

COMPARATIVO DE CUSTOS ENTRE ALVENARIA DE BLOCOS CERÂMICOS E DE BLOCOS DE CONCRETO CELULAR AUTOCLAVADO¹

Jão Marcos Rabelo Teixeira

Graduando do 10º período do curso de Engenharia Civil do UNIPAM.

E-mail: joaomarcosrabelo@hotmail.com

Willian Ferreira Dias

Graduando do 10º período do curso de Engenharia Civil do UNIPAM.

E-mail: willianferreirads@hotmail.com

Eduardo Pains de Moraes

Professor do curso de Engenharia Civil do UNIPAM.

E-mail: eduardopm@unipam.edu.br

RESUMO: O estudo da viabilidade econômica da substituição da alvenaria de vedação em blocos cerâmicos por blocos em Concreto Celular Autoclavado (CCA), utilizando diferentes argamassas (mistas e industrializadas), demonstrou que, para ambos os blocos, a argamassa industrializada se apresentou mais cara e, independentemente da argamassa utilizada, o bloco em CCA mostrou-se mais caro. No entanto, a duração estimada das atividades demonstrou que o bloco em CCA necessita de menos tempo de execução.

PALAVRAS-CHAVE: Orçamento. Alvenaria. Bloco.

ABSTRACT: The study of the economical feasibility of replacing masonry of ceramic block blocks by concrete blocks in Autoclaved Cellular Concrete (CCA), using different mortars (mixed and industrialized), showed that for both blocks the industrialized mortar presented more expensive, independent of the mortar the CCA block was more expensive. However, the estimated duration of the activities demonstrated that the block in CCA requires less execution time.

KEYWORDS: budget; masonry; block.

INTRODUÇÃO

Devido ao acelerado desenvolvimento das regiões urbanas, ao aumento de residentes nesses centros, acrescido à crise financeira que atravessa o Brasil, o mercado da construção civil está cada vez mais dinâmico, complexo e visa, a todo momento, reduzir custos aplicando métodos construtivos eficazes no quesito econômico e qualitativo, de forma a se adequar aos clientes cada vez mais exigentes e

¹ Trabalho apresentado na área temática Engenharia de Custos na categoria apresentação oral do V Congresso Mineiro de Engenharia e Arquitetura, realizado de 5 a 7 de novembro de 2018.

bem informados, que buscam sempre rapidez, facilidade e obras viáveis economicamente. Sendo assim, é de extrema importância que a implantação de inovações visando à substituição de métodos construtivos arcaicos e ultrapassados ganhem força.

Métodos construtivos rudimentares caracterizam a construção civil brasileira, tendo o principal mecanismo utilizado a estrutura de concreto armado com fechamento em alvenaria de tijolos cerâmicos. Grande desperdício de matéria-prima, baixa produtividade e atrasos técnicos podem ser apontados como desvantagens dessa tipologia construtiva de alvenaria muito empregada no Brasil, que, devido às exigências de mercado atuais, estão se tornando predominantemente ultrapassadas.

O mercado tem evoluído gradativamente para a industrialização da construção juntamente com o estudo da viabilidade, adotando processos mais econômicos unidos de eficácia, inovação e praticidade. Um grande exemplo disso, em se tratando de alvenaria, é a utilização de blocos de Concreto Celular Autoclavado (CCA), que, de acordo com Daldegan (2016), é um método que garante alta produtividade, redução do peso da obra, velocidade da construção, bom isolamento acústico e térmico, grande durabilidade e ausência de reboco.

Nesse sentido, este estudo apresentou, como objetivo geral, avaliar a viabilidade econômica da alvenaria de vedação com blocos de concreto celular em comparação com a alvenaria com blocos cerâmicos. Para atingir o objetivo geral, os objetivos específicos estão embasados em três vertentes:

- Quantificar os insumos e mão de obra dos sistemas de vedação em paredes de concreto celular e paredes de blocos cerâmicos;
- Comparar financeiramente os dois sistemas propostos para o estudo através de técnicas de orçamentação;
- Avaliar o sistema que apresenta maior viabilidade econômica conforme o levantamento de custos.

A falta de planejamento, empreendimentos orçados de forma precipitada, desperdícios de materiais na construção e falta de informações por parte do construtor em relação a sua própria obra são alguns dos problemas mais recorrentes na construção civil. Visando a essas e a outras falhas oriundas dessa área, foi tomada a decisão de aprofundar no segmento de planejamento, gestão e controle de obras, proporcionando assim inúmeros benefícios na questão orçamentária de obras e edificações em geral.

De acordo com Mattos (2014), para se realizar um orçamento, é exigido programar uma pesquisa dos preços dos insumos, caracterizando a composição dos custos de forma a apresentar um orçamento analítico e circunstanciado. Composição de custos constitui-se de uma tabela na qual são expressos todos os insumos diretamente interligados na execução de um determinado serviço dentro da construção civil, com seus respectivos custos unitários.

