

## **ADITIVO CRISTALIZANTE: ESTUDO DE CASO PARA APLICAÇÃO EM BLOCOS DE CONCRETO**

CLÁUDIO HENRIQUE BARRADAS DE OLIVEIRA<sup>1</sup>, CRISTINA DE FÁTIMA MATTOS ANTUNES<sup>2</sup>,  
TULIO MEIRELLES PINHEIRO<sup>3</sup> e LUIZ GUILHERME GONZAGA BORBA FERREIRA<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Graduando em Engenharia Civil, Uni Araguaia, Goiânia-GO, claudiohbo@gmail.com;

<sup>2</sup>MSc. em Estruturas, Coordenadora do curso de Engenharia Civil, UniAraguaia, Goiânia-GO, cristina.antunes@uniaraguaia.edu.br;

<sup>3</sup>Esp. em Construção Sustentável, Prof. Adj. Engenharia Civil, UniAraguaia, Goiânia-GO, tulio.meirelles@uniaraguaia.edu.br;

<sup>4</sup> MSc. em Tecnologia de Processos Sustentáveis, Prof. Adj. Engenharia Civil, UniAraguaia, Goiânia-GO, luizguilhermeborba@gmail.com

Apresentado no  
Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia – CONTECC  
15 a 17 de setembro de 2021

**RESUMO:** A utilização do aditivo cristalizante no Brasil ainda não é muito difundida, pois há uma falta de familiaridade nos métodos de dosagem existentes devido ao déficit de normalização de procedimentos de ensaio e pouco conhecimento do comportamento do mesmo com relação as suas propriedades. Assim, este trabalho teve como objetivo, a aplicação do aditivo cristalizante na indústria de pré-fabricados para confecção de blocos de concreto. Os dados foram coletados em campo e analisados comparando os benefícios da aplicação, desde o custo inicial da produção do concreto, até o acabamento dos artefatos produzidos com o aditivo em questão. O grande número de vantagens apresentado pelo aditivo cristalizante fundamentou a teoria de viabilidade financeira de permutação do seu uso. Elementos como: facilidade de aplicação, impermeabilização, aumento de resistência e auto cicatrização, são os principais fatores que levam a crer na possibilidade da sua utilização. Observou-se resultados bem satisfatórios em relação a resistência obtendo um ganho significativo já aos 3 dias, quanto a viabilidade econômica proporcionou um aumento de 11,25% no valor do traço convencional, que para o preço final do produto resulta em um acréscimo de R\$0,175 centavos por unidade, o que não interfere no lucro final. Portanto, é possível concluir que novas tecnologias podem ser implantadas através do planejamento, estudos e melhorias de processos empregados.

**PALAVRAS-CHAVE:** Viabilidade; ensaios de resistência; impermeabilização.

## **CRYSTALLIZING ADDITIVE: CASE STUDY FOR APPLICATION IN CONCRETE BLOCKS**

**ABSTRACT:** The use of the crystallizing additive in Brazil is still not widespread, as there is a lack of familiarity with the existing dosage methods due to the lack of standardization of test procedures and little knowledge of its behavior in relation to its properties. Thus, this work had as objective, the application of the crystallizing additive in the precast industry for making concrete blocks. Data were collected in the field and analyzed comparing the benefits of the application, from the initial cost of concrete production to the finishing of the artifacts produced with the additive in question. The large number of advantages presented by the crystallizing additive supported the theory of financial feasibility of permutation of its use. Elements such as: ease of application, waterproofing, increased resistance and self-healing are the main factors that lead to believe in the possibility of its use. Very satisfactory results were observed in relation to strength, obtaining a significant gain after 3 days, as the economic viability provided an increase of 11.25% in the value of the conventional mix, which for the final price of the product results in an increase of R\$0.175 cents per unit, which does not affect the final profit. Therefore, it is possible to conclude that new technologies can be implemented through planning, studies and process improvements employed.

