

ANÁLISE COMPARATIVA NA EXECUÇÃO DE FÔRMAS DE BLOCO DE COROAMENTO EM ESTACAS

MIKHAEL FERREIRA DA SILVA SANTOS^{1*}; CLÁUDIO VIDRIH FERREIRA²; WDYELLE ELCINE DE CARVALHO MATOS³; AMANDA ARYDA SILVA RODRIGUES DE SOUSA⁴ PATRÍCIA DA SILVA LIMA⁵

¹Acadêmico de Engenharia Civil, FACEMA, Caxias-MA, mikhaelmk@hotmail.com;

²Dr. em Engenharia Civil, Prof. Adj. FACEMA, Caxias-MA, vidrih@vidrih.com;

³Acadêmica de Engenharia Civil, UNIFSA, Teresina-PI, wdyellecarvalho@gmail.com;

⁴Acadêmica de Engenharia Civil, FACEMA, Caxias-MA, aryda85@gmail.com

⁵Acadêmica de Engenharia Civil, FACEMA, Caxias-MA, patriciacxp@gmail.com

Apresentado no
Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia – CONTECC'2018
21 a 24 de agosto de 2018 – Maceió-AL, Brasil

RESUMO: O concreto armado tem sido utilizado em estruturas desde o início do século XX. É um compósito capaz de conferir os mais diversos tipos de formas e dimensões, cujos componentes principais são os agregados, cimento, água e armadura. A importância das fôrmas de concreto na concepção, execução e custos das estruturas de qualquer edifício é notória, já que no caso de edifícios de vários andares os custos de execução de fôrmas podem chegar a 30% do valor total da obra, bem como a execução demandar 60% do tempo total de construção. Neste sentido, este trabalho tem como objetivo comparar um caso real de sistemas de alvenaria de blocos cerâmicos e madeira. Embora aplicados em um trabalho específico, as conclusões encontradas podem ser generalizadas para qualquer tipo de estrutura enterrada, desde que as peculiaridades sejam levadas em conta, não necessariamente necessitando de deformação, ou seja, infraestrutura. Espera-se que este trabalho irá impulsionar artigos semelhantes.

PALAVRAS-CHAVE: fôrmas, concreto, construção.

COMPARATIVE ANALYSIS IN THE IMPLEMENTATION OF CORONAMENTO BLOCK FOCUSES IN PILES

ABSTRACT: Reinforced concrete has been used in structures since the early 20th century. It is a composite able to confer the most diverse types of shapes and dimensions, whose main components are the large and small aggregates, cement, water and armor. The importance of concrete forms in the conception, execution and costs of structures of any building is well known, since in the case of multi-storey buildings the costs of executing concrete forms can reach 30% of the total value of the work and the execution time can reach 60%. In this sense, this work has the objective of comparing a real case of systems of masonry of ceramic block and wood. Although applied in a specific work, the conclusions found can be generalized to any type of buried structure, provided that the peculiarities are taken into account, that does not necessarily need deformation, that is, infrastructure. It is hoped that this work will boost similar articles.

KEYWORDS: forms, concrete, construction.

INTRODUÇÃO

O concreto armado é utilizado nas estruturas desde o início do século XX. Trata-se de um compósito capaz de conferir os mais diversos tipos de formas, cujos principais componentes são os agregados graúdos e miúdos, cimento, água e armadura. Na fase de execução, é necessário um conjunto de materiais que possuem o escopo de moldar e sustentar o concreto fresco, chamado de fôrma ou sistema de fôrma (SANTOS, 2009).

É notória a importância das fôrmas de concreto na concepção, execução e nos custos das estruturas de uma edificação qualquer. Logo, é mais que justificável um estudo detalhado do seu dimensionamento e escolha dos materiais (ABCP, 2002).

Nos edifícios de múltiplos pavimentos, por exemplo, os custos relativos à execução de fôrmas para concreto podem chegar a 30% do valor total da obra e o tempo gasto de execução pode atingir 60%, conforme explicitado por Nazar (2007).