Os custos unitários dos serviços são obtidos através das composições de custos, “onde cada um de seus insumos apresenta um índice de consumo por unidade de serviço que, multiplicado pelo respectivo custo unitário, resulta no valor unitário do insumo para a execução da unidade daquele serviço” (GOLDMAN, 2004, p. 70).

O TCPO (2012) fornece os índices de consumos através das composições de custos de serviços, servindo como referência para quantificação e mensuração do serviço adotado. Para que essas composições possam espelhar a realidade construtiva, é necessário que se saiba como obter uma composição correta ou de que forma foi obtida a composição de serviços que estamos utilizando. (GOLDMAN, 2004).

O Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil – SINAPI (2018) fornece os preços de insumos e custos de composições abrangendo materiais, mão de obra e equipamentos que são utilizados em composições de serviços mais frequentes na construção civil.

Os preços informados são coletados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, e os valores (medianos) fornecidos à Caixa. Quando o IBGE não obtém informações suficientes nos locais previamente cadastrados para a coleta, em determinada localidade, o preço para o insumo é atribuído. Isso permite que o SINAPI disponha de preço e custo de referência para todas as localidades.

A Secretaria de Estado de Transportes e Obras Públicas – SETOP (2018) é referencial de preços para as obras do Estado de Minas Gerais. Os preços unitários da planilha são referenciais, limites máximos e correspondem ao custo de cada serviço, incluídos nos custos:

material + mão de obra + encargos sociais + encargos complementares.

A duração das atividades depende da quantidade de serviço, da produtividade e da quantidade de recursos alocados. As composições de custos unitários do orçamento fornecem índices, que são parâmetros existentes para a geração das durações. Os índices representam a incidência de cada insumo na execução de uma unidade do serviço (MATTOS, 2014).

O presente trabalho foi desenvolvido em tempos de crise econômica no Brasil, no ano de 2018, com intuito de mostrar ao construtor qual método é mais viável economicamente. Realizou-se uma análise comparativa financeira entre os dois sistemas, a fim de definir qual se mostrou mais viável, e foram discutidos também outros fatores que influenciam na escolha do tipo de bloco a ser empregado. A seguir estão demonstrados os resultados do estudo.

DESENVOLVIMENTO

Para o desenvolvimento do trabalho, foi realizado um estudo de caso em um projeto de construção de um galpão industrial, que inicialmente determinava que suas paredes de revestimento externo seriam constituídas de alvenaria convencional de vedação, ou seja, utilizando blocos cerâmicos convencionais e argamassa de assentamento.

Foi proposta a substituição da alvenaria convencional pelos blocos em CCA e, diante disso, realizou-se um estudo comparativo financeiro para cada tipologia construtiva, a fim de auxiliar na decisão do melhor método a ser empregado. Foram excluídas do estudo as demais atividades realizadas, como fundação, pintura, reboco, estrutura, acabamentos e cobertura, focando na vedação propriamente dita.

Para isso, foram coletados através do projeto, utilizando o software AutoCAD (2019), os dados necessários para dimensionamento das paredes. Foi calculada a área total de vedação necessária, coletando as distâncias entre os pilares e vigas, e descontando a área dos dois portões existentes.

De acordo com o projeto, as paredes a serem construídas possuem espessura de 20 centímetros, com um total de 12 metros de altura divididas em quatro vigas de 20 x 50 cm (largura x altura), resultando em uma altura de 2,5 metros de vedação entre as vigas. Os vãos entre os pilares possuem duas medidas diferentes, com oito vãos de 5,85 metros, e oito vãos de 4,70 metros. Foram descontados para o cálculo os dois portões de 22 m² cada, resultando em um total de 800 m² necessários para a vedação.

Após mensurar a dimensão das paredes a serem construídas, foram coletados os dados de consumo de materiais referentes a cada serviço através das composições do TCPO (2012). Foram encontradas tanto para alvenaria de blocos cerâmicos, quanto para os blocos em CCA, composições utilizando argamassas mistas e argamassas industrializadas; portanto, para enriquecer o estudo, utilizaram-se os dois tipos de argamassa.

As composições de consumos do TCPO (2012) para a alvenaria de vedação com blocos cerâmicos e blocos de CCA estão demonstradas detalhadamente na Figura 1 e englobam no consumo unitário o material e a mão de obra para preparo da argamassa e execução da alvenaria.

Além disso, também o TCPO (2012) considera na composição um índice de perda de 15% para os blocos cerâmicos, 2% para os blocos em CCA e 20% para argamassa. Isso representa que os blocos em CCA favorecem um ganho de produtividade, conforme afirma Daldegan (2016), e representam um menor desperdício em comparação ao bloco cerâmico.

Pode-se observar, na Figura 1, que as composições dos materiais são bastante específicas, sendo assim, foram pesquisadas nas planilhas orçamentárias de referência as composições de serviços adequadas para cada tipologia construtiva e coerentes com o projeto e as especificações contidas no TCPO (2012).

