

HABITAÇÕES POPULARES CONSTRUÍDAS COM CONCRETO AUTOADENSÁVEL: ANÁLISE DA VIABILIDADE ECONÔMICA

POPULAR HOUSES BUILDING WITH SELF-COMPACTING CONCRETE: ANALYZE OF ECONOMIC VIABILITY

Etienne Tainá Damaceno Ferreira¹
Vinícius Carrijo dos Santos²
Romel Dias Vanderlei³

Resumo: O concreto autoadensável (CAA) tem se tornado uma opção tecnológica para ser utilizada nos mais diferentes tipos de obra. Inicialmente, este concreto era comumente utilizado em grandes construções como pontes. Com o desenvolvimento de estudos o CAA vem sendo aplicado nos mais diferentes tipos de obras, entre elas as habitações populares. No Brasil, o desenvolvimento do Programa Minha Casa Minha vida do Governo Federal tem permitido as construtoras utilizarem este tipo de concreto, devido a sua qualidade e a sua empregabilidade em processos construtivos que fazem uso de linha de produção. O presente artigo tem como objetivo identificar se o concreto autoadensável é economicamente viável e se a sua aplicação pode ser feita em habitações populares. A metodologia consiste em realizar um levantamento bibliográfico sobre o assunto, a qual pode ser classificada quanto ao seu método de abordagem como qualitativa, quanto aos fins como descritiva e explicativa e quanto aos meios como pesquisa bibliográfica. Através dos artigos, teses e dissertações encontradas e apresentadas na revisão bibliográfica obteve-se como resultado a possibilidade de utilizar o CAA em habitações populares, e que o mesmo é viável economicamente, pois permite a produção de painéis, módulos (cômodos) pré-fabricados e pavimentos, tornando o processo construtivo eficiente, onde o seu uso mais comum relatado pelos autores é na construção de painéis. Concluindo-se que este tipo de concreto é uma opção viável neste tipo de construção.

Palavras-chave: Concreto autoadensável. Habitações populares.

Abstract: The self-compacting concrete (SCC) has become a technology of choice for use in many different types of work. Initially, this concrete was commonly used in large buildings such as bridges. With the development of studies SCC has been applied in many different types of works, including the popular houses. In Brazil, the development of the My House My Life Federal Government has allowed builders to use this type of concrete due to their quality and their employability in construction processes that make use of the production line. This article aims to identify the self-compacting concrete is economically feasible and whether your application can be made for affordable housing. The methodology consists in conducting a literature on the subject, which can be classified according to their method of approach and qualitative, on ends as descriptive and explanatory and as to the means as literature. Through the articles, theses and dissertations found and presented in the literature review was obtained as a result the possibility of using the SCC in affordable housing, and that it is economically viable, it allows the production of panels (rooms) modules prefabricated and pavements, making efficient construction process, where its most common usage is reported by the authors in building panels. Concluding that this type of concrete is a viable option in this type of construction.

Keywords: Self-Compacting Concrete. Popular Houses.

1 INTRODUÇÃO

O desenvolvimento de novas tecnologias permite a redução dos custos de construção, como também o uso de produtos com qualidade superior em empreendimentos que anteriormente empregavam produtos de baixo custo e qualidade inferior.

¹ Mestranda, Universidade Estadual de Maringá-UEM, Programa de Pós-graduação em Engenharia Urbana-PEU, eti_tayna@hotmail.com.

² Mestrando, Universidade Estadual de Maringá-UEM, Programa de Pós-graduação em Engenharia Urbana-PEU, vinicius.gc@hotmail.com.

³ Prof. Dr., Universidade Estadual de Maringá-UEM, Departamento de Engenharia Civil-DEC, rdvanderlei@uem.br. Autor para correspondência.

Em 1988 no Japão ocorre o desenvolvimento de um novo tipo de concreto de alto desempenho com excelente deformabilidade no estado fresco e resistência a segregação, este concreto ainda possui a capacidade de se moldar em formas sem o uso de vibração ou compactação. O mesmo foi denominado concreto autoadensável (CAA) (TUKIKIAN; DAL MOLIN; CREMONINI, 2010).

Ainda, conforme Okamura e Ouchi (2002) o concreto autoadensável é conceituado devido o uso limitado de conteúdo agregado, baixa relação água e finos e o uso de superplastificantes. O autor ainda destaca que ao comparar o CAA com o concreto convencional (CCV), o conteúdo graúdo do primeiro é menor do que o segundo que necessita da utilização de compactação vibratória.