Sendo assim, a escolha adequada da forma é muito importante, pois vai impactar diretamente nos custos e no tempo de execução das obras, e essa melhor escolha está atrelada a quatro principais fatores que interferem simultaneamente: prazo de execução, número de utilizações, nível de solicitação das peças, disponibilidade de espaço no canteiro de obras e disponibilidade de materiais e mão de obras na região (BUMENSCHIN, 2004). Vale salientar que existem algumas outras variáveis aplicáveis em casos específicos que podem ser incluídas nesse rol de fatores para subsidiar a escolha.

Uma aplicação peculiar dos sistemas de fôrmas ocorre nos blocos de coroamento, ou blocos de fundação, estruturas volumétricas utilizadas para transferir às estacas ou tubulões as cargas de fundação, conforme NBR 6118 (2014). A execução desse elemento é realizada, geralmente, em fôrmas de madeira ou, algumas vezes, em alvenaria de blocos cerâmicos. Este último se torna viável pelo fato de ser uma estrutura enterrada e não necessita de desforma, semelhantemente aplicadas em vigas baldrames.

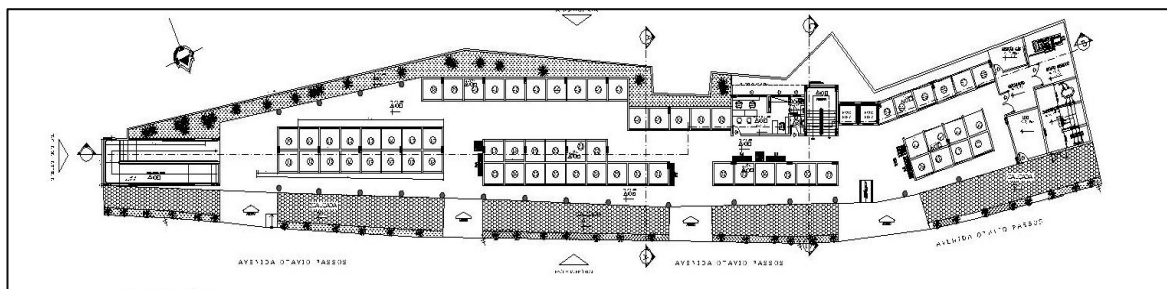
Não obstante, não há parâmetros específicos para subsidiar a escolha da melhor solução do sistema de fôrma para blocos de coroamento, justificado pela quase inexistência de estudos comparativos entre esses dois tipos de sistemas. Nesse sentido, esse trabalho possui o objetivo de comparar um caso real de sistemas de fôrmas em alvenaria de bloco cerâmico e madeira. Embora aplicada em uma obra específica, as conclusões encontradas podem ser generalizadas a qualquer tipo de estrutura enterrada, desde que seja levado em conta as peculiaridades de cada local.

MATERIAL E MÉTODOS

- Caracterização da obra estudada

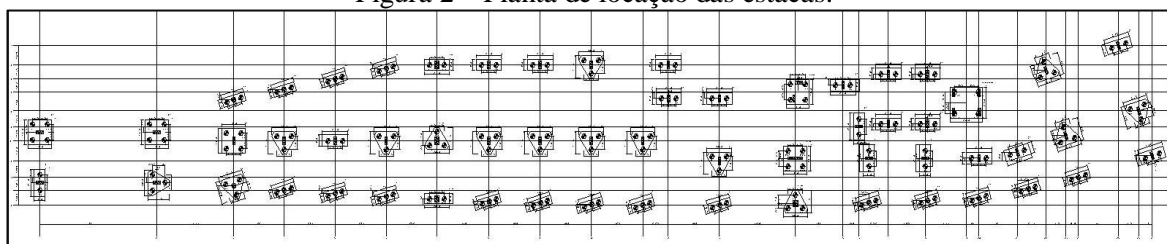
A obra em estudo localiza-se no interior do estado do Maranhão, sendo uma edificação de médio porte executada em alvenaria de tijolos e concreto armado em um terreno de 1.058,16 m², com orçamento equivalente a R\$ 7.904.485,54. A edificação apresenta 6 (seis) pavimentos, sendo que 5 (cinco) são pavimentos tipos e o último a laje de cobertura. A figura 01 ilustra a planta baixa do empreendimento.

Figura 1 – Planta baixa da obra objeto de estudo.



