

AVALIAÇÃO DA PRODUTIVIDADE DE OBRAS CONVENCIONAIS COM A UTILIZAÇÃO DE CONCRETOS COM AGLOMERANTES DE ALTA RESISTÊNCIA INICIAL

EVALUATION OF THE PRODUCTIVITY OF CONVENTIONAL WORKS WITH THE USE OF CONCRETES WITH HIGH INITIAL RESISTANCE BINDER

Marcos Antonio Padilha Júnior¹; Lucíolo Victor Magalhães e Silva¹; Islanio Salviano da Cruz²; Carlos Igor Magalhães e Silva³; Gustavo Cavalcanti Concerva³

1

¹ Instituto Federal do Sertão Pernambucano, Salgueiro, Brasil.

² Faculdade de Integração do Sertão, Serra Talhada, Brasil.

³ 3S Engenharia de Projetos LTDA, Salgueiro, Brasil..

Resumo

O concreto é tido, por diversos autores, como o material de construção mais utilizado na indústria da construção civil, tendo como uma das suas principais características a sua resistência à compressão, contudo esta é condicionada principalmente à resistência do aglomerante, mas também a fatores de empacotamento de agregados. Para estudos de dosagem de concretos, tem-se como prerrogativa levar-se em consideração a resistência característica aos 28 dias, pois os produtos de hidratação do cimento vão se consolidando neste período de tempo, tal característica é um pouco modificada quando tratamos de cimentos do tipo CPV-ARI, devido ao seu alto teor de clínquer, o mesmo garante elevada resistência nas primeiras idades, esta propriedade é de grande valia quando tratamos de índices de produtividade, uma vez que ao se desformar estruturas num período menor de tempo pode-se acelerar o processo construtivo. Este trabalho avaliou a utilização de concretos com CPV-ARI em obras convencionais com foco no aumento de produtividade atrelado ao processo construtivo, para tanto foi tomado como área de estudo uma obra de construção de uma clínica médica no município de Salgueiro-PE, com área total construída de 498,22 m² e volume total de concreto de 50,96 m³, a resistência característica do projeto estrutural foi de 30 MPa. Os resultados demonstraram que há um ganho significativo na produtividade na utilização deste tipo de aglomerante, o qual foi da ordem 11,00 %.

Palavras-chave: Alta Resistência Inicial, Concreto, Produtividade.

Abstract

Concrete is considered, by several authors, as the most used construction material in the civil construction industry, having as one of its main characteristics its resistance to compression, however this is mainly conditioned by the resistance of the binder, but also by factors of aggregate packaging. For concrete dosage studies, the prerogative is to take into account the characteristic resistance at 28 days, as the cement hydration products are consolidating during this period of time. This characteristic is slightly modified when we deal with cements from the type CPV-ARI, due to its high Clinker content, it guarantees high resistance in the early ages, this property is of great value when dealing with productivity indices, since by deforming structures in a shorter period of time it is possible to accelerate the construction process. This work evaluated the use of concrete with CPV-ARI in conventional works with a focus on increasing productivity linked to the construction process, for this purpose the construction work of a medical clinic in the municipality of Salgueiro-PE, with an area of total built volume of 498.22 m² and total concrete volume of 50.96 m³, the characteristic resistance of the structural design was 30 MPa. The results demonstrated that there is a significant gain in productivity when using this type of binder, which was around 11.00%.

Keywords: High Initial Strength, Concrete, Productivity.