O CAA em sua produção e aplicação precisa de cuidados para que as propriedades desejadas sejam mantidas. O primeiro cuidado a ser tomado é a realização do teste de espalhamento (*slump flow*) que visa confirmar as características do concreto. O segundo cuidado é em relação ao tempo de mistura do concreto autoadensável que costuma ser superior ao convencional. O terceiro, durante o lançamento do concreto é recomendado que o mesmo seja feito em movimentos circulares. O quarto, a utilização de equipamentos de vibração mecânica deve ser eliminada. O quinto cuidado deve-se tomar em relação com a umidade do material agregado que pode alterar as propriedades físicas do CAA. E por último, cuidados com o local onde o concreto será lançado para evitar vazamentos ou deformações na estrutura (ALENCAR; MARCON; HELENE, 2010).

A construção de unidades habitacionais populares normalmente está relacionada a produtos de baixa qualidade, no entanto, com a utilização de CAA é possível produzir casas com baixo custo e qualidade superior. Um exemplo da utilização de CAA em conjuntos habitacionais pode ser observado na Figura 1, onde está representado o processo industrial para construção habitacional, onde cada cômodo (módulo) é produzido separadamente, transportado e montado, originando uma unidade habitacional de um conjunto em Lucas do Rio Verde (MT):



Figura 1. Construção de unidade habitacional para abrigar funcionários da fábrica da Sadia em Lucas do Rio Verde (MT)

- A) Desmoldagem do módulo;
- B) Transporte até a obra;
- C) Montagem da casa.

Fonte: Alencar, Marcon e Helene (2010).

Em 2009 foi criado pelo Governo Federal brasileiro o Programa Minha Casa Minha vida, com o objetivo de acelerar a construção de moradias e reduzir o altíssimo déficit habitacional presente no panorama nacional. No escopo principal do programa foi prevista a construção de 35 milhões de unidades habitacionais dentro dos próximos 11 anos, porém até 2011 foram construídas aproximadamente 238 mil unidades. O programa foi criado para atender inicialmente três faixas da população, as primeiras são de famílias com renda de 0 a 3 salários mínimos por mês para os quais serão destinadas 400 mil unidades, a segunda etapa é destinada as famílias com renda mensal de 3 a 6 salários mínimos prevendo a construção de

400 mil unidades habitacionais e a terceira parcela são de famílias com renda mensal de 6 a 10 salários mínimos as quais serão destinadas 200 mil unidades habitacionais (FERREIRA; SILVA; OLIVEIRA, 2011).

O processo de industrialização da construção civil fez com que novos sistemas sejam utilizados, como as paredes em *drywall*, as estruturas metálicas, as estruturas pré-moldadas e pré-fabricadas e as fachadas pré-fabricadas (FERREIRA; SILVA; OLIVEIRA, 2011).

Na visão de Santos (2013) o aquecimento da construção civil impulsionado pelos volumosos investimentos provenientes do Governo Federal, fez com que as construtoras produzissem imóveis mais econômicos e com qualidade. O sistema construtivo convencional não se comportou como alternativa econômica diante as novas tendências de mercado, fato que levou as construtoras a buscarem novas tecnologias e métodos para ter um equilíbrio entre custos, qualidade e tempo de execução principalmente no ramo da habitação popular.

O presente estudo tem como objetivo realizar um levantamento bibliográfico sobre estudos que possam comprovar a viabilidade econômica da utilização do CAA em habitações populares, destacando também os benefícios do uso do mesmo.

2 DESENVOLVIMENTO

2.1 MÉTODO

A presente pesquisa teve como método de abordagem o qualitativo, pois busca compreender determinados eventos.

Quanto aos fins a presente pesquisa pode ser classificada como descritiva e explicativa. Descritiva, pois a mesma relatará sobre os eventos que são focos do estudo e explicativa por explanar sobre como os mesmos ocorreram e as suas implicações.

Quanto aos meios é classificada como pesquisa bibliográfica, pois foi realizado um levantamento bibliográfico em dissertações e teses no meio eletrônico, anais de eventos e em revistas para a obtenção dos resultados.

Para a coleta de dados a técnica utilizada foi a observação direta intensiva não participante.

O tratamento dos dados foi feito de forma escrita por apresentação tabular através de quadros e gráficos.

A pesquisa em questão, buscou trabalhos que abordassem a utilização de concreto autoadensável direcionadas a conjuntos habitacionais em meio eletrônico, dissertações, teses, simpósios, revistas, periódicos, encontros e eventos afins.