Observa-se também que as composições para alvenaria com blocos cerâmicos apresentaram consumos mínimos, médios e máximos. Essas faixas se referem aos fatores que influenciam no consumo de materiais para os blocos cerâmicos, em que os valores aproximados ao índice mínimo consideram uma situação favorável para o custo e o planejamento, enquanto os aspectos aproximados ao máximo uma situação desfavorável. Conforme afirma Mattos (2014), é importante utilizar valores médios quando se tratar de um estudo de viabilidade e não haver valores ou informações suficientes sobre a obra.

Com os quantitativos dos serviços, foram realizados os orçamentos, através dos dados das planilhas orçamentárias de referência de preços para as obras de edificação, do Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil – SINAPI (2018) e da Secretaria de Estado de Transportes e Obras Públicas – SETOP (2018), ambas de utilização com amplitude em Minas Gerais.

Figura 1 – Composições do TCPO

TCPO 2012 (adaptado)					
CÓDIGO DA COMPOSIÇÃO		ALVENARIA DE VEDAÇÃO COM BLOCO CERÂMICO FURADO, 19 X 19 X 39 CM (FUROS VERTICAIS), ESPESSURA DA PAREDE 19 CM, JUNTAS DE 10 MM, ASSENTADO COM ARGAMASSA MISTA DE CIMENTO, CAL HIDRATADA E AREIA SEM PENEIRAR TRAÇO 1:2:8 - UNIDADE: M²			
06.001.000051.SER					
CÓDIGO	COMPONENTES	UNID	PRODUTIVIDADE VARIÁVEL - CONSUMOS		
			MÍNIMO	MÉDIO	MÁXIMO
01.021.000001.MOD	PEDREIRO	H	0,59	0,79	1,06
01.026.000001.MOD	SERVEnte	H	0,39	0,51	0,67
06.003.000070.SER	ARGAMASSA MISTA DE CIMENTO, CAL HIDRATADA E AREIA SEM PENEIRAR TRAÇO 1:2:8	M ³	0,0142	0,0236	0,0459
05.004.000003.MAT	BLOCO CERÂMICO DE VEDAÇÃO (LARGURA : 190 MM / ALTURA: 190 MM / COMPRIMENTO: 390 MM)	UN.	12,875	13,5	15,591
CÓDIGO DA COMPOSIÇÃO		ALVENARIA DE VEDAÇÃO COM BLOCOS CERÂMICO FURADO, 19 X 19 X 39 CM, ESPESSURA DA PAREDE 19 CM, JUNTAS DE 10 MM COM ARGAMASSA INDUSTRIALIZADA - UNIDADE: M²			
06.001.000057.SER					
CÓDIGO	COMPONENTES	UNID	PRODUTIVIDADE VARIÁVEL - CONSUMOS		
			MÍNIMO	MÉDIO	MÁXIMO
01.021.000001.MOD	PEDREIRO	H	0,59	0,79	1,06
01.026.000001.MOD	SERVEnte	H	0,39	0,51	0,67
04.004.000007.SER	ARGAMASSA PRÉ-FABRICADA PARA ASSENTAMENTO DE ALVENARIA	KG	14,2	23,6	45,9
05.004.000003.MAT	BLOCO CERÂMICO DE VEDAÇÃO (LARGURA : 190 MM / ALTURA: 190 MM / COMPRIMENTO: 390 MM)	UN.	12,875	13,5	15,625
CÓDIGO DA COMPOSIÇÃO		ALVENARIA DE VEDAÇÃO COM BLOCOS DE CONCRETO CELULAR AUTOCLAVADO, SEM FUNÇÃO ESTRUTURAL, - 20 X 30 X 60 CM, ESPESSURA DA PAREDE 20 CM, JUNTAS DE 10 MM COM ARGAMASSA MISTA DE CIMENTO, CAL HIDRATADA E AREIA SEM PENEIRAR TRAÇO 1:2:9 - UNIDADE: M²			
06.001_SER					
CÓDIGO	COMPONENTES	UNID	CONSUMOS		
01.021.000001.MOD	PEDREIRO	H	0,32		
01.026.000001.MOD	SERVEnte	H	0,32		
06.003.000071.SER	ARGAMASSA MISTA DE CIMENTO, CAL HIDRATADA E AREIA SEM PENEIRAR TRAÇO 1:2:9	M ³	0,0125		
05.001._.MAT	BLOCO DE CONCRETO CELULAR AUTOCLAVADO	M ²	1,02		
CÓDIGO DA COMPOSIÇÃO		ALVENARIA DE VEDAÇÃO COM BLOCOS DE CONCRETO CELULAR AUTOCLAVADO, SEM FUNÇÃO ESTRUTURAL, - 20 X 30 X 60 CM, ESPESSURA DA PAREDE 20 CM, JUNTAS DE 10 MM COM ARGAMASSA INDUSTRIALIZADA - UNIDADE: M²			
06.001_SER					
CÓDIGO	COMPONENTES	UNID	CONSUMOS		
01.021.000001.MOD	PEDREIRO	H	0,32		
01.026.000001.MOD	SERVEnte	H	0,32		
04.004.000009.SER	ARGAMASSA DE CIMENTO COLANTE PRÉ FABRICADA PARA ASSENTAMENTO DE BLOCO DE CONCRETO CELULAR AUTOCLAVADO	KG	18,1		
05.001._.MAT	BLOCO DE CONCRETO CELULAR AUTOCLAVADO	M ²	1,02		

Fonte: TCPO, 2012 (adaptado).

