo (Tabela 2) da experiência referente ao período de 28 dias.



Tabela 1 – Carga máxima atingida pelos corpos de prova aos 7 dias, devidamente identificados.

Com cura		Sem Cura	
Corpo de prova	Tensão (t)	Corpo de Prova	Tensão (t)
1	18,57	1	18,81
2	19,47	2	17,69
3	24,86	3	19,33
4	21,82	4	16,66
5	22,75	5	17,61

Fonte: Os Autores (2018).

Tabela 2 – Carga máxima atingida pelos corpos de prova aos 28 dias, devidamente identificados.

Com cura		Sem Cura	
Corpo de prova	Tensão (t)	Corpo de Prova	Tensão (t)
6	21,61	6	16,94
7	23,72	7	17,34
8	27,45	8	24,62
9	25,38	9	20,63
10	23,82	10	18,09

Fonte: Os Autores (2018).

Em seguida, embasando-se na área em centímetros, a resistência do concreto poderá ser obtida, através da equação 02, e prontamente transformada em MPa, levando em consideração os valores apresentados na Tabela 1 e 2. Em decorrência dos resultados obtidos, as Tabelas 3 e 4 são apresentadas com as respectivas transformações.

$$fck = \frac{P \times g}{A}$$

(Equação 02)

Sendo,

- fck → Resistência do concreto (Kgf/cm²);
- P → Carga(Kg);
- g → Aceleração da gravidade (m/s²);
- A → Área do cilindro (cm²).

Considerando que os valores da resistência (fck) atingida pelo rompimento dos corpos de prova, após 7 dias de moldagem, será apresentado na Tabela 3, que pretende demonstrar a resistência em Mega Pascal (MPa).

**Tabela 3** – Transformação dos valores da resistência (Fck) em MPa aos 7 dias após a modelagem.

Com cura			Sem cura		
Corpo de prova	Fck (Kgf/cm ²)	Fck (MPa)	Corpo de Prova	Fck (Kgf/cm ²)	Fck (MPa)
1	231,9482	23,1948	1	234,9459	23,4946
2	243,1896	24,3189	2	220,9566	22,0957
3	310,5133	31,0513	3	241,4409	24,1441
4	272,5423	27,2542	4	208,0914	20,8091
5	284,1584	28,4158	5	219,9573	21,9957

Fonte: Os Autores (2018).

Para os corpos de prova rompidos aos 28 dias serão apresentados logo em seguida, na Tabela 6, em que será considerado para a construção do gráfico a ordem crescente da modelagem dos corpos de prova.

Tabela 6 – Transformação dos valores da resistência (Fck) em MPa aos 28 dias após a modelagem.

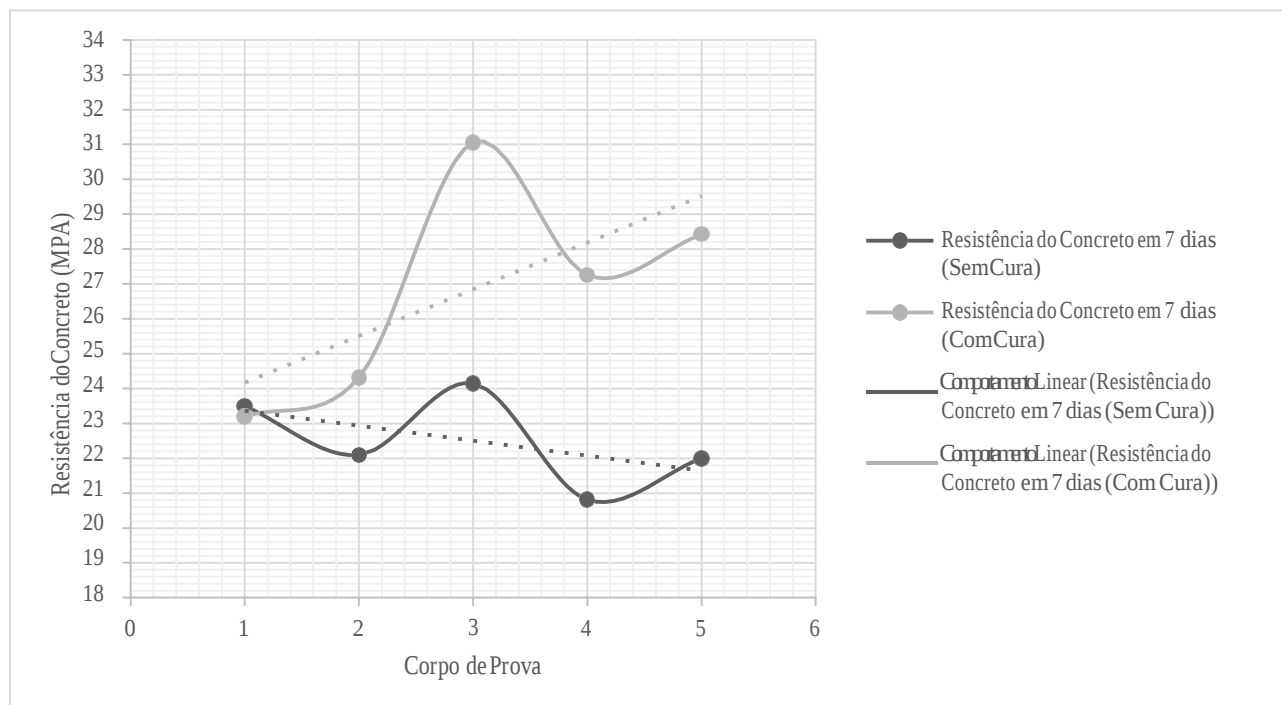
Com cura			Sem cura		
Corpo de prova	Fck (Kgf/cm ²)	Fck (MPa)	Corpo de Prova	Fck (Kgf/cm ²)	Fck (MPa)
6	269,9193	26,9919	6	211,5887	21,1589
7	296,2742	29,6274	7	216,5849	21,6585
8	342,8637	34,2864	8	307,5156	30,7516
9	317,0084	31,7008	9	257,6786	25,7679
10	297,5232	29,7523	10	225,9528	22,5953

Fonte: Os Autores (2018).