Após a realização da busca foi realizada a análise dos trabalhos e em quais aplicações se tornaram mais evidenciada a viabilidade econômica do emprego deste material.

2.2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Realizou-se um levantamento bibliográfico de artigos em revistas científicas, teses e dissertações em meio eletrônico e em anais de eventos nacionais que tratassem sobre a utilização do concreto autoadensável na construção de habitações populares e a viabilidade econômica do uso do mesmo.

Entre os trabalhos encontrados destaca-se o estudo de Alencar, Marcon e Helene (2010) onde estes buscaram demonstrar o processo de produção de módulos pré-fabricados para a construção de habitações populares com o uso de concreto autoadensável. Para a realização do estudo de caso os autores entraram em contato com uma construtora que tinha como característica a produção de módulos pré-fabricados para a construção de habitações populares em sistema de linha de produção. A primeira obra realizada pela construtora

utilizava concreto fluido para a produção dos módulos, no entanto, o uso deste material causava falhas no produto como: embarrigamento, bicheiras e o deslocamento das instalações elétricas e hidráulicas. Outra dificuldade encontrada ao longo do processo era o uso de compactação vibratória o que juntamente com o concreto fluido ocasionava em alguns a concentração do agregado graúdo em determinada parte do módulo necessitando reparos no produto. Desta forma, os custos de produção da primeira obra eram altos e ocorriam em alguns casos atrasos nas entregas. A segunda obra feita pela construtora substituiu o concreto fluido pelo concreto autoadensável. Com a substituição foram sanados os problemas anteriores e os autores realizaram um levantamento para identificar se o concreto autoadensável, apesar de ter um custo de aquisição superior ao fluido, era viável. Ao término do estudo de viabilidade os autores concluíram que o CAA é viável na produção de habitações populares mesmo tendo alto custo de aquisição, pois o uso do concreto reduz os custos com energia elétrica, reparos, mão-de-obra e os materiais utilizados nos reparos.

O estudo de Alcoforado (2013) teve como objetivo avaliar a viabilidade econômica do concreto autoadensável no uso de duas obras com características semelhantes na cidade de Goiânia, Goiás. Para a realização do estudo os autores fizeram um comparativo entre duas obras de construtoras diferentes por meio de indicadores de produtividade e pelo custo unitário do concreto. Ao término do estudo o autor chegou aos seguintes resultados: o concreto autoadensável reduz consideravelmente a mão-de-obra necessária para a execução das concretagens e a utilização do CAA nas obras deixou as mesmas mais caras em média de 4,81% na primeira e 5% na segunda, ressaltando que o autor apenas utilizou dados facilmente mensuráveis não considerando ganhos com eficiência no trabalho. O autor ainda destaca que apesar da análise de viabilidade realizada por este tenha demonstrado que o CAA não é viável, no entanto, ao considerar os ganhos que se obtém com a redução de horas trabalhadas que podem ser utilizadas para aumentar a produção da construção o mesmo pode ser considerado viável. E por fim, ele ainda relata que os responsáveis pelo dimensionamento das equipes de trabalho devem levar em consideração que com o uso do CAA ocorre a redução da mão-de-obra, assim, deve-se evitar equipes com muitos integrantes para evitar que trabalhadores fiquem ociosos.

Em trabalho realizado por Santos (2013) o estudo se pautou em um comparativo de custos de habitação popular entre alvenaria de blocos cerâmicos e paredes moldadas no local com fôrmas metálicas realizado em um conjunto projetado pela Construtora Piacentini em Campo Mourão, o projeto previa a construção de quatrocentos e sessenta unidades. O custo observado pelo autor para construção das quatrocentos e sessenta unidades habitacionais em alvenaria utilizando blocos cerâmicos é de R\$ 23.584.868,15, o custo por unidade habitacional é de R\$ 51.571,45 e R\$ 1.264,31/m² de área construída, já para as paredes moldadas no local através de concreto autoadensável o custo total do conjunto seria de R\$ 23.295.655,04 com custo de R\$ 50.642,72 por unidade habitacional e R\$ 1.241,54/m². A utilização de concreto autoadensável em fôrmas representou uma redução de R\$ 289.213,11 (1,8%) no custo global do empreendimento. Vale ressaltar que a utilização de concretagem moldada no local só é viável nesse projeto a partir da quantidade mínima de 123 unidades habitacionais devido ao elevado custo de aquisição da fôrma metálica. Outro ponto destacado pelo autor foi a eliminação de etapas como o chapisco, emboço, reboco e assentamento com a concretagem em fôrmas, fato que favoreceu na redução de custos. A desvantagem da utilização deste sistema é que as fôrmas metálicas possuem elevados custos e são adaptadas a um projeto específico.