**KEYWORDS:** Viability; resistance tests; waterproofing.

## INTRODUÇÃO

Desde a criação do concreto, existe uma grande procura por subprodutos que melhorem suas propriedades reológicas, tanto no estado fresco quanto no estado endurecido (ALMEIDA FILHO, 2006). De acordo com Metha & Monteiro (1994), em alguns países, 70% do volume total de concreto produzido incluía adições em sua composição

Segundo Moreira (2016) às construções de estruturas de concreto necessitam ser menos permeáveis e mais resistentes as substâncias corrosivas, assim os pesquisadores têm estudado diferentes métodos de produção de concreto com microestrutura densa, usando uma relação água-cimento mais baixa, aplicando aditivos minerais e aumentando o consumo de cimento Portland.

Em indústrias de pré-fabricados que exigem alta produtividade, é necessário desenvolver um concreto com teor de umidade bastante reduzido, com características de um concreto quase seco com coesão reduzida, mecanicamente vibrado e compactado através de equipamentos denominados vibro compressores (MARCHIONI, 2012). O aumento da resistência mecânica e a diminuição da permeabilidade da peça fabricada, melhoram os fatores de desempenho e durabilidade.

Acredita-se que a adição do aditivo cristalizante no método de dosagem utilizado na produção do concreto seco, pode melhorar bastante a qualidade dos artefatos produzidos nas indústrias de pré-fabricados, podendo até selar fissuras de até 0,5mm.

Portanto, esse trabalho tem como objetivo avaliar a eficácia da aplicação do aditivo cristalizantes no concreto seco, através de um estudo de caso na fabricação de blocos vazados de concreto, como uma alternativa de melhoria na fabricação destes elementos. Como objetivo específico pretende-se avaliar a viabilidade financeira de sua aplicação.

## MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado em uma indústria de pré-moldados em Goiânia-GO, onde atualmente utiliza-se na confecção de suas peças o concreto seco, porém adicionou-se o aditivo cristalizante na composição de seu traço (Quadro 1) e realizou-se o acompanhamento de todo o processo.

A quantidade do aditivo cristalizante na composição do traço do concreto seco, foi realizada de acordo com a dosagem solicitada pelo fabricante do aditivo, sendo para cada 1 kg de cimento, a adição de 0,08% de aditivo

Quadro 1. Traço utilizado na confecção de blocos.

<b>Resistência desejada 7,0 MPa</b>				
<b>Traço a ser utilizado na produção</b>				
Cimento	Areia artificial (Araguaia)	Pó de Brita (Ciplan)	Pedrisco (Araguaia)	Brita 0 (Ciplan)
<b>1</b>	<b>4,69</b>	<b>2,22</b>	<b>1,24</b>	<b>0,00</b>
<b>1</b>	<b>:</b>	<b>24,7</b>		
<b>Quantidades de materiais por betonada</b>				
Material	Massa		Volume	
Cimento	<b>55</b>	Kg	41	Lts
Areia artificial (Araguaia)	<b>260</b>	Kg	208	Lts
Pó de Brita (Ciplan)	<b>125</b>	Kg	83	Lts
Pedrisco (Araguaia)	<b>70</b>	Kg	47	Lts

Qualitativamente foram coletados dados referentes à realidade de trabalho atual da indústria, relacionados a custos, tempos de execução dos blocos, necessidade de mão de obra capacitada, entre outros dados considerados de relevância. No segundo momento foram realizados os ensaios de resistência. Foram confeccionado 18 amostras para análise de resistência, sendo 9 amostras fabricadas

sem o aditivo cristalizante e as outras 9 fabricadas com o aditivo. Os ensaios de rompimento foram realizados com 3, 7, e 28 dias de cura, para uma análise mais precisa dos resultados.

