

# ANÁLISE DA INFLUÊNCIA DA RESISTÊNCIA MECÂNICA NO TEMPO DE PEGA DE CONCRETOS CONVENCIONAIS

**Pablo Ramiris Sousa Cavalcante<sup>1</sup>; Ronaldo Viana Alencar Junior<sup>2</sup>; Kelvya Maria de Vasconcelos Moreira<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Aluno de Graduação, Curso de Engenharia Civil, CCET, UVA, E-mail: pablorsc.academico@gmail.com;

<sup>2</sup>Graduado em Engenharia Civil- UVA, E-mail: junior-alencar10@hotmail.com;

<sup>3</sup>Docente/Pesquisadora, CCET, UVA, e-mail: kelvya\_moreira@uvanet.br

## RESUMO

A falta de compreensão da influência do tempo de pega do concreto fresco na qualidade do produto acarreta em prejuízos ao setor da construção civil, como atrasos nas obras, aumento do custo final e impactos ambientais pelo descarte do concreto rejeitado. O presente trabalho visou verificar o papel da resistência à compressão na variação do tempo de pega em dois concretos com resistências de 30 MPa e 35 MPa, mais comercialmente adotados. O ensaio para definir o tempo de pega foi executado de acordo com a NBR NM 9 (ABNT, 2003). Com a execução dos ensaios percebeu-se que o aumento da resistência à compressão do concreto acarretou na redução no tempo de pega do concreto. Essa redução alerta para os cuidados ao aplicar concretos de resistências mecânicas elevadas visando garantir a correta execução das etapas de lançamento, adensamento e acabamento do concreto fresco antes de iniciar a pega do concreto.

**Palavras-chaves:** Tempo de Pega do Concreto, Trabalhabilidade, Resistência Mecânica.

## INTRODUÇÃO

O estudo do concreto e suas aplicações desempenham um papel crucial no campo da construção civil e na infraestrutura contemporânea. O concreto é considerado um dos materiais mais flexíveis e amplamente empregados globalmente, sendo imprescindível para a edificação de prédios, pontes, rodovias, barragens e diversas outras estruturas.

Metha e Monteiro (2008) afirmam que o esforço necessário para manipular o concreto em seu estado fresco é medido através do grau de trabalhabilidade. Polesello *et al* (2013) explicam que, com temperaturas ambientes elevadas, acima de 30 °C, o concreto endurece mais rápido quando comparado com concretos expostos a ambientes de temperaturas mais amenas e essa pega em um intervalo menor de tempo provoca uma diminuição na trabalhabilidade do material.

Neville (2016) define o processo de pega como a mudança do estado fluido para o estado endurecido, onde durante o processo de hidratação os primeiros compostos a reagirem são o aluminato tricálcico (C<sub>3</sub>A) e o silicato tricálcico (C<sub>3</sub>S). Embora se busque determinar o tempo de pega da mistura do concreto, os ensaios de determinação do tempo de endurecimento são executados em relação à pasta cimentícia e isso ocasiona pequenas diferenças de tempo.

A norma brasileira NBR 7212 (ABNT, 2021), que trata dos concretos dosados em centrais, estabelece orientações para o transporte e lançamento do concreto fresco. De acordo com essa norma, o concreto deve ser entregue e descarregado na obra em até 150 minutos

após a adição inicial de água à mistura. Em casos onde não há retardadores de endurecimento, o tempo de transporte por caminhão betoneira não deve exceder 90 minutos. Para Oliveira (2018), devido às condições climáticas adversas e ao congestionamento frequente nas grandes cidades, esses prazos nem sempre são cumpridos. Isso tem levado as equipes de construção a se preocuparem em evitar o uso de concreto que tenha ultrapassado esses limites, com o objetivo de garantir a qualidade do material utilizado.

O concreto vencido é aquele concreto fresco que foi aplicado tendo ultrapassado os períodos recomendados pela norma NBR 7212 (ABNT, 2021), como definido por Araújo, Goulart e Oliveira (2017). O uso desse concreto pode gerar problemáticas como redução da durabilidade por apresentar, muitas vezes, um concreto mais poroso e menos capaz de resistir a fatores ambientais como a ação da água e de agentes químicos, o que compromete a resistência do concreto, afetando a estabilidade e segurança da estrutura; problemas como fissuras e descoloração; e aumento dos custos por gerar falhas que resultam em reparos ou substituições, acarretando custos adicionais para os projetos de construção.

Diante do exposto, o objetivo central da pesquisa foi relacionar a resistência à compressão com o tempo de pega dos concretos frescos a fim de verificar o grau de influência entre estes fatores e alertar a comunidade da construção para garantia da qualidade requerida.

## **MATERIAIS E MÉTODOS**

### **Materiais**

Para a consecução da pesquisa foi utilizado o cimento Portland tipo CP II-E-32, caracterizado como um cimento composto por adição de escória.

