

ANÁLISE DA RESISTÊNCIA DE DIFERENTES TIPOS DE BLOCOS DE CONCRETO PARA CONSTRUÇÃO DE SILOS, SUBMETIDOS À CURA SUBMERSA E AO AR LIVRE

**Escrito para apresentação no
XXXV Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola
31 de julho a 04 de agosto de 2006 - João Pessoa - PB**

JOFRAN L. OLIVEIRA¹; RAFAEL T. NASCIMENTO¹; VALNEIDE R. SILVA¹; JOELMA S. SANTOS²; JOSÉ W.B. NASCIMENTO³, KARLA DOS S. MELO¹, DERMEVAL A. FURTADO³

¹Graduando em Eng. Agrícola, pelo UAEEAg - UFCG. Tel: 83 33316948. e-mail: jofranluiz@yahoo.com.br

²Eng. Agrícola, mestranda em Irrigação e Drenagem, pelo UAEEAg. /CTRN

⁴Prof. Dr. do UAEEAg – UFCG /CTRN

RESUMO: Este trabalho teve como objetivo avaliar a resistência à tração e compressão de blocos de concreto para construção de silos, utilizando traços distintos 1:3, 1:4 e 1:6, submetendo os blocos a dois tipos de cura: Cura ao ar livre na sombra e cura submersa. Os resultados nos mostraram que para obtenção da resistência desejada, 2,5 MPa, o bloco construído com traço 1:4 sob cura submersa demonstrou melhor desempenho Custo x Benefício, atingindo os 2,5 MPa aos 28 dias de cura.

PALAVRAS CHAVES: Blocos de concreto, silos, resistência

RESISTANCE ANALYSIS OF DIFFERENT CONCRETE BLOCKS TYPES FOR SILOS CONSTRUCTION, SUBMITTED TO THE SUBMERGED CURE AND THE OUTDOOR

ABSTRACT: This work had as objective to evaluate the tensile strength and compression of concrete blocks for silos construction, using distinct traces 1:3, 1:4 and 1:6, submitting the blocks to two types of cure: Cure to the outdoors in the shade and submerged cure. The results in had shown that for attainment of the desired resistance, 2,5 MPa, the block constructed with trace 1:4 under submerged cure demonstrated to performance Cost x better Benefit, reaching the 2,5 to them MPa to the 28 days of cure.

KEY WORDS: Concrete blocks, silos, resistance

INTRODUÇÃO: No Brasil, a perda referente às colheitas em fazendas devido a falta de unidades armazenadoras (silos), chega a 25%. O setor de armazenagem de grãos em fazendas constitui uma prática tanto para complementar a estrutura armazenadora quanto para minimizar as perdas em quantidade e qualidade, a que estão sujeitos os produtos colhidos. De acordo com CALIL (1987), isto se justifica pelo aumento da capacidade do silo com aumento do seu diâmetro e também porque a manipulação de silos baixos é mais fácil e de menor custo. Os silos podem ser construídos com diversos materiais como madeira, argamassa armada, concreto, aço e acrílico, mas a predominância é a utilização de silos metálicos em chapas galvanizadas corrugadas. De acordo com DINIZ (2001), uma unidade armazenadora, tecnicamente projetada e convenientemente localizada, constitui uma

das alternativas para aumentar os retornos econômicos dos sistemas produtivos de grãos. Também propicia a comercialização da produção em melhores períodos, evitando as pressões naturais do mercado na época de colheita, a retenção de produtos na propriedade. Estima-se que menos de 5% da produção agrícola do País é estocada em fazendas, enquanto que no Canadá, por exemplo, chegar a atingir 80% da produção. Desta forma o trabalho teve como objetivo: Analisar resistência a compressão e a tração dos blocos confeccionados com traços diferentes.