Para início do processo de fabricação dos blocos vasados de concreto com dimensões de 14x19x29 cm, analisou-se primeiramente a granulometria e a determinação das massas específicas dos materiais utilizados como: areia artificial, pedrisco e pó de pedra, pois os grãos devem ser obrigatoriamente menores que ½ polegada, para que possam ser utilizados na vibro-prensas hidráulica Piorotti BLOCOPAC 1300.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Segundo a NBR 6136 (ABNT, 2014), é importante levar em conta que em blocos vasados, a dimensão máxima características do agregado devem ser menor do que metade da menor espessura da parede do bloco.

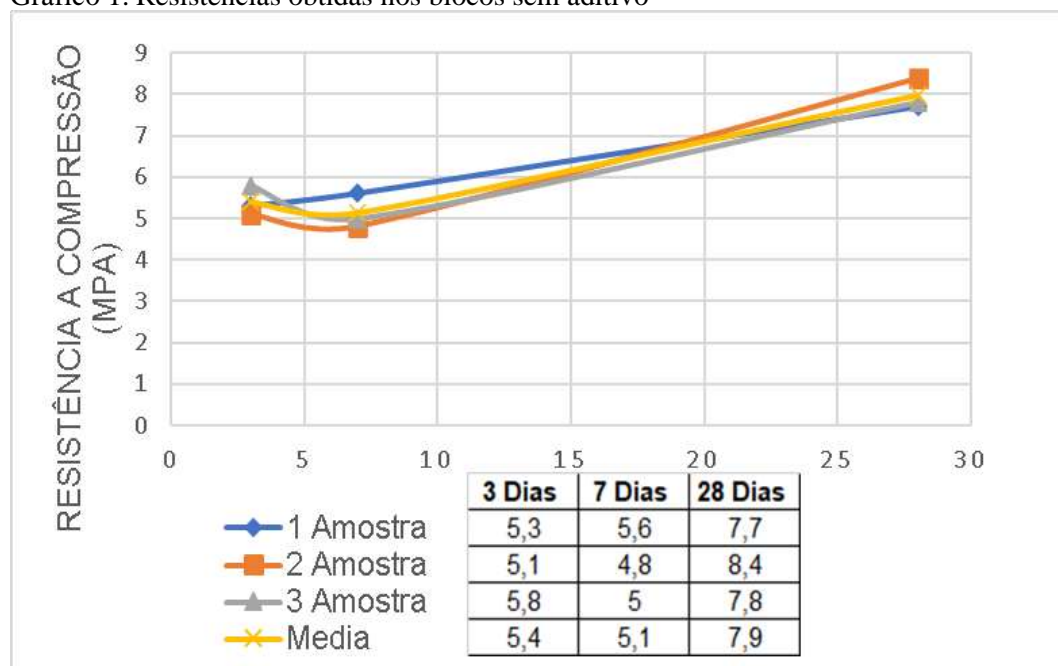
Com base na NBR NM 45 (ABNT, 2006) e NBR NM 52 (ABNT, 2009), foi determinado a massa específica no estado fresco para todos os agregados utilizados (Figura 1), também sendo analisado a massa específica real e aparente e a composição granulométrica pela NBR NM 248 (ABNT, 2003).

Fazendo a análise da amostra sem o aditivo (Gráfico 1), podemos perceber que somente após os 7 dias é que as amostras irão chegar à resistência desejada da fabricação, fazendo com que essa amostra permaneça por mais tempo no estoque, diminuindo a rotatividade da produção.