Prontamente de posse da resistência (fck) dos corpos de prova, medida em MPa (Mega Pascal), foi gerado o Gráfico 1 para apresentar a resistência do concreto aos 7 dias, após a moldagem dos corpos de prova postos em ordem de confecção relacionando seu comportamento quanto as condições de cura.



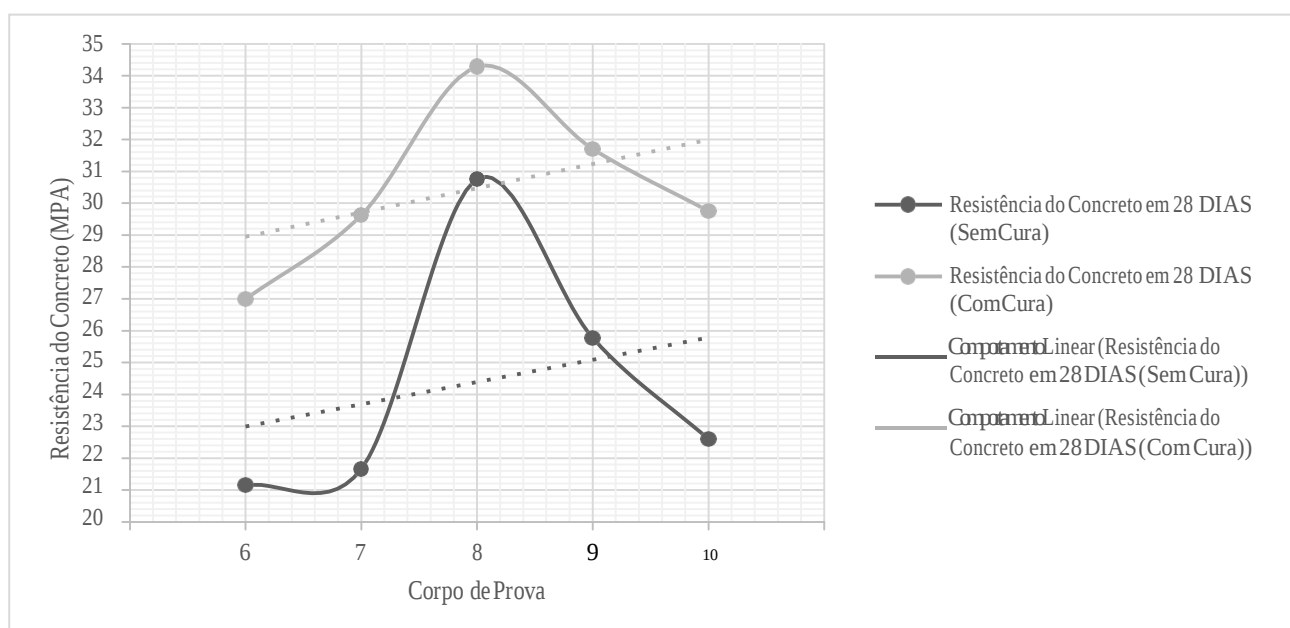
Gráfico 1 – Efeito da resistência do concreto (F_{ck}), medida em MPa, aos 7 dias após a modelagem.



Fonte: Os Autores (2018).

No gráfico 2, é apresentado o mesmo comportamento, porém com a resistência medida aos 28 dias após a moldagem, dos corpos de prova postos em ordem de confecção.

Gráfico 2 – Efeito da resistência do concreto (F_{ck}), medida em MPa, aos 28 dias após a modelagem.



Fonte: Os Autores (2018).



4. CONCLUSÕES

Embasando-se na pesquisa realizada e consequentemente nos resultados obtidos através dela, pode-se concluir que a cura úmida é essencial para o concreto, o qual demonstrou ser bem mais resistente a compressão quando posto na determinada situação, pois seus aspectos visuais demonstraram pouca fissuração e deterioração, diferente dos corpos de prova com cura seca, que apresentaram aspectos de fissuração e ressecamento. Logo, pode ser concluído que a cura úmida é fundamental para hidratar e diminuir a retração seca do concreto, dando a ele uma vida útil mais longínqua, com redução das patologias apresentadas, e por fim, um melhor desempenho quando exposto em situações extremas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, “*NBR 5738/2003 Procedimento para moldagem e cura de corpos de prova*” Rio de Janeiro p. 2-6, 2003.
ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, “*NBR 12655/2006 Concreto de cimento Portland - Preparo, controle e recebimento - Procedimento*” Rio de Janeiro p. 8-18, 2003.
CASTRO, Luiz Fernando Altermann de Castro, “*Estudo de traço de concreto permeável de cimento Portland*” 2015. Disponível em: <<http://repositorio.unisc.br/jspui/handle/11624/1149>> acesso em 25 de abril de 2018
PINHEIRO, L.M. “*Fundamentos do concreto e projeto de edifícios*”. Disponível em: http://coral.ufsm.br/decc/ECC1006/Downloads/Apost_EESC_USP_Libanio.pdf acessado em 21 de março de 2018 às 21:29