MATERIAL E MÉTODOS: Esta experiência foi realizada no Laboratório de Construções Rurais e Ambiente (LaCRA) pertencente a Unidade Acadêmica de Engenharia Agrícola (UAEAg), da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG) em Campina Grande. O bloco em estudo é composto por agregado miúdo (areia), proveniente do leito do Rio Paraíba, de uso corrente nas obras de concreto da região, cimento portland CP II - Z - 32 em sacos de 50 kg e água, proveniente do açude de boqueirão fornecido pelo sistema de abastecimento de Campina Grande pela CAGEPA. A argamassa foi preparada manualmente, utilizando-se uma superfície plana impermeável e resistente. O material foi misturado a seco e mexendo os materiais com uma pá até se obter uma mistura uniforme, logo após se adicionou água até obtenção de uma mistura homogênea e de ótima trabalhabilidade. Os materiais utilizados foram: o cimento (citado acima), areia, massame e água. Com uma dosagem de 1:1,2:0,8 (cimento areia e massame). Utilizaram-se 60% de areia para que a argamassa não perdesse resistência e aderência e os 40% de massame para que a argamassa tenha uma consistência e aderência melhor. A areia utilizada no assentamento dos blocos foi diferente da areia para produção dos blocos, no entanto da mesma origem. A dosagem é o estudo realizado para fixar as quantidades dos constituintes do concreto, ou seja, o traço, visando obter um concreto com boa resistência e conseqüentemente um bloco com ótima resistência. Para o bloco em estudo adotou-se traços já estudados, ou seja, utilizados na construção civil 1:3, 1:4 e 1:6 em volumes, transformando-os para peso conforme indicado na Tabela 1.

TABELA 1 - Transformação do traço em volume para peso

Traço em volume	Massa específica aparente da areia (kg/m ³)	Massa específica unitária do cimento (kg/m ³)	Traço em Massa
1:3	1480	1166	1:3,81
1:4	1480	1166	1:5,01
1:6	1480	1166	1:7,62

A mistura dos materiais foi feita por uma betoneira com capacidade de 120 litros com a seguinte seqüência: colocamos a areia e o cimento e misturamos por 1 a 2 minutos e em seguida colocamos água até uma massa apropriada para a moldagem dos blocos. Foram realizados dois tipos de cura para os blocos: cura ao ar livre na sombra e cura submersa com a finalidade de avaliar melhor o comportamento do bloco nos dois processos. A principal vantagem da cura ao ar livre na sombra do bloco é a economia de energia, combustível e eliminação de custos de aquisição, manutenção e operação das instalações. Após a desmoldagem dos blocos, estes foram colocados em um local coberto e regados três ou quatro vezes ao dia, por um período de 7, 21 e 28 dias de cura. No processo de cura submersa os blocos passaram por duas etapas: cura inicial e de cura final **Cura inicial:** Depois de moldados os blocos foram imediatamente cobertos com uma lona plástica, por não ser possível levá-los para uma câmara úmida devido a sua geometria, e com isto evitando a perda de água durante as primeiras 24 horas da hidratação do cimento. **Cura final:** Os blocos foram imersos em água em tanques de cura, permanecendo o tempo pré-fixado para os ensaios (7, 21 e 28 dias). A metodologia para determinar o teor de umidade e absorção dos blocos foi seguida de acordo com as recomendações da norma MB - 3459 sendo determinada através de quatro amostras de blocos de concreto. A resistência ao cisalhamento foi determinada através da moldagem de "prisma", a qual era composta por três blocos. A resistência foi determinada para três tipos de traço

1:3, 1:4 e 1:6. Para os ensaios de compressão, utilizou-se uma máquina de ensaio à compressão com capacidade de 10 tf, sendo necessário adapta-la com uma base de madeira para distribuir a carga uniformemente no bloco.

As células de carga foram calibradas e obtiveram-se as seguintes curvas de calibração:

$$\text{Célula de 1 tf} \quad y = 3,284x$$

$$\text{Célula de 2 tf} \quad y = 1,568x$$

Onde: y – carga de ruptura lida (célula de carga) em kgf;

x - carga de ruptura real em kgf;

RESULTADO E DISCUSSÕES: Como a finalidade deste trabalho é o estudo das características do bloco de concreto, optou-se por moldar apenas blocos, além de que os traços aqui apresentados foram ajustados para permitir adequada moldagem dos blocos manualmente. Os resultados obtidos nos ensaios para os blocos de concreto que serão destinados a construção de silos verticais nas fazendas encontram-se nas Tabelas 2, 3 e 4, os valores médios da resistência à compressão, tração, absorção e teor de umidade.

TABELA 2 - Resistência média à compressão, absorção e teor de umidade dos blocos de concreto com traço de 1:3, 1:4 e 1:6 com cura submersa.