Conforme exigências geotécnicas, sua fundação está sendo executada em estaca raiz (total de 145 estacas), cujo conjunto de estacas serão solidarizadas através de blocos de coroamento, processo denominado de estaqueamento. A figura 02 ilustra a planta de locação das estacas. Vale ressaltar que foi possível obter todas as características físicas necessárias para o estudo.

Figura 2 – Planta de locação das estacas.



- Método de avaliação e comparação

Serão avaliados e comparados os requisitos de qualidade, segurança e economia dos sistemas de fôrmas na execução dos blocos de coroamento ou blocos de fundação em 2 (dois) cenários: a - utilização do sistema de fôrma plana com chapa compensada plastificada, espessura de 12 mm com reuso de 3 (três) vezes; b - utilização do sistema de fôrma com alvenaria de bloco cerâmico furado com dimensões 9x14x19 com uso de argamassa mista de cal hidratada.

No quesito qualidade, serão considerados os quesitos de resistência, estanqueidade, baixa aderência, lançamento e adensamento, rigidez, posicionamento da armadura e textura superficial. Essa análise foi baseada em estudos já existentes, não havendo necessidades de ensaios experimentais em ambos os cenários.

O quesito de segurança, no que lhe concerne, está relacionado à sustentação do serviço de concretagem e posicionamento das armaduras envolvidas na execução dos blocos de coroamento. É importante observar que o âmbito da segurança está atrelado aos quesitos de qualidade.

E, sendo o quesito essencial, será avaliado e comparado os custos envolvidos na execução de ambos os cenários supracitados. Buscando a real comparação com a região onde o empreendimento se encontra, foram utilizados dados do Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil – SINAPI. Para melhor abordagem dos custos envolvidos, será considerado o orçamento da obra com a finalidade de verificar quais os impactos na orçamentação.

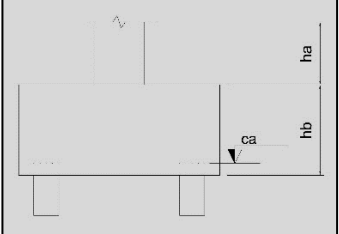
É importante ressaltar que as conclusões aqui discorridas podem ser generalizadas para outras obras que sejam executadas no estado do maranhão, no qual executam blocos de coroamento, sejam de estacas ou tubulões. Vale salientar que para aplicar essas conclusões em outros estados, é necessário que se faça uma estimativa de custo condizente com a região, tornando o mais real possível, para não haver desvio de custos. A figura 04 ilustra uma síntese da metodologia aplicada

RESULTADOS E DISCUSSÃO

- Configuração geométrica dos blocos

Considerado os projetos obtidos para execução das fundações, foi possível obter os parâmetros geométricos necessários para determinar o quantitativo que será utilizado nos blocos de coroamento, sendo área superficial lateral, na avaliação econômica dos cenários realçados no tópico de materiais e métodos. A tabela 01 realça os tipos de blocos considerados e seus valores geométricos que servirá para determinar os quantitativos necessários na comparação.

Tabela 1 – Dimensões geométricas dos blocos.

Nomenclatura	Ha (cm)	Hb (cm)	Dimensões (cm)
B1	70	80	
B2	70	85	
B3	70	85	
B4	70	90	
B5	85	90	
B6	70	80	
B7	70	150	

Pelos resultados obtidos, observa-se no mapa de Potencial pedológico para a cultura da mamona que não se identificou terras com Potencial Muito Alto (Figura 1).

De acordo com o mapa de Potencial pedológico para a cultura da cultura da mamona, identificou-se 2.805,45 km² de terras com Potencial Alto, representando 4,98% (Tabela 1) da área total do Estado distribuídas no Litoral e Agreste ao sul do Estado divisa com Pernambuco, na área norte do Curimataú próximo à divisa com o Rio Grande do Norte, e no Alto Sertão e na região oeste do Sertão na divisa com o Ceará. Estas áreas são de ocorrência do Argissolo Vermelho Amarelo Eutrófico, onde os graus de limitações podem ser considerados ligeiros, e as condições encontradas para exploração destas terras podem ser consideradas satisfatórias. Conforme Cavalcante et al. (2005), são solos que possuem fertilidade alta, mas o controle da erosão deve ser intenso.