O agregado miúdo natural utilizado foi a areia de rio lavada; e o agregado graúdo britado possuía diâmetro máximo de 25,00 mm. Tais agregados foram caracterizados no Laboratório de Ensaios em Materiais de Construção e Estruturas (LEMACE) do Curso de Engenharia Civil. Para a caracterização foram realizados os seguintes ensaios tecnológicos: composição granulométrica (ABNT NBR 17054:2022); massa unitária no estado solto, estado compactado e índice de vazios (ABNT NBR 16972:2021); massa específica do agregado miúdo (ABNT NBR 16916:2021) e a massa específica e absorção de água para agregado graúdo (ABNT NBR 16917:2021).

Utilizou-se, ainda, um aditivo plastificante para alcançar a consistência requerida e água do serviço de abastecimento público.

### **Métodos**

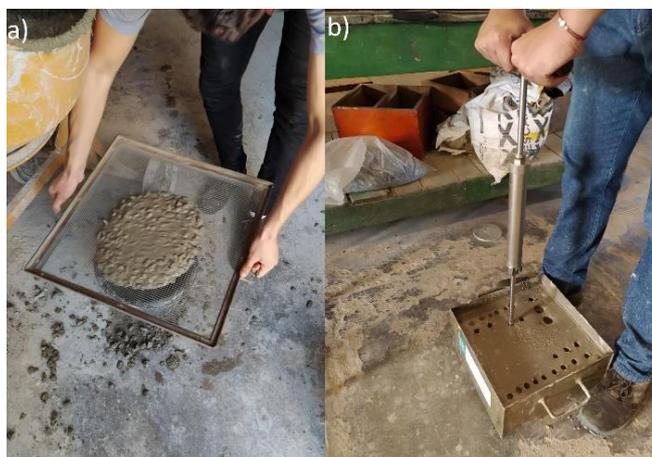
Após a caracterização dos insumos deu-se início ao estudo de dosagem dos concretos, sendo selecionada a metodologia indicada pela Associação Brasileira de Cimento Portland (ABCP), com as atualizações do Instituto Brasileiro do Concreto (IBRACON), e estipulados traços de resistências à compressão características ( $f_{ck}$ ) de 30 MPa (traço 1) e 35 MPa (traço 2), por serem os mais comercialmente utilizados na região de Sobral, Ceará. Além disso, foi utilizado um aditivo plastificante na proporção de 0,30% sobre a massa de cimento para cada traço.

Os traços foram definidos com 420,00 kg e 480,00 kg de cimento por  $m^3$  de concreto para os traços 1 e 2, respectivamente; um mesmo teor de argamassa seca de 55%; e uma consistência de 100 ( $\pm 20$ ) mm para ambos.

Partiu-se para as concretagens, sendo produzidos aproximadamente 60 L de concreto para cada. No estado fresco foi realizado o ensaio de consistência pelo abatimento do tronco de cone (ABNT NBR 16889:2020) e o ensaio de determinação do tempo de pega por meio da resistência à penetração, conforme normatizado pela NBR NM 9 (ABNT, 2003).

Para o ensaio do tempo de pega foi utilizado um penetrômetro de Proctor e um recipiente paralelepípedo de volume igual a 15 L. Para a realização do ensaio foi necessário rodar o traço de concreto, em seguida peneirar o concreto com o auxílio de uma peneira de abertura nominal de 4,75 mm para retirar o agregado graúdo (Figura 1a). A ação de peneirar o concreto é essencial para a execução correta do ensaio, pois se durante a penetração da agulha houvesse brita na massa de concreto, o impacto da agulha na brita ocasionaria em um falso positivo de resistência à penetração. A massa de concreto peneirada foi utilizada para preencher o recipiente paralelepípedo e, em seguida, foram determinados intervalos de tempo para a execução do ensaio de penetração (Figura 1b). O tempo de pega foi determinado quando a resistência à penetração atingiu 3,40 MPa.

Figura 1 – (a) Peneiramento do concreto; e (b) Execução do ensaio de penetração.



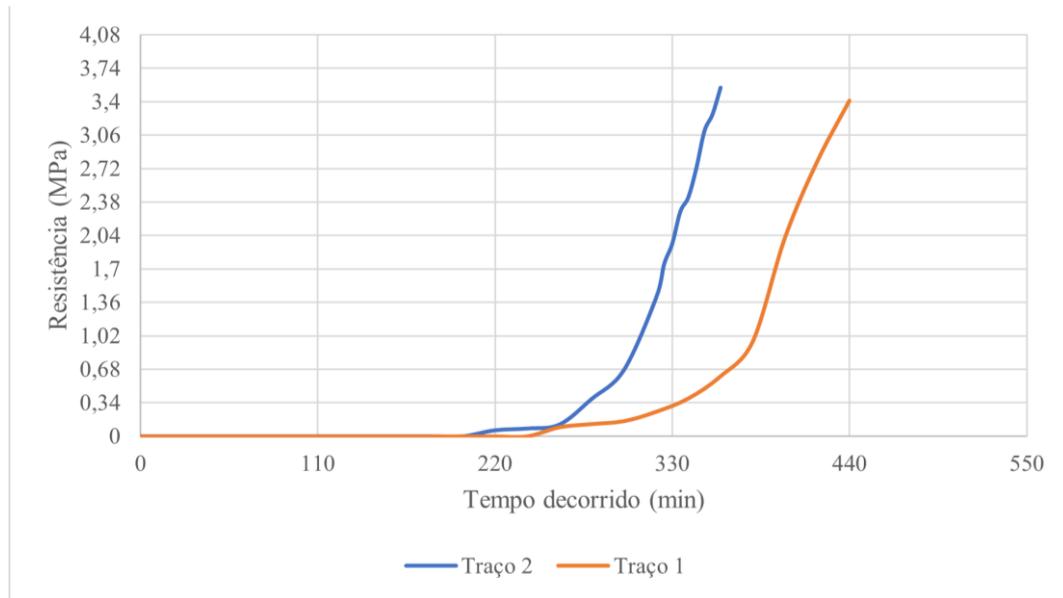
Fonte: Própria (2023).