A pesquisa desenvolvida por Rodrigues (2009) apresentou os processos construtivos que compõe o sistema de Painéis Portantes com concreto autoadensável, assim como as etapas construtivas e a viabilidade do sistema comparando com o sistema construtivo de alvenaria estrutural em conjuntos habitacionais. No sistema de alvenaria estrutural o custo da construção é 6,34% maior que o sistema de Paineis Portantes para o *layout* de quatro

apartamentos por andar, 7,32% para o de seis apartamentos por andar e 5,05% para o de oito apartamentos por andar.

Em trabalho desenvolvido por Ferreira, Silva e Oliveira (2011) foi realizada análise de viabilidade comparando o sistema construtivo em alvenaria estrutural e o sistema de painéis pré-moldados em conjuntos habitacionais. O trabalho não trouxe valores referentes a custos com os dois sistemas, porém trouxe como principal ponto de viabilidade o fato de que com o sistema de painéis a produtividade obtida foi de 4 pavimentos por semana e com o sistema de alvenaria convencional a produtividade foi de 1 pavimento por semana. Como contrapartida os autores apresentam a inflexibilidade quanto às adequações do layout no sistema de painéis pré-moldados, a grande área necessária para estocagem dos painéis e alto aporte inicial em relação aos investimentos.

2.3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

O Quadro 1 apresenta um comparativo entre os dados levantados na revisão bibliográfica.

Autores	Objetivo	Aplicação do CAA	Resultados obtidos
Alencar, Marcon e Helene (2010).	Realizar comparação econômica entre a utilização do concreto fluido e o CAA.	Produção de módulos pré-fabricados para habitações populares.	A utilização do CAA se apresentou viável economicamente em relação ao concreto fluido.
Alcoforado (2013).	Avaliar a viabilidade econômica do concreto autoadensável em duas obras com características semelhantes, no entanto, de construtoras diferentes.	Construção de pavimentos em edifícios com características semelhantes, mas produzidos por construtoras diferentes.	A análise de viabilidade demonstrou que o CAA não é viável, no entanto, o autor não analisou os ganhos que são obtidos com a redução de mão-de-obra e a redução do tempo de produção dos pavimentos.
Santos (2013).	Desenvolver um comparativo de custos de habitação popular entre alvenaria de blocos cerâmicos e paredes moldadas no local com fôrmas metálicas e concreto autoadensável.	Produção de paredes moldadas no local de construção de habitações populares.	A utilização do concreto autoadensável na construção de habitações populares se mostrou viável reduzindo o custo global do empreendimento em aproximadamente 1,8% equivalendo a R\$ 289.213,11.
Rodrigues (2009).	Apresentar os processos construtivos que compõe o sistema de Painéis Portantes com concreto autoadensável, assim como as etapas construtivas e viabilidade do sistema comparando com o sistema construtivo de alvenaria estrutural em conjuntos habitacionais.	Produção de Painéis Portantes.	A utilização dos Painéis Portantes se mostrou viável economicamente, pois no sistema de alvenaria estrutural o custo da construção é 6,34% maior que o sistema de Painel Portante para o layout de quatro apartamentos por andar, 7,32% para o de seis apartamentos por andar e 5,05% para o de oito apartamentos.
Ferreira, Silva e Oliveira (2011).	Realizar análise de viabilidade comparando o sistema construtivo em alvenaria estrutural e o sistema de painéis pré-moldados em conjuntos habitacionais.	Produção de painéis pré-moldados para conjuntos habitacionais.	O sistema construtivo com painéis pré-moldados apresentou viabilidade, pois com o mesmo é possível a construção de quatro pavimentos por dia, enquanto com o sistema de alvenaria estrutural só é possível a construção de um pavimento por dia.

Quadro 1. Informações obtidas com a revisão bibliográfica

Com as informações apresentadas no Quadro 1 foi possível a elaboração do Gráfico 1, este apresenta os diferentes usos do CAA.