Os preços unitários da planilha da SETOP (2018) são referenciais, limites máximos e correspondem ao custo de cada serviço. Portanto, para os preços da SETOP na composição da planilha orçamentária, utilizaram-se os consumos máximos da TCPO (2012). As composições de custo encontradas através da SETOP se encontram detalhadas através da Figura 2.

Figura 2 – Planilha de custos SETOP

TABELA REFERENCIAL DE PREÇOS UNITÁRIOS PARA OBRAS DE EDIFICAÇÃO REGIÃO TRIÂNGULO E ALTO PARANAÍBA				
S/ DESONERAÇÃO			JULHO/2018 (ADAPTADO)	
CÓDIGO	SETOP	DESCRIÇÃO DO SERVIÇO	UNIDADE	CUSTO UNITÁRIO
ED-48205	ALV-CEL-015	ALVENARIA DE VEDAÇÃO COM BLOCOS DE CONCRETO CELULAR AUTO CLAVADO, SEM FUNÇÃO ESTRUTURAL, 20 X 30 X 60 CM, ESPESSURA DA PAREDE 20CM, JUNTAS DE 10 MM COM ARGAMASSA INDUSTRIALIZADA	M ²	R\$ 86,80
ED-48233	ALV-TIJ-035	ALVENARIA DE TIJOLO CERÂMICO FURADO E=20 CM, A REVESTIR	M ²	R\$ 67,50
ED-48307	AUX-ARG-035	ARGAMASSA MISTA DE CIMENTO, CAL HIDRATADA E AREIA SEM PENERAR TRAÇO 1:2:8	M ³	R\$ 305,34
ED-48308	AUX-ARG-040	ARGAMASSA MISTA DE CIMENTO, CAL HIDRATADA E AREIA SEM PENERAR TRAÇO 1:2:9	M ³	R\$ 386,86

Fonte: SETOP, 2018 (adaptado).

Figura 3 – Planilha de custos SINAPI

SISTEMA NACIONAL DE PESQUISA DE CUSTOS E ÍNDICES DA CONSTRUÇÃO CIVIL ESTADO DE MINAS GERAIS				
S/ DESONERAÇÃO			AGOSTO/2018 (ADAPTADO)	
CÓDIGO	DESCRIÇÃO	UNIDADE	ORIGEM DE PREÇO	CUSTO TOTAL
73863/002	ALVENARIA COM BLOCOS DE CONCRETO CELULAR, 20X30X60CM, ESPESSURA 20CM, ASSENTADOS COM ARGAMASSA TRACO 1:2:9 (CIMENTO, CAL E AREIA), PREPARO MANUAL	M ²	CR	R\$ 94,43
87482	ALVENARIA DE VEDAÇÃO DE BLOCOS CERÂMICOS FURADOS NA VERTICAL DE 19X19X39CM (ESPESSURA 19CM) DE PAREDES COM ÁREA LÍQUIDA MAIOR OU IGUAL A 6M ² SEM VÃOS E ARGAMASSA DE ASSENTAMENTO COM PREPARO MANUAL. AF_06/2014	M ²	CR	R\$ 53,37
87483	ARGAMASSA INDUSTRIALIZADA MULTIUSO PARA REVESTIMENTOS E ASSENTAMENTO DA ALVENARIA, PREPARO MANUAL. AF_06/2014VÃOS E ARGAMASSA DE ASSENTAMENTO COM PREPARO MANUAL. AF_06/2015	M ³	CR	R\$ 905,61
652	BLOCO VEDACAO CONCRETO CELULAR AUTOCLAVADO 20 X 30 X 60 CM COM PREPARO MANUAL AF_06/2016	M ²	CR	R\$ 74,25

Fonte: SINAPI, 2018 (adaptado).

Para análise dos preços da SINAPI, não foi necessário utilizar os índices do

TCPO, visto que a planilha já considerou um preço de mercado mediano e contém composições completas, não sendo necessário utilizar os dados de consumo. As composições de custo encontradas através do SINAPI se encontram na Figura 3.