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os ensaios de abatimento do tronco de cone obtiveram os resultados de 98 mm para o traço 1 e 110 mm para o traço 2, estando, ambos, dentro do intervalo estabelecido durante a dosagem, além de terem apresentado boa coesão, indicando que o teor de argamassa seca foi ideal.

A Figura 2 mostra as curvas de resistência à penetração em função do tempo decorrido para os traços executados na pesquisa.

Figura 2 – Influência da resistência à compressão no tempo de pega caracterizado pela resistência à penetração.



Fonte: Própria (2023).

Da leitura da Figura 1 é possível verificar que o tempo de pega do concreto de traço 1 foi de aproximadamente 440 min (7 horas e 20 min), contado a partir do momento em que o cimento entrou em contato com a água, ainda na betoneira, até o momento em que a resistência à penetração atingiu 3,40 MPa. Para o traço 2 este tempo de pega foi de aproximadamente 360 min (6 h).

Portanto, o aumento da resistência à compressão (traço 2) provocou uma redução no tempo de pega em aproximadamente 18% em comparação ao tempo de pega do traço 1. Importante destacar que houve a preocupação em manter a consistência entre os dois concretos e que se utilizou o mesmo aditivo plastificante.

Sabendo que, para alcançar resistência mecânica maior para o traço 2 houve a necessidade de aumentar o consumo de cimento, então a reação de hidratação para o traço 2 foi maior. Entendendo que esta reação é exotérmica, tem-se que a temperatura do concreto do traço 2 foi maior, em comparação ao traço 1, podendo isso ter contribuído para a pega ter ocorrido mais cedo.

## CONCLUSÃO

Os resultados preliminares obtidos já indicam a necessidade de ter um maior cuidado com o tempo hábil de manuseio de concretos com  $f_{ck}$  elevados para que não haja desperdício de concreto ou, ainda, que se aplique concreto vencido nas estruturas.

A pesquisa tem dado continuidade com o estudo em concretos com resistências à compressão de 25 MPa e 40 MPa. Também, identificou-se a necessidade de controlar a temperatura destes concretos frescos e analisar o uso de aditivos retardadores de pega, especialmente para concretos de alta resistência.

## REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 7212. Concreto dosado em central: Preparo, fornecimento e controle. Rio de Janeiro: ABNT, 2021.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 16889. Concreto: determinação da consistência pelo abatimento do tronco de cone. Rio de Janeiro: ABNT, 2020.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 16917. Agregado graúdo: determinação da densidade e da absorção de água. Rio de Janeiro: ABNT, 2021.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 16916. Agregado miúdo: determinação da densidade e da absorção de água. Rio de Janeiro: ABNT, 2021.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 16972. Agregados: Determinação da massa unitária e do volume de vazios. Rio de Janeiro: ABNT, 2021.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 17054. Agregados – Determinação da composição granulométrica – Método de ensaio. Rio de Janeiro, 2022.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR NM 9. Concreto e argamassa: Determinação dos tempos de pega por meio de resistência à penetração. Rio de Janeiro, 2003.

ARAÚJO, U. C.; GOULART, D. P.; OLIVEIRA, C. F. Avaliação da perda de desempenho de estrutura executada com concreto usinado vencido. In: XIII Congresso Internacional sobre Patologia e Reabilitação de Estruturas. *Anais...* Crato, Ceará, 7-9 Set 2017, p. 406-423.

OLIVEIRA, C. F. de *et al.* Análise das propriedades do concreto quando utilizado após início de pega: tempo de utilização de concreto estrutural vencido. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Minas Gerais. 2018.

MEHTA, P. K.; MONTEIRO, P. J. M. Concreto: microestrutura, propriedades e materiais. 3. ed. São Paulo: IBRACON, 2008.

NEVILLE, A. M. Propriedades do Concreto. Tradução de Ruy Alberto Cremonini. 5°. ed. Porto Alegre: Bookman, v. 1, 2016. 888 p. ISBN 978-85- 8260-365-9. Livro.

POLESELLO, E.; ROHDEN, A. B.; DAL MOLIN, D. C. C.; MASUERO, A. B. O limite de tempo especificado pela NBR 7212, para mistura e transporte do concreto, pode ser ultrapassado? *Revista IBRACON de Estruturas e Materiais*, vol. 6, pp. 339-359.