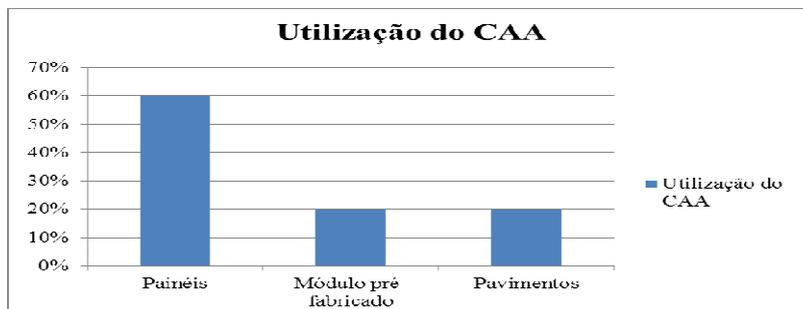


Gráfico 1. Utilização do CAA
Fonte: Elaborado pelos autores.

Ao analisar o Gráfico 1 percebe-se que a principal aplicação do concreto autoadensável é na produção de painéis. Isso ocorre, pois o CAA possibilita um ganho de eficiência no processo de construção quando utilizado em painéis diminuindo o tempo de produção das edificações e tornando o processo construtivo ágil.

Em relação a viabilidade do CAA percebe-se que o mesmo é viável economicamente em relação ao concreto fluido e o concreto convencional. No entanto, devem ser feitas algumas considerações antes de tomar a decisão de qual concreto utilizar. Alguns autores relatam que apesar do ganho de eficiência e a redução de mão-de-obra o uso deste em fôrmas deve ser analisado antes de sua aplicação, pois a construção das fôrmas pode encarecer o custo de produção final da obra. A sua utilização em pavimentos possui maior viabilidade, pois em sua grande parte os pavimentos não precisam de fôrmas e a sua estrutura facilita o lançamento do CAA.

E ainda, conforme relatado por Santos (2013) a viabilidade do CAA é maior em casos onde não se faz necessário a construção de diferentes tipos de fôrmas, ou seja, a construção de habitações populares que tem por característica principal a sua padronização.

Assim, com base nos estudos encontrados é possível afirmar que o CAA é viável na produção de habitações populares, onde o processo construtivo segue basicamente uma linha de produção, diminuindo os custos com mão-de-obra e tornando o mesmo eficiente.

3 CONCLUSÃO

O desenvolvimento do presente estudo identificou a viabilidade da utilização do concreto autoadensável na produção de habitações populares e possui maior aplicação em painéis tornando o processo construtivo eficiente, apesar de necessitar de preparo diferenciado e o seu uso deve ser feito em formas em alguns casos o que pode ocasionar certas dificuldades de aplicação, no entanto, a sua utilização em pavimentos de construções exige menos cuidados.

Conclui-se que o CAA é uma opção viável na construção de casas populares e a sua utilização deve ser decidida conforme as características e necessidades de cada tipo de obra.

REFERÊNCIAS

ALCOFORADO, L. F. M. Viabilidade econômica do concreto auto-adensável na construção de prédios em Goiânia – GO. Revista on-line Especialize, Goiânia, v. 3, n. 1, p. 1-13, 2013.

ALENCAR, R.; MARCON, J.; HELENE, P. Módulos pré-fabricados de concreto auto-adensável para obras de habitação popular. Fábrica de Concreto Internacional, São Paulo, 6ª edição, p. 126-132, dez. 2010.

FERREIRA, F. de A.; SILVA, H. C. da; OLIVEIRA, M. L. S. de. Sistema construtivo de painéis pré-moldados. 2011. 90 f. Monografia (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Anhembi Morumbi, São Paulo, 2011.

OKAMURA, H.; OUCHI, M. Self-compacting concrete. Journal of Advanced Concrete Technology, Tokyo, vol. 1, n. 1, p. 5-15, abr. 2003.

RODRIGUES, R. de S. Estudo do processo construtivo de painéis portantes em edifícios residenciais. 2009. 51 f. Monografia (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Anhembi Morumbi, São Paulo, 2009.

SANTOS, E. de B. Estudo comparativo de viabilidade entre alvenaria de bloco cerâmicas e paredes de concreto moldados no local com fôrmas metálicas em habitações populares. 2013. 58 f. Monografia (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, 2013.

TUTIKIAN, B. F.; DAL MOLIN, D.; CREMONINI, R. Viabilização econômica do concreto auto-adensável. 2010. Disponível em: <http://www.allquimica.com.br/arquivos/websites/artigos/Viabiliza%C3%A7%C3%A3o_econ%C3%B4mica_do_concreto_auto-adens%C3%A1vel200693081825.pdf>. Acesso em: 22 abr. 2014.