Comparando as planilhas de composições de custo referentes à SETOP e ao SINAPI foram notadas algumas divergências e observações importantes necessárias para elaboração do orçamento, que são:

- unidade do material bloco cerâmico do TCPO (2012) está em unidades e da SETOP (2018) em m²;
- a planilha do SINAPI (2018) apresentou apenas composições de serviços completos utilizando argamassas mistas, sendo necessário realizar as composições separadamente para a argamassa industrializada;
- a planilha da SETOP (2018) não possui composição completa para o serviço de alvenaria de tijolo cerâmico, sendo necessário realizar as composições separadamente de acordo com as especificações de consumo obtidas pelo TCPO (2012);
- na planilha da SETOP (2018), não há composições para a alvenaria de vedação com blocos em CCA que contenham argamassas mistas, pois não foram encontradas referências utilizando esse material;
- unidade do material argamassa industrializada do TCPO (2012) está em kg e nas planilhas em m³;
- não há na planilha da SETOP (2018) nenhum item específico à argamassa industrializada nem de blocos em CCA.

De acordo com essas observações, foi necessário realizar 4 tipos de conversões para realização do orçamento. O orçamento dos serviços se encontra na Figura 5, em que cada conversão realizada está em negrito e há um número sobrescrito, que refere-se respectivamente à sequência de conversões descritas a seguir.

1) O componente do bloco cerâmico é dimensionado por unidades na planilha do TCPO, sendo assim, foi necessário converter essa medida para m² para realizar o orçamento através das planilhas de custo. Considerando as dimensões do bloco de 19 cm x 39 cm, tem-se para um bloco 741 cm² de área, sendo necessários, portanto, aproximadamente 13,5 blocos para confecção de 1 m² de alvenaria.

2) Como não há na planilha da SETOP (2018) nenhum item específico à argamassa industrializada, foi realizada uma busca de preços online para compor o orçamento. O valor da argamassa industrializada para assentamento e revestimento da Precon (2018) é de R\$ 15,09 para sacos de 40 kg; sendo assim, para calcular o preço da argamassa considerou-se o valor unitário do kg, de R\$ 0,38. A Figura 4 apresenta o valor da argamassa.

Figura 4 - Preço argamassa assentamento e revestimento Precon

Argamassa Assentamento e Revestimento Cinza 40Kg Precon

★★★★★ (0) Cód. 8685771



Preço válido para o dia 03/10/2018 na região Belo Horizonte e apenas para retirada do produto diretamente nas Lojas. O valor do frete não está incluso. Verifique disponibilidade de estoque em nossas Lojas. Fotos meramente ilustrativas.

R\$ 15,09 /cada

vendido e entregue por Leroy Merlin

Fonte: Leroy Merlin, 2018.

3) Para a composição do preço unitário do SINAPI para argamassas industrializadas, independentemente do bloco, foi encontrada uma composição para as argamassas industrializadas e substituídas na composição analítica utilizando argamassas mistas. O valor da composição da argamassa industrializada multiuso é de R\$ 905,61. Os dados de consumo também foram alterados de acordo com as especificações das fichas técnicas das argamassas da Precon (2018).

a. Para a argamassa industrializada de assentamento de blocos cerâmicos, a ficha se encontra no Anexo I, de onde se considerou uma densidade média de 1800 kg/m^3 e o consumo de argamassa para o bloco cerâmico de 17 kg/m^2 . Portanto, obteve-se um consumo de $0,0094 \text{ m}^3/\text{m}^2$ de argamassa, que multiplicado pelo valor da composição resulta em um valor de R\$ 8,55, que, adicionado ao custo da composição para argamassa mista de R\$ 47,73, resulta no valor de R\$ 56,28.

b. Para a argamassa industrializada de assentamento de blocos de CCA, a ficha se encontra no Anexo II, de onde se considerou uma densidade média de 1600 kg/m^3 e o consumo de argamassa para o bloco cerâmico de 18 kg/m^2 . Portanto, obteve-se um consumo de $0,0113 \text{ m}^3/\text{m}^2$ de argamassa, que multiplicado pelo valor da composição resulta em um valor de R\$ 10,19, que, adicionado ao custo da composição para argamassa mista de R\$ 91,35, resulta no valor de R\$ 101,54.

4) Por não encontrar nenhuma referência individual dentro da Planilha SETOP

(2018) para o bloco em CCA, apropriou-se do valor do bloco do SINAPI (2018). Para esse valor, foi considerada a composição analítica do item de concreto celular utilizando argamassa mista no valor unitário de R\$ 74,25.

Os resultados demonstrados na Figura 5 foram sintetizados e resumidos para análise através da Tabela 1, a fim de obter-se um preço médio para análise do orçamento. As planilhas orçamentárias de referência de preços para as obras de edificação incluem, em suas composições, o valor da mão de obra, portanto, para o orçamento, foram considerados apenas os itens referentes a materiais e serviços do TCPO (2012).