- Avaliação da qualidade e segurança

Quanto à qualidade e segurança, baseados nas obras de Nazar (2006), Searby (1986) e Souza (1995), os sistemas de fôrmas aplicadas nos blocos de coroamento apresentam as seguintes características qualitativas, considerando verde para o cenário que apresentar melhor desempenho e cinza para desempenho iguais. A tabela 02 indica uma análise qualitativa dos dois cenários abordados.

Tabela 0 – Comparação da qualidade e segurança.

QUESITOS	CENÁRIO A	CENÁRIO B
Resistência	IGUAL	IGUAL
Estanqueidade	MAIOR	
Baixa aderência	MAIOR	
Adensamento	IGUAL	IGUAL
Rigidez		MAIOR
Posicionamento Arm.	IGUAL	IGUAL
Textura superficial	MAIOR	
Segurança		MAIOR

Conforme é possível notar, a utilização de alvenaria de tijolos como fôrmas para blocos de coroamento se torna vantajoso em diversos pontos relativos à qualidade e segurança, ressaltando que alguns pontos são indiferentes se comparado com fôrmas de chapas compensadas plastificadas.

Conforme Barros e Melhado (1998), o sistema de fôrmas devem garantir que as cargas sejam suportadas, apresentando pouca deformabilidade (rigidez adequada) e que seja possível realizar o adensamento e posição das armaduras sem dificuldades. Ambos os cenários possuem semelhante influência na execução de blocos de coroamento.

A estanqueidade do sistema de fôrmas em chapas compensadas é maior pelo fato de que a alvenaria absorve boa parte da água de hidratação do cimento (BARROS; MELHADO, 1998). Não obstante, esse fato pode ser desconsiderado quando se realiza a molhagem prévia das paredes internas para minimizar a absorção de água de hidratação do sistema.

É importante observar que o quesito de segurança é maior quando executado em alvenaria de blocos cerâmicos, pois os profissionais estão sujeitos a materiais menos perigosos, quando comparado com as fôrmas de chapas resignadas (FREIRE; SOUZA, 2001).

- Avaliação dos custos

Uma etapa importante no gerenciamento e construção civil é o levantamento dos quantitativos de serviços necessários, pois a orçamentação e estimativa de custos serão baseados nesses valores. Na execução de um bloco de coroamento são necessários os serviços de escavação, reaterro, bota fora, área de apiloamento do bloco, volume de concreto, área de fôrma, consumo de aço e impermeabilização.

Esse estudo possui o foco no serviço de fôrma, no qual foram avaliados os dois cenários constantes na metodologia. Não obstante, conjuntamente com a área de fôrma, os serviços de escavação, bota fora e reaterro foram influenciados em cada um dos cenários.

Conforme disponibilizado pelo Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil - SEINFRA (2018), considerando as composições e insumos do estado do Maranhão no mês de fevereiro, avaliou-se a composição dos custos desonerados para execução de fôrma plana com chapa compensada plastificada de espessura 12 mm, prevendo 3 vezes a utilização e para execução de alvenaria de bloco cerâmico furado com dimensões 9x14x19 cm com uso de argamassa mista de cal hidratada.

Considerando apenas a execução das fôrmas, sabendo que o quantitativo de área de forma necessários para executar os 51 blocos de coroamentos com 145 estacas solidarizadas é de 238,22 m², tem-se que a execução através do cenário 01 implica em um custo, sem BDI, de R\$ 19.276,76 (dezenove mil, duzentos e setenta e seis reais e setenta e seis centavos), enquanto o cenário 02 implica em um custo, sem BDI, de R\$ 5.579,11 (cinco mil, quinhentos e setenta e nove reais e onze centavos).

Em outras palavras, houve uma redução de aproximadamente 30% no custo para execução das fôrmas para um mesmo serviço. Observa-se que não foi aplicado o BDI, no sentido de generalizar as

conclusões, mas dependendo desse fator, tem-se uma redução maior ou menor de custo quando utilizado o cenário 02.