Introdução

Neste trabalho, é abordado o tema do ganho de produtividade na execução de estruturas em concreto armado com o uso de Cimento Portland Tipo V de Alta Resistência Inicial - CPV-ARI. O objetivo principal é evidenciar como a utilização dessa tecnologia pode impactar positivamente no desenvolvimento das obras, tornando-as mais eficientes e rápidas. O CPV-ARI, que se refere ao cimento Portland com pequenos teores de adição e altos teores de Clínquer, o que garantem uma alta reatividade inicial, apresenta características que permitem acelerar o processo de cura do concreto, reduzindo o tempo de espera entre as etapas da construção. Com isso, é possível otimizar o cronograma da obra, diminuindo os prazos de entrega e aumentando a produtividade da equipe envolvida. Além disso, o uso do CPV-ARI também contribui para a redução de custos, uma vez que a diminuição no tempo de execução implica em menor consumo de recursos e mão de obra. Portanto, ao explorar essa temática, buscamos destacar a importância e os benefícios do CPV-ARI na construção civil, ressaltando suas vantagens em termos de agilidade, eficiência e economia.

Matos (2019) define produtividade como a taxa de produção de uma pessoa ou equipe ou equipamento, isto é, representa a quantidade de unidades de trabalho produzida em um intervalo de tempo especificado, normalmente hora. Quanto maior é a produtividade, mais unidades do produto são feitas em um determinado espaço de tempo. Quanto mais produtivo é o recurso, menos tempo ele gasta na realização da tarefa.

A medição da produtividade pode ser um instrumento importante para a gestão da mão-de-obra (THOMAS & YAKOUMIS, 1987; SOUZA & THOMAS, 1996), podendo subsidiar políticas para redução de custos e aumento da motivação no trabalho.

Dentro desse contexto, ao analisar os resultados obtidos por meio de pesquisas e estudos percebe-se que a utilização do CPV ARI, pode trazer inúmeros benefícios para a indústria da construção civil e esse tipo de material pode aumentar significativamente a produtividade nas obras. Isso ocorre devido à sua rápida pega, que reduz o tempo de espera para a aplicação de outros elementos estruturais, como a alvenaria e o revestimento. Além disso, o CPV ARI também apresenta uma maior resistência inicial, o que permite que a obra avance de forma mais eficiente. Diante desses resultados, é possível propor de forma geral o uso desse tipo de material na construção civil, visando otimizar os processos e garantir um maior rendimento nas obras. Porém para reduzir o tempo com a utilização do CPV-ARI, pode-se moldar e desformar as estruturas num prazo inferior ao comparado aos cimentos convencionais, desde que respeitando-se as normas ABNT NBR 15696 (2009) e a ABNT NBR 14931 (2023), que tratam de cuidados da retirada de formas e escoramentos, as referidas normas citam que: As fôrmas e os escoramentos devem ser removidos de acordo com o plano de desforma previamente estabelecido pelo responsável pela execução da obra e de maneira a não comprometer a segurança e o desempenho em serviço da estrutura. A remoção dos escoramentos deve ser realizada com no mínimo 14 dias, salvo quando da utilização de concretos cujas características de resistência e deformação possam ser alcançadas mais rapidamente, desde que asseguradas as condições definidas no projeto estrutural.

Assim sendo, é possível a retirada antecipada das formas para casos específicos, atendendo aos requisitos supracitados.

Metodologia

Para avaliar a viabilidade deste estudo, foi tomada uma obra particular no Município de Salgueiro-PE, inicialmente a mesma utilizou concreto convencional na fundação e supraestrutura do subsolo, de modo a dar celeridade ao processo construtivo, foi proposto ao contratante a utilização de cimento do tipo CPV-ARI, nos demais elementos estruturais dos outros pavimentos, os quais começaram a ser utilizados a partir dos elementos estruturais do pavimento térreo.

A obra de aplicação deste estudo foi a construção de um equipamento de saúde, composto de recepção, wc's e 18 salas distribuídas em consultórios, salas de exames e parte

administrativa, dispostos em três pavimentos (Subsolo, Térreo e Superior), cuja área total construída é de 498,22 m², sendo esta executada em estrutura de concreto armado. A área total de forma de pilares do pavimento térreo era de 73,87 m² e das vigas deste mesmo pavimento era de 157,11 m². O concreto estrutural previsto em projeto era com fck de 30 MPa. Para tanto, foi elaborado estudo de dosagem de concreto, obtendo-se o traço 1:1,43:1,09:1,34:0,45, cm consumo de cimento de 400 kg/m³. Foi utilizado agregado miúdo natural com módulo de finura de 3,05, agregado graúdo com D_{máx} 12,5 e 19,0 mm e aditivo plastificante polifuncional.

