

## **Comparativo dos custos diretos entre os processos construtivos em concreto armado e alvenaria estrutural com blocos cerâmicos e de concreto - estudo de caso.**

### ***Comparision of the direct costs between the constructive processes using reinforced concrete and structural masonry with ceramics and concrete block - case study***

**Verônica Luiza Michels, Engenheira Civil, UNESC**

michelsveronica@gmail.com

**Jakson Fábio Bitencourt Araújo, Engenheiro Civil, UNESC**

jaksonfabiosc@hotmail.com

#### **Resumo**

O déficit habitacional brasileiro e a abertura do governo ao financiamento da casa própria têm aumentado o investimento das empresas construtoras na construção de habitações de interesse social. A alvenaria estrutural tornou-se uma ótima opção, por ser um processo construtivo rápido e econômico. Por meio de um estudo de caso, compararam-se os custos de um conjunto de serviços dos processos construtivos: concreto armado com blocos cerâmicos de vedação, alvenaria estrutural com blocos de concreto e alvenaria estrutural com blocos cerâmicos. Os itens avaliados foram fôrmas, aço, concreto/graute, blocos e revestimento. Observou-se economia, em relação à custos, da alvenaria estrutural com blocos de concreto, gerando uma diferença total de 17% quando comparada com o processo construtivo em concreto armado. Já a alvenaria estrutural com blocos cerâmicos resultou em 7% de redução de custos quando comparada com o concreto armado.

**Palavras-chave:** Processos construtivos; Alvenaria Estrutural; Racionalização.

#### **Abstract**

*The housing deficit in Brazil and the government openness to home financing have increased investment by construction companies in the construction of social housing. Structural masonry has become a great option as it is a fast and economical construction process. Through a case study, it was compared the costs of a group of services in each following construction processes: reinforced concrete with ceramic masonry blocks, structural masonry with concrete blocks and structural masonry with ceramic blocks. The services evaluated were: formwork/stanchions, steel, concrete/grout, masonry blocks and coating. It was observed an economy, regarding costs, of structural masonry with concrete blocks; having a total difference of 17% when compared with the reinforced concrete constructive process. The structural masonry with ceramic blocks resulted in a 7% cost reduction when compared to the reinforced concrete structure.*

**Keywords:** Constructive processes; Structural masonry; Rationalization.

## **1. Introdução**

De acordo com o último censo, existe uma carência de 6,49 milhões de moradias no Brasil (FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO, 2010 p. 28). Um número relativamente alto tendo em vista a grande abertura e facilidade que o Governo Brasileiro tem oferecido aos cidadãos quanto ao financiamento da casa própria. Esse déficit habitacional, associado aos programas sociais oferecidos pelo Governo, tem motivado o interesse entre as construtoras, impulsionando o investimento e acirrando a competitividade na construção de empreendimentos habitacionais de interesse social. O grande desafio das empresas construtoras é aprimorar ou desenvolver novos métodos construtivos que vinculem a racionalização com produtividade, menor tempo de execução e custos viáveis, sem interferir na qualidade do empreendimento. As habitações de interesse social têm como principais características o grande número de unidades, curto prazo para execução e baixos preços de venda, sendo assim, o processo construtivo empregado deve ser rápido, racional e econômico.

A alvenaria estrutural é um sistema construtivo em que as paredes são elementos portantes compostos por unidades de alvenaria, unidos por juntas de argamassa e é capaz de resistir a outras cargas além de seu peso próprio (PRUDÊNCIO; LIMA DE OLIVEIRA; BEDIN, 2002, p. 13). No Brasil, surgiu como uma técnica de construção apenas no final da década de 1960, pois anteriormente poderia ser considerada como uma “alvenaria resistente” (MOHAMAD, 2015, p. 22). Por unir vedação e estrutura, há uma significativa redução nas etapas e no tempo de execução da obra, sendo estas suas principais vantagens. Em contrapartida, a estrutura em concreto armado é comumente utilizada no Brasil, composta basicamente por fundação, lajes, vigas, pilares e fechamento com blocos cerâmicos.