Quanto aos serviços de escavação, reaterro e bota fora, a mudança dos cenários implica em alterações. Quando se faz uma fôrma em chapa compensada é necessário o escoramento da estrutura de madeira devido à baixa rigidez. Com isso, o quantitativo de escavação é maior no cenário 01.

Já no cenário 02, utilização de alvenaria de tijolo cerâmico, não há necessidade de escoramento pois a rigidez da alvenaria é suficiente para conter as solicitações impostas na superfície. Conjuntamente com a redução do volume de escavação na utilização de fôrmas executadas em alvenaria de tijolos cerâmicos, tem-se notoriamente a redução do reaterro e do bota fora.

CONCLUSÃO

Diante de todo o exposto, é notório concluir que na execução de fôrmas para blocos de coroamento ou blocos de fundação é mais vantajoso, em termos de qualidade, economia e segurança, a utilização de alvenaria de bloco cerâmico furado (9x14x19) cm com argamassa mista de cal e areia ao invés de fôrma plana com chapa resignada plastificada com espessura de 12 mm e utilização de 3 vezes, havendo uma redução aproximadamente 30% no custo de realização desse serviço.

Além dos custos diretamente ligado à execução das fôrmas, a utilização de blocos cerâmicos reduz o quantitativo de escavação, reaterro e bota fora. Embora não avaliados quantitativamente, eles serão significativos principalmente quando se tratar de blocos de coroamento de grandes dimensões ou grandes quantidades.

REFERÊNCIAS

- ABCP Associação Brasileira de Cimento Portland. Manual de Estruturas de Concreto Armado. Versão Preliminar, 2002.
- ABCP Associação Brasileira de Cimento Portland. Manual de Estruturas de Concreto Armado. Versão Preliminar, 2002.
- ABNT ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15696: fôrmas e escoramentos para estruturas de concreto - projeto, dimensionamento e procedimentos executivos. Rio de Janeiro, 2009.
- ABNT ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6118: projeto de estruturas de concreto - Procedimento. Rio de Janeiro, 2014.
- BARROS, M. M. S. B.; MELHADO, S. B. Recomendações para a produção de estruturas de concreto armado em edifícios. São Paulo: EPUSP, 1998.
- BARROS, M.B; MELHADO, S.B, Recomendações para a produção de estruturas de concreto armado em edifícios. Projeto EPUSP/SENAI. São Paulo, 1998.
- BUMENSCHIN, E. N. A sustentabilidade na cadeia produtiva da indústria da construção. Tese (Doutorado em construção civil). Centro de Desenvolvimento Sustentável, Universidade de Brasília - UnB, 2004. 149p. concreto armado em edifícios. Projeto EPUSP/SENAI. São Paulo, 1998.
- FARJERSZTAJN, H.; LANDI, F. R. Boletim técnico da Escola Politécnica da USP. BT/PCC/60. São Paulo: EPUSP, 1992.
- FREIRE, T. M.; SOUZA, U. E L. Classificação dos sistemas de fôrmas para estruturas de concreto armado. São Paulo: EPUSP, 2001.
- MARANHÃO, G. M. Fôrmas para Concreto: Subsídios para a Otimização do Projeto segundo a NBR 7190/97. Dissertação (Mestrado). Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2000.
- NAZAR, N. Fôrmas e escoramentos para edifícios. São Paulo: Pini, 2007. 180p.
- RESENDE, R. B. Uma visão sobre o uso de fôrmas e escoramentos em cidades de grande, médio e pequeno porte do Brasil central e as novas diretrizes normativas. Dissertação (mestrado em Engenharia Civil). Universidade Federal de Urbânia - UFU, 2010. 164p.
- SEINFRA-CE, SECRETARIA DA INFRAESTRUTURA DO ESTADO DO CEARÁ. Tabela de Custos Unificada Desonerada. Disponível em <<http://www.seinfra.ce.gov.br/index.php/tabela-de-custos-unificada-desonerada>. Acesso em: 20 mar. 2018>.
- SOUZA, J.C.S. Qualidade na Produção de Fôrmas para Estruturas de Concreto Moldadas in Loco. Pós-Graduação em Engenharia da Construção Civil e Urbana, Escola Politécnica da USP, São Paulo, 1995.