Figura 5 – Planilha Orçamentária

UNIDADES DE ALVENARIA (M ²)	800	UNIDADE	CONSUMOS		SETOP		SINAPI	
			UNITÁRIOS	TOTAIS	PREÇO UNITÁRIO	PREÇO TOTAL	PREÇO UNITÁRIO	PREÇO TOTAL
ITENS RELATIVOS AO TCPO								
ALVENARIA COM BLOCO CERÂMICO E ARGAMASSA MISTA	Bloco Cerâmico	un.	1,1549 ¹	924	R\$ 67,50	R\$ 62.364,00	R\$ 53,37	R\$ 42.696,00
	Argamassa Mista 1:2:8	m ³	0,0459	37	R\$ 305,34	R\$ 11.212,08		
	TOTAL					R\$ 73.576,08	TOTAL	R\$ 42.696,00
ALVENARIA COM BLOCO CERÂMICO E ARGAMASSA	Bloco Cerâmico	un.	1,1574 ¹	926	R\$ 67,50	R\$ 62.500,00	R\$ 56,28 ³	R\$ 45.026,39
	Argamassa Industrializada	kg	45,9	36720	R\$ 0,38 ²	R\$ 13.953,60		
	TOTAL					R\$ 76.453,60	TOTAL	R\$ 45.026,39
ALVENARIA COM BLOCO EM CCA E ARGAMASSA MISTA	Blocos em CCA	m ²	1,02	816	R\$ 74,25 ⁴	R\$ 60.588,00	R\$ 94,43	R\$ 75.544,00
	Argamassa Mista 1:2:9	m ³	0,0125	10	R\$ 386,86	R\$ 3.868,60		
	TOTAL					R\$ 64.456,60	TOTAL	R\$ 75.544,00
ALVENARIA COM BLOCO EM CCA E ARGAMASSA INDUSTRIALIZADA	Blocos em CCA	m ²	1,02	816	R\$ 86,60	R\$ 70.665,60	R\$ 101,54 ³	R\$ 81.230,49
	Argamassa Industrializada	kg	18,1	14480	R\$ -	R\$ -		
	TOTAL					R\$ 70.665,60	TOTAL	R\$ 81.230,49

Fonte: dados da pesquisa, 2018.

Tabela 1 – Preço médio entre orçamentos

MATERIAL	SETOP	SINAPI	PREÇO MÉDIO
BLOCO CERÂMICO C/ ARGAMASSA MISTA	R\$73.576,08	R\$42.696,00	R\$58.136,04
BLOCO CERÂMICO C/ ARGAMASSA INDUSTRIALIZADA	R\$76.453,60	R\$45.026,39	R\$60.739,99
BLOCO CCA C/ ARGAMASSA MISTA	R\$64.456,60	R\$75.544,00	R\$70.000,30
BLOCO CCA C/ ARGAMASSA INDUSTRIALIZADA	R\$70.665,60	R\$81.230,49	R\$75.948,05

Fonte: dados da pesquisa, 2018.

Em virtude dos resultados expostos na Figura 5 e na Tabela 1, pode-se observar

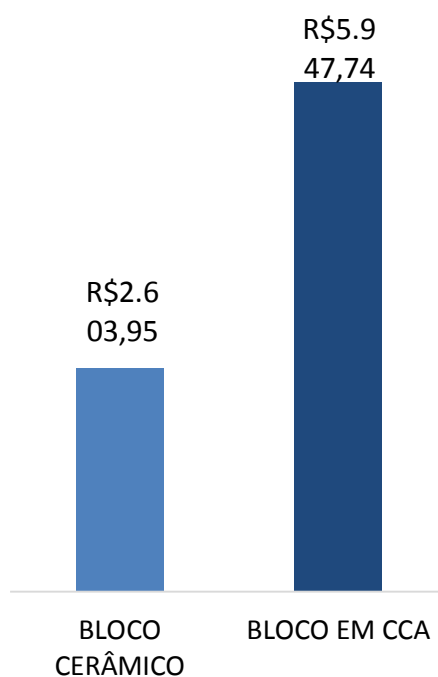
que houve uma grande diferença para o orçamento entre o SETOP (2018) e o SINAPI (2018), de cerca de 30 mil reais para o orçamento em bloco cerâmico, e cerca de 10 mil reais para o bloco em CCA. Essas diferenças representam até 42% para o bloco cerâmico e de até 15% para o bloco em CCA.

Isso indica que, para o bloco em CCA, não houve tanta variação de preços de um orçamento para outro. Para o bloco cerâmico, o SETOP (2018) resultou em um orçamento mais caro, e, para o bloco em CCA, o SINAPI (2018) resultou em um orçamento mais caro. De toda forma, para uma análise mais direta dos resultados, foram considerados os resultados de preços médios.

A partir dos resultados médios, foi realizada análise utilizando o mesmo bloco com argamassas diferentes e utilizando também a mesma argamassa para o mesmo bloco. Observaram-se, dessa forma, qual bloco e qual argamassa seriam mais viáveis economicamente.

Tanto para o bloco cerâmico quanto para o bloco em CCA, a argamassa industrializada se apresentou mais cara. Essa diferença foi maior para os blocos em CCA, conforme representa o Gráfico 1, que demonstrou um aumento de 4% para o bloco cerâmico e, para o bloco em CCA, 8% de aumento entre a utilização de uma argamassa para outra.