Este estudo consiste em comparar os custos diretos de um conjunto de serviços de um edifício orçado em três processos construtivos amplamente utilizados no país: alvenaria estrutural utilizando blocos de concreto, alvenaria estrutural com blocos cerâmicos e estrutura convencional em concreto armado. A finalidade é auxiliar as construtoras na tomada de decisão apresentando qual dos processos atende melhor suas necessidades e qual é economicamente viável para a construção de habitações de interesse social.

## **2. Metodologia**

Os processos construtivos comparados no estudo de caso foram nomeados com siglas, de maneira a facilitar a comparação e a leitura: concreto armado com vedação em blocos cerâmicos (CACE), alvenaria estrutural com blocos de concreto (AECO) e alvenaria estrutural com blocos cerâmicos (AECE). O trabalho não tem a pretensão de apresentar o custo final da obra, mas sim, os custos que envolvem os subsistemas que são construídos de maneiras diferentes em cada processo. Logo, o trabalho compara a variação dos custos dos seguintes itens: fôrmas, aço, concreto/graute, blocos e revestimento. Os serviços que não foram considerados: fundação, esquadrias, escadas, instalações elétricas e hidrossanitárias, cobertura, pintura e revestimentos cerâmicos.

O resumo da planta de cargas na fundação do projeto original do edifício em questão apresenta o valor de 1100tf/m<sup>2</sup>, já o projeto em concreto armado calculado através do

software CYPECAD v2014 resultou em uma carga entorno de 1200tf/m<sup>2</sup>. Portanto, para o atual caso, edifício de apenas quatro pavimentos, as cargas na fundação resultam em valores próximos, logo, não foi considerado no comparativo de custos.

## 2.1 Descrição da edificação

O edifício selecionado para o estudo de caso compõe um conjunto habitacional de 15 blocos, com 4 pavimentos cada um. A edificação, localizada na cidade de Criciúma – SC foi originalmente executada em alvenaria estrutural com blocos de concreto. Cada pavimento conta com 4 apartamentos, totalizando 16 apartamentos por bloco e 240 apartamentos totais no condomínio. O empreendimento possui 15.477,49m<sup>2</sup>, sendo 1003,65m<sup>2</sup> de cada bloco e o restante de área comum. A Figura 1 exibe a perspectiva do conjunto habitacional. De acordo com a NBR 12721/2006, o projeto padrão adotado para esse tipo de edificação é Residência Multifamiliar - Projeto de Interesse Social (PIS), com pavimento térreo e quatro pavimentos tipo.



**Figura 1: Perspectiva do conjunto habitacional. Fonte: Construtora.**

## 2.2 Concreto armado e lançamento da estrutura

Para a elaboração do projeto estrutural em concreto armado foi usado o software CYPECAD v2014, que auxilia no cálculo, dimensionamento e detalhamento dos elementos estruturais tais como vigas, pilares e lajes. A estrutura foi dimensionada de acordo com a NBR 6118/2014, adotando-se a classe de agressividade II, moderada, ambiente urbano. A determinação das sobrecargas foi baseada na NBR 6120/1980, considerando o edifício residencial. A laje adotada foi a mesma utilizada no projeto da alvenaria estrutural, pré-moldada, com tabelas cerâmicas e vigotas de concreto, espessura de 12cm, concreto com fck de 25 MPa.

### **2.3 Alvenaria estrutural – AECO e AECE**

O projeto original do empreendimento já era concebido em alvenaria estrutural com blocos de concreto, sendo assim, foram usados os resumos que constavam em projeto para a quantificação do material. Os blocos utilizados na modulação da edificação foram os da família 39 com fck de 4MPa. Todos os pontos grauteados estão indicados na planta de modulação e são armados com barras de aço CA-50 de 10 milímetros de diâmetro com traspasse de 40 centímetros quando necessário, ou seja, o projeto estrutural da edificação foi considerado como alvenaria estrutural armada. O graute apresenta fck de 15MPa e a argamassa de assentamento em torno de 3MPa. As lajes da edificação são pré-moldadas com tabelas cerâmicas e vigotas de concreto. O concreto utilizado apresenta um fck de 25MPa e fator a/c menor que 0,60. O projeto consta ainda todas as paginações das paredes e modulações das fiadas.