Traço	Aglomerante	Agregado	Resistência à Compressão (MPa)			Ab (%)	TU (%)
			f_c 7 dias	f_c 21 dias	f_c 28 dias		
	Cimento	Miúdo					
1:3	1	3	2,11	2,7	3,23	10	2,6
1:4	1	4	1,46	1,83	2,50	10	2,2
1:6	1	6	0,82	1,14	1,24	11	1,6

TABELA 3 - Resistência média à compressão, absorção e teor de umidade dos blocos de concreto com traço de 1:3, 1:4 e 1:6 com cura ao ar livre na sombra.

Traço	Aglomerante	Agregado	Resistência à Compressão (MPa)			Ab (%)	TU (%)
			f_c 7 dias	f_c 21 dias	f_c 28 dias		
	Cimento	Miúdo					
1:3	1	3	1,99	2,52	3,05	9	2,4
1:4	1	4	1,16	1,37	1,63	10	2,1
1:6	1	6	0,53	0,95	1,14	11	1,5

TABELA 4 - Resistência média ao cisalhamento dos blocos de concreto com traço de 1:3, 1:4 e 1:6 com cura submersa e ao ar livre na sombra.

Traço sugerido	Aglomerante	Agregado	Resistência ao cisalhamento (MPa)	
			Tipo de cura	
			Submerso	Ao ar livre na sombra
1:3	1	3	0,58	0,49

1:4	1	4	0,53	0,45
1:6	1	6	0,46	0,38

A resistência à compressão por ser uma das mais importantes propriedades do concreto é justificável analisar de maneira detalhada como os blocos se comportam com os traços e a cura utilizada. Analisando o efeito do traço e da cura nos blocos de concreto, verificou-se melhor resistência os blocos com traço 1:3 sob cura submersa, porém com o traço 1:4, podemos obter a resistência desejável de 2,5 MPa sob cura submersa aos 28 dias. A comparação para o fator idades, mostra que aos 28 dias a resistência foi superior as demais, no qual era previsto.

CONCLUSÕES: A forma geométrica dos blocos de concreto estudados se mostrou adequada para construção de silos cilíndricos; A inclinação de 6° na superfície da base e do topo dos blocos de concreto melhora a amarração da parede do corpo do silo, como também aumenta a resistência ao esforço de tração circunferencial; Os traços 1:3 e 1:4 estudados para confecção de blocos de concreto, destinados à construção de silos, atenderam as recomendações da NBR 7173. A cura submersa proporcionou melhor resistência ao cisalhamento e compressão para todos os traços estudados. Enquanto a cura natural obteve desempenho satisfatório para o traço de 1:3. Os blocos de concreto confeccionados com traço 1:3, submetidos aos dois tipos de cura estudados atingiram a resistência à compressão superior a mínima exigida pela NBR 7173. Enquanto os blocos feitos com traço 1:4 e cura submersa alcançaram a resistência mínima recomendada pela norma citada acima. Todos os traços e tipos de cura estudados em blocos de concreto para construção de silos cilíndricos, com dimensões propostas, obtiveram resistência superior a necessária em silos com as dimensões estudadas; Para os traços 1:3 e 1:4 submetidos aos dois tipos de cura em blocos de concreto para construção de silos cilíndricos, não se verificou grandes variações na resistência ao cisalhamento; De acordo com os traços e o tipos de cura estudados para a obtenção de blocos de concreto para construção de silos cilíndricos com dimensões propostas, obteve-se resistência ao cisalhamento superior (com exceção do traço 1:6 e cura ao ar livre na sombra) a tensão atuante nas paredes do silo provocado pelo esforço de tração.

REFÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Agregado para concreto NBR 7211**. Rio de Janeiro, 1983.
- BAUER, F.L.A. - **Materiais de construção 1**, Ed. Afiliada, vol.1 5ª edição. Rio de Janeiro , 1995, 435p.
- CALIL Jr., C. - **Recomendações de Fluxo e de Cargas para o Projeto de Silos Verticais**. São Paulo: Dissertação (Mestrado) - EESC/USP, 1987, 198 p.
- GOMES, F.C. **Estudos teóricos e experimental das ações em silos horizontais**, São Paulo: Dissertação (doutorado) - EESC/USP, 2000, 205p.
- MEHTA, P. K.; MONTEIRO, P. J. M. - **Concreto: estrutura, propriedades e materiais**. São Paulo: Pini, 1999, 616p.