Para analisar a produtividade, foram utilizadas as composições analíticas do Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil – SINAPI/CAIXA e a plataforma QiVisus da Empresa AltoQi versão 06-2023. De modo que foram tomadas as composições de Concretagem e Forma.

Resultados

Para verificar o tempo de retirada das formas, foi verificada a curva de resistência a compressão em função do tempo, a qual é apresentada na Figura 1, onde pode ser verificado que aos 07 dias já fora obtido a resistência mínima requerida em projeto, dados estes obtidos em laboratório, foram tomadas também amostras *in loco* para verificar a aceitabilidade do concreto moldado na obra, como pode ser verificado na tabela 2. Diante destes dados, foi visto que com 24 h já era obtida uma resistência à compressão da ordem de 12,91 MPa, corroborando a este fato, os dados obtidos *in loco* também demonstraram esta tendência. Sendo assim foi orientado que as peças lineares como pilares poderiam ser desmoldados com 24 h, porém ainda executando o processo de cura úmida, para vigas foi orientado que fosse retirada apenas as formas laterais e o escoramento destas com 07 dias.

Figura 1 - Resistência a compressão em função do tempo

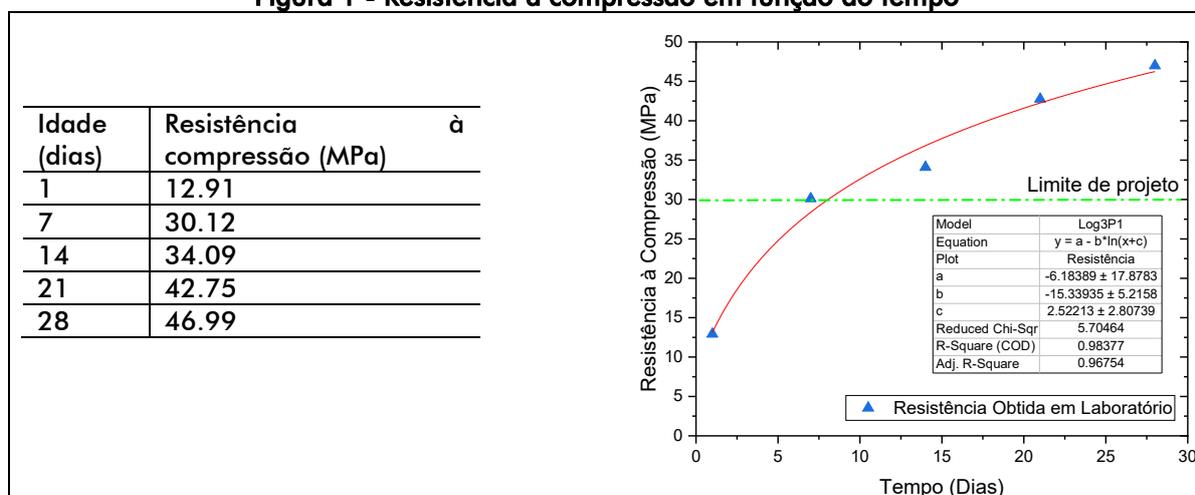


Tabela 1- Resistência à compressão das amostras *in loco*

Moldagem	Aplicação	Trecho	Moldagem	Ruptura	Idade (dias)	fc (MPa)
001	P18	TÉRREO	31/07/23	07/08/23	07	37,386
002	P15	TÉRREO	03/08/23	10/08/23	07	34,343
003	V20 - E	TÉRREO	19/08/23	09/09/23	21	32,602
004	V21 - E	TÉRREO	31/07/23	28/08/23	28	40,316