Figura 1. Agregados utilizados Pedrisco, Pó de Brita e Areia Artificial

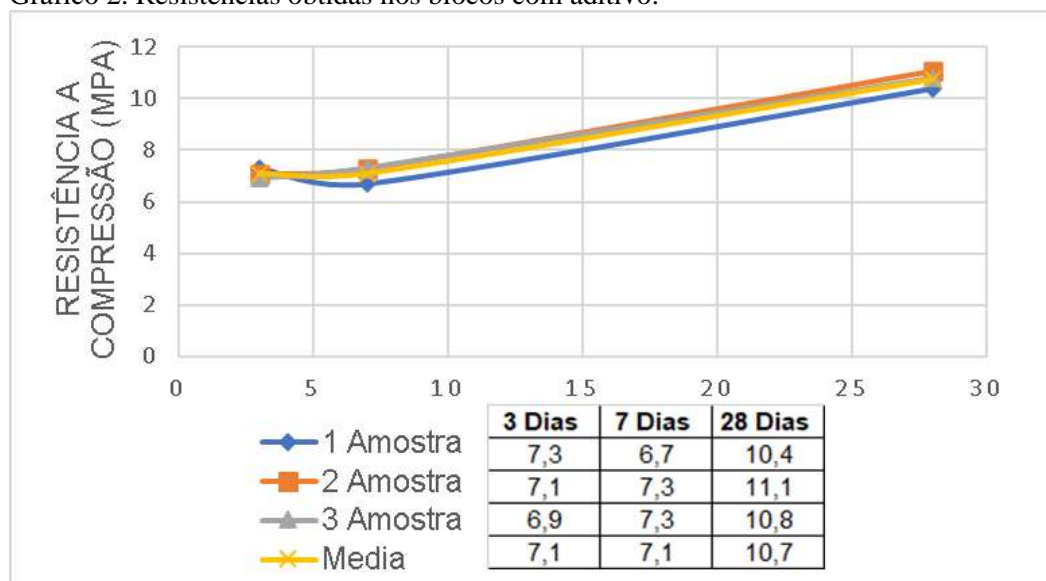


Gráfico 1. Resistências obtidas nos blocos sem aditivo



Com base na análise de resistência das amostras fabricadas com aditivo cristalizante, visualizamos que em três dias de cura obteve-se uma resistência média de 7.1 MPa (Gráfico 2), o que permite a saída antecipada dos blocos em estoque fabricados com aditivo cristalizante.

Gráfico 2. Resistências obtidas nos blocos com aditivo.



Também foi avaliado o custo de cada um dos dois tipos de fabricação, permitido assim chegar no valor final do traço, que se apresenta no Quadro 2. Portanto, nota-se que o uso do aditivo cristalizante no concreto seco proporcionou um aumento de 11,25% no valor do traço convencional, porém a adição do aditivo cristalizante, levou conseqüentemente ao aumento da resistência à compressão do concreto. Devido a esse fato, sugere-se a possibilidade de reduzir a quantidade de cimento utilizado no traço, atingindo ainda resistências satisfatória nas peças produzidas, o que pode contribuir na diferença dos gastos com cimento em cada um dos traços.

Quadro 2. Comparação dos custos dos traços sem aditivo cristalizante e com aditivo.

CONCRETO SECO S/ ADITIVO CRISTALIZANTE		CONCRETO SECO C/ ADITIVO CRISTALIZANTE	
Elementos	Custos (R\$/m3)	Elementos	Custos (R\$/m3)
Areia Artificial	93,6	Areia Artificial	93,6
Pó de Brita	13,75	Pó de Brita	13,75
Pedrisco	7,7	Pedrisco	7,7
Cimento	20,35	Cimento	20,35
Aditivo incorporador ar	0,83	Aditivo incorporador ar	0,83
		Ad/ Cristalizante	16,4
Total	136,23	Total	152,63

Verificou-se que o método de trabalho com o concreto seco não alterou a quantidade de funcionários para a produção das amostras. No procedimento de fabricação da indústria são necessários três funcionários, sendo o primeiro (Op. de Central de Concreto) responsável pelo controle da central, o segundo (Op. de máquina Piorotti) que fica posicionado a frente da área de produção fazendo a montagem dos blocos em uma prateleira e o terceiro funcionário (Op. de empilhadeira: produção) encaminha as prateleiras até a estufa por meio de uma empilhadeira. O custo diário gasto com os três operários é de R\$ 640,45 /dia já considerando os encargos sociais.