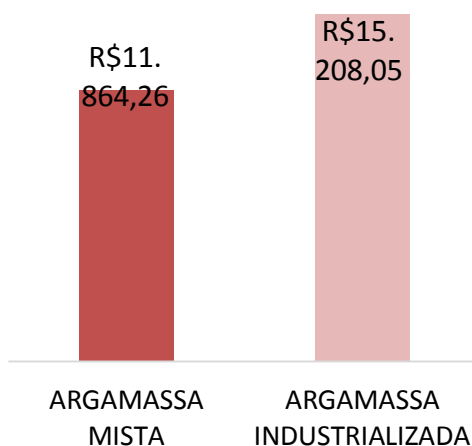
Gráfico 1 – Diferença de custos para argamassas diferentes e mesmo bloco



Fonte: dados da pesquisa, 2018.

O Gráfico 2 demonstra a diferença entre os preços dos blocos utilizando como parâmetro as mesmas argamassas; tanto para argamassa mista quanto para industrializada, o bloco em CCA mostrou-se mais caro.

Gráfico 2 – Diferença de custos para blocos diferentes e mesma argamassa



Fonte: dados da pesquisa, 2018.

O bloco em CCA utilizando argamassa mista é 17% mais caro que o bloco cerâmico, enquanto para a argamassa industrializada, essa diferença é de 20% mais onerosa. Isso demonstra que a opção mais barata seria a utilização de blocos cerâmicos com argamassas mistas; a mais cara seria a utilização de blocos em CCA com argamassas industrializadas.

Ainda utilizando o TCPO (2012), foram coletados os dados de produtividade variável para o serviço de assentamento de alvenaria de blocos de vedação e de componentes de concreto celular. Através dos dados de produtividade, estimou-se a duração necessária para a execução dos serviços, visto que a defasagem de tempo entre os sistemas construtivos serve como elemento comparativo para os resultados dos orçamentos, à medida que os custos da mão de obra são significativos na indústria da construção, representando 32,4% do custo total (IBGE, 2016).

Uma das vantagens citadas no referencial teórico a respeito da utilização de blocos em CCA foi a da alta produtividade, chegando a ser três vezes mais rápida do que na utilização de blocos cerâmicos. Através dos dados de produtividade variável da mão de obra fornecidos pela TCPO (2012), estimou-se a duração necessária para a execução dos serviços. A Tabela 2 apresenta os resultados das durações necessárias para execução dos serviços.

Tabela 2 – Duração necessária para execução dos serviços

DESCRIÇÃO	MÃO DE OBRA	PRODUTIVIDADE VARIÁVEL (Hh/m ²)			TEMPO DE EXECUÇÃO (DIAS)		
		MÍN	MÉD	MÁX	MÍN	MÉD	MÁX
ALVENARIA DE TIJOLO CERÂMICO FURADO	PEDREIRO	0,51	0,64	0,74	41	51	59
	SERVENTE	0,31	0,38	0,44			
ALVENARIA DE COMPONENTES DE CONCRETO CELULAR	PEDREIRO	0,30	0,38	0,60	24	31	48
	SERVENTE	0,18	0,23	0,36			

Fonte: dados da pesquisa, 2018.

A diferença entre os tempos de execução de blocos cerâmicos para blocos em CCA foi de 17 dias para a produtividade mínima, 20 dias para a produtividade média e 11 dias para a produtividade máxima. Essas defasagens variam de 19% a 41%, o que significa uma redução de quase metade do tempo gasto entre os sistemas construtivos, em que o bloco em CCA necessita de menos tempo de execução.

CONCLUSÕES

Com esta pesquisa, foi possível observar e compreender melhor a engenharia de custos. Houve dificuldades para localizar composições de custos adequadas e compatíveis de uma planilha para outra. Foram necessárias muitas adaptações para chegar a uma planilha em que fossem feitas as comparações necessárias entre os sistemas construtivos. Esse fato trouxe a percepção das dificuldades existentes para elaboração de um orçamento e da necessidade de uma composição correta e precisa para chegar a um resultado confiável.

Os orçamentos realizados obtiveram divergências consideráveis. Para o bloco cerâmico, o SETOP (2018) resultou em um orçamento mais caro; para o bloco em CCA, o SINAPI (2018) resultou em um orçamento mais caro. Apesar das divergências, considerou-se uma média dos dois orçamentos para poder comparar os resultados.

Tanto para o bloco cerâmico quanto para o bloco em CCA, a argamassa industrializada se apresentou mais cara; independentemente da argamassa utilizada, o bloco em CCA mostrou-se mais caro. Isso demonstra que a opção mais barata seria a utilização de blocos cerâmicos com argamassas mistas, enquanto a mais cara seria a utilização de blocos em CCA com argamassas industrializadas.