Ao se analisar o tempo de cura dos elementos (Tabela 2), pode-se verificar que a cura dos pilares reduziu para 1/3 e o tempo de cura das vigas caiu a metade, ou seja 50 %, vale salientar que tal fato é atribuído ao ganho de resistência nas primeiras idades do concreto. O tempo de duração total da execução dos pilares (Forma+Cura) passou de 26 dias para 14 dias, enquanto que as vigas passou de 133 dias para 77 dias, apesar do custo por quilo do cimento

CPV-ARI ser de R\$ 1,00 /kg e enquanto o cimento convencional ser de R\$ 0,76/kg, sabendo-se que para executar a estrutura são necessários 50,96 m³ e para a dosagem são gastos 400 kg de cimento/m³ isto implicará em cerca de R\$ 20.384 para o CPV-ARI, tomando-se o mesmo consumo de cimento, e considerando um cimento convencional teríamos R\$ 15.491,84, ou seja um acréscimo de R\$ 4.892,16, porém considerando que vigas e pilares podem ser executados em paralelo, tomando o tempo total de execução das vigas, que é de 133 dias para o cimento convencional e que o custo por hora de carpinteiro é de R\$ 20,03, teríamos um custo de R\$ 21.311,92 e que para o CPV-ARI teríamos um custo de 12.338,48, um decréscimo de 8.973,44, ou seja com a utilização do CPV-ARI teríamos uma economia de R\$ 4.081,28, cerca de 11%, isto sem considerar os outros profissionais envolvidos.

Tabela 2 - Produtividade e tempo de cura dos elementos estruturais

FORMA PARA ESTRUTURA DE CONCRETO COM CHAPA DE MADEIRA COMPENSADA PLASTIFICADA 10 MM REAPROVEITAMENTO 4X REAPROVEITAMENTO

Elemento	Área de Forma (m ²)	Profissional	Produtividade h/m ²	Duração (h)	Duração (dias)	Reaproveitamento	Duração (dias)
Pilares	73,87	Carpinteiro	3,25	240	30	4	8
Vigas	157,11	Carpinteiro	3,25	511	64	3	21

TEMPO DE CURA CONVENCIONAL

Elemento	Quantidade de elementos	Reaproveitamento	Número de elementos	Cura por elemento (dias)	Duração (dias)
Pilares	24	4	6	3	18
Vigas	24	3	8	14	112

TEMPO DE CURA COM CPV-ARI

Elemento	Quantidade de elementos	Reaproveitamento	Número de elementos	Cura por elemento (dias)	Duração (dias)
Pilares	24	4	6	1	6
Vigas	24	3	8	7	56

Considerações Finais

Este estudo demonstrou que há uma viabilidade na utilização de concretos com CPV-ARI em estruturas convencionais, desde que haja um estudo de dosagem e que seja feito o correto controle tecnológico para acompanhamento dos resultados e porventura tomada de decisões no processo, a produtividade esta diretamente relacionada ao perfeito uso das técnicas de dosagens de concreto.

Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT NBR 15696 (2009) – Formas e escoramentos para estruturas de concreto – Projeto, dimensionamento e procedimentos executivos. Rio de Janeiro – RJ. 2009.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT NBR 14931 (2023) - Execução de estruturas de concreto armado, protendido e com fibras — Requisitos. Rio de Janeiro – RJ. 2009.

MATOS, A. D. Planejamento e Controle de Obras. 2 Edição. São Paulo – SP. Oficina de Textos. 368 p. 2019.

SOUZA, U.E.L., THOMAS, H.R. The use of conversion factors for the analysis of concrete formwork labor productivity. Managing the construction project and managing risk. CIB W-65

The organization and management of construction: shaping theory and practice 8th International Symposium, E. & F.N. Spon, London, pp.14-26. 1996.

THOMAS, H.R.; YIAKOUMIS, I. Factor Model of Construction Productivity. **Journal of Construction Engineering and Management**, 1987, pp 623 a 639, ASCE, U.S.A.

Recebido: 10/10/2023

Aprovado: 20/10/2023