Quando se analisa o custo final do bloco de concreto produzido, observa-se que esse valor pode sofrer alteração de acordo com cada fábrica, pois cada uma possui seus próprios fornecedores de

matéria prima, modelos diferentes de vibro-prensa o que leva a outro tipo de traço, pois são inúmeros os fatores que são considerados no custo final do material. Com base nessa análise, avaliou-se também o tempo de produção, quantidade diária de blocos fabricados, consumo de filme *stretch* para paletização e valor dos pallets de madeira para transporte final das peças. Após isso foi possível avaliar o valor de cada unidades de bloco fabricado.

Para os blocos fabricados sem o aditivo cristalizante obteve-se um valor de R\$1,56 reais por unidade e após a adição do aditivo obteve-se um valor de R\$1,735 reais, ou seja, um sutil aumento de R\$0,175 centavos por unidade fabricada.

## CONCLUSÃO

A utilização do aditivo cristalizante tem aumentado notavelmente nos últimos anos, porém seu alto custo em relação a sua implementação e a falta de estudos preliminares antes da execução das concretagens tem sido fatores importantes no retardo de sua popularização, principalmente no Brasil.

Foi possível concluir através do estudo de caso que apesar do aumento do custo produtivo dos blocos, o aditivo cristalizante se mostrou bastante promissor, não apenas no valor de fabricação mais principalmente no ganho de resistência e não alterou a quantidade de operários envolvidos no processo, nem gerou qualquer custo adicional de mão-de-obra.

Ao avaliar as resistências dos dois tipos de amostras, foi observado que para os traços utilizados ocorreu uma diferença significativa desde o início até a finalização do período de cura delas. Assim, acredita-se que por conta do aumento de resistência seria possível a redução do cimento utilizado no traço, o que favoreceria a redução de custos do produto. Portanto, sugere-se para futuras pesquisas a realização de amostras com dosagens menores de cimento, a fim de se chegar no traço ideal.

Ainda que o aditivo cristalizante seja um impermeabilizante para concreto, e tendo em vista que o estudo foi específico para blocos de concreto estruturais com características especiais de resistência, alto cicatrização e impermeabilização, seria importante a realização de teste de permeabilidade por capilaridade e alto cicatrização em fissuramentos com presença de água, pois estas análises iriam permitir a verificação do desempenho real do aditivo, mas em função do curto prazo deste trabalho estes ensaios não foram realizados.

Por fim, espera-se que novas tecnologias possam ser implantadas através do planejamento, estudos e processos empregados, apresentando para os produtos mais qualidade, benefícios, elevação da produtividade e competitividade do setor.

## REFERÊNCIAS

- ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Blocos de Concreto Simples para Alvenaria – Requisitos NBR 6136. Rio de Janeiro, 2014.
- ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Determinação da Massa Unitária e do Volume de Vazios – Requisitos NBR NM 45. Rio de Janeiro, 2006.
- ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Determinação da Massa Específica e Massa Específica Aparente – Requisitos NBR NM 52. Rio de Janeiro, 2009.
- ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Determinação da Composição Granulométrica – Requisitos NBR NM 248. Rio de Janeiro, 2003.
- ALMEIDA FILHO, Fernando M. Contribuição ao estudo da aderência entre barras de aço e concreto CAA. 2006. Universidade de São Paulo, São Carlos, 2006. Cap. 9, 291 p. Tese (Doutorado do Curso de Engenharia Civil).
- MARCHIONI, Mariana L. Desenvolvimento de técnicas para caracterização de concreto seco utilizado na fabricação de peças de concreto para pavimentação intertravada Universidade USP, São Paulo. 2012. 9 P. Dissertação (Mestrado do Curso de Engenharia Civil).
- MEHTA, P.K.; MONTEIRO, P.J.M. Concreto: Estrutura, Propriedades e Materiais. 1 ed. São Paulo: PINI, 1994. 581 p.
- MOREIRA, L. C. Vida Útil e Prazos de Garantia sob a Ótica da Norma de Desempenho - NBR 015.575. Disponível em. Acesso em: 12 nov. 2016.