O alto custo do concreto celular, conforme abordado no referencial teórico, se deve ao fato de ainda existirem poucos fornecedores no mercado e de se utilizarem materiais mais caros, como o agente expensor ou aditivos em sua mistura. No entanto, também é citado que o preço pode ser reduzido através da diminuição de quase 60% do peso da vedação, aliviando as cargas e o custo final da estrutura. Outro fator que reduz o custo é a redução dos prazos entre a alvenaria com blocos cerâmicos e a alvenaria com blocos em CCA.

A duração estimada dos dados de produtividade variável da mão de obra entre os blocos cerâmicos e os blocos em CCA demonstrou que o bloco em CCA necessita de menos tempo de execução. O custo do orçamento pode ser reduzido através da redução do tempo necessário para execução; no entanto, no caso estudado as composições já incluíam os preços da mão de obra. Sendo assim, a demonstração da redução do tempo serviu apenas para ilustrar a quantidade de tempo economizada entre um método construtivo e outro.

Apesar de o custo não ser favorável para o CCA, outros critérios devem ser analisados na escolha do método a ser empregado. O concreto celular tem um controle tecnológico mais rigoroso do que o da alvenaria convencional; além disso, os blocos cerâmicos locais não possuem muita qualidade, e o desempenho térmico e acústico no concreto celular é considerado mais elevado. O índice de perda é de 15% para os blocos cerâmicos e de 2% para os blocos em CCA, representando um menor desperdício de material quando se utilizam os blocos em CCA.

Sendo assim, economicamente, os blocos em CCA não se apresentaram viáveis; no entanto, dependendo dos critérios do cliente, pode ser uma alternativa a ser aplicada. Vale ressaltar que toda tecnologia é cara até que se torne popular no mercado; dessa forma, futuramente essa diferença de custos poderá ser reduzida, e a vedação com blocos de concreto celular poderá ser mais empregada.

REFERÊNCIAS

DALDEGAN, E. Blocos de concreto celular: principais características e vantagens.

Engenharia Concreta, 2016. Disponível em:

<https://www.engenhariaconcreta.com/blocos-de-concreto-celular-principais-caracteristicas-e-vantagens/>. Acesso em: 13 de março de 2018.

GOLDMAN, P. **Introdução ao planejamento e controle de custos na construção civil brasileira**. 4. ed. São Paulo: PINI, 2004.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e estatística. **PAIC – Pesquisa anual da**

indústria da construção. Rio de Janeiro: IBGE, 2016. v. 26. Disponível em:

https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/54/paic_2016_v26_informativo.pdf. Acesso em: 03 out. 2018.

LEROY MERLIN. **Argamassa assentamento e revestimento cinza 40Kg Precon**. São

Paulo, 2018. Disponível em: [https://www.leroymerlin.com.br/argamassa-](https://www.leroymerlin.com.br/argamassa-assentamento-e-revestimento-cinza-40kg-precon_86857715)

[assentamento-e-revestimento-cinza-40kg-precon_86857715](https://www.leroymerlin.com.br/argamassa-assentamento-e-revestimento-cinza-40kg-precon_86857715). Acesso em: 03 out. 2018.

MATTOS, A. D. **Como preparar orçamento de obras**: dicas para orçamentistas, estudo de caso, exemplos. 2. ed. São Paulo: Editora Pini, 2014.

MATTOS, A. D. **Planejamento e controle de obras**. São Paulo: Pini, 2010.

SETOP – Secretaria de Estado de Transportes e Obras Públicas. **Tabela referencial de obras de edificações**: triângulo – sem desoneração. Belo Horizonte, julho de 2018.

Disponível em:

[http://www.transportes.mg.gov.br/images/documentos/precosetop/2018-](http://www.transportes.mg.gov.br/images/documentos/precosetop/2018-jul/201807_SETOP_TRIANGULO_SEM_DESONERACAO.pdf)

[jul/201807_SETOP_TRIANGULO_SEM_DESONERACAO.pdf](http://www.transportes.mg.gov.br/images/documentos/precosetop/2018-jul/201807_SETOP_TRIANGULO_SEM_DESONERACAO.pdf). Acesso em: 10 set. 2018.

SINAPI. **Secretaria de Estado de Transportes e Obras Públicas**. Minas Gerais, agosto de

2018. Disponível em: [http://www.caixa.gov.br/Downloads/sinapi-a-partir-jul-2009-](http://www.caixa.gov.br/Downloads/sinapi-a-partir-jul-2009-mg/SINAPI_ref_Insumos_Composicoes_MG_082018_NaoDesonerado.zip)

[mg/SINAPI_ref_Insumos_Composicoes_MG_082018_NaoDesonerado.zip](http://www.caixa.gov.br/Downloads/sinapi-a-partir-jul-2009-mg/SINAPI_ref_Insumos_Composicoes_MG_082018_NaoDesonerado.zip). Acesso em: 10 setembro 2018.

TCPO – Tabelas de Composição de Preços para Orçamentos. 14. ed. São Paulo: Pini, 2012.