### **2.4 Quantitativos, composições, planilhas orçamentárias e comparativo dos valores finais.**

Para a quantificação de cada subsistema foram elencados critérios de medição:

- Vigas Baldrame:
  - AE: Resumos do projeto estrutural da alvenaria armada.
  - CA: Resumos fornecidos pelo software CYPECAD v2014.
- Lajes:
  - AE: Resumos do projeto estrutural da alvenaria armada.
  - CA: Resumos fornecidos pelo software CYPECAD v2014.
- Vigas: resumos fornecidos pelo software CYPECAD v2014.
- Pilares: resumos fornecidos pelo software CYPECAD v2014.
- Blocos: Por área. Considerado cheios os vãos com área inferior ou igual a 2m<sup>2</sup>. Vãos com área superior a 2 m<sup>2</sup>, descontado apenas o que excedeu a essa área.
- Graute: Resumos do projeto estrutural da alvenaria armada.
- Armadura para ponto de graute: Uma barra de aço CA-50 Ø10mm em cada ponto de graute.
- Revestimento: Por área. Considerado cheios os vãos com área inferior ou igual a 2 m<sup>2</sup>. Vãos com área superior a 2 m<sup>2</sup>, descontado apenas o que excedeu a essa área.

O critério usado para desconto dos vãos na quantificação dos blocos é uma indicação da TCPO 14. Para a quantificação do graute e da armadura utilizada, foi seguido o projeto estrutural, onde indica em planta todos os pontos grauteados e a armadura utilizada (1Ø10mm em cada ponto). A execução do revestimento interno acontece de maneira diferente entre os processos construtivos. Em CACE e AECE o revestimento é semelhante, reboco (espessura de 2cm) e aplicação de massa corrida nas paredes e no teto. Para a AECO, a construtora utiliza reboco tradicional no teto e gesso nas paredes (espessura de 2mm), ocasionando uma economia considerável para a empresa. Essa diferença na execução deve-se pelo fato de que o bloco cerâmico de vedação e o bloco cerâmico estrutural serem produzidos através de extrusão, logo possuem ranhuras e imperfeições de

acabamentos e dimensionais nas suas faces, originando um consumo maior de gesso, o que em termos econômicos acaba não sendo viável, por isso o uso do reboco tradicional. Essa diferença construtiva foi considerada na quantificação dos materiais e também nas composições. O revestimento externo é executado da mesma maneira nos três processos construtivos, porém com espessuras diferentes, em CACE e AECE são utilizados 2,5cm e em AECE, 2cm.

Levantados estes quantitativos, seguindo todos os critérios de medição, foram elaboradas as composições através da TCPO 14 contendo a descrição dos materiais, mão de obra e equipamentos, a unidade e o consumo médio. As três planilhas orçamentárias foram complementadas com os valores unitários dos insumos oriundos do SINAPI – SC de Fevereiro de 2016 – não desonerado, ou seja, já aplicadas as leis e encargos sociais a uma taxa de 114,28%, gerando um valor total para cada subsistema e um valor total para a edificação. O orçamento gerado e os valores apresentados no estudo de caso equivalem a apenas um bloco de apartamentos do empreendimento.

### 3. Resultados e Discussões

De acordo com a metodologia utilizada neste estudo de caso, conseguiu-se obter valores suficientes para tecer resultados e discutir sobre a temática em questão. Os resultados percentuais obtidos tiveram como base o concreto armado em comparação com os demais métodos construtivos, por ser a técnica construtiva mais adotada no meio da construção civil.

#### 3.1 Fôrmas

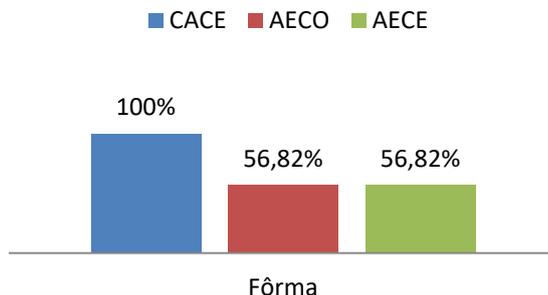
Em AECE e AECE são usadas fôrmas para a execução das vigas baldrame e das lajes, uma vez que os sistemas não utilizam pilares e vigas nos outros pavimentos. As lajes foram executadas da mesma maneira para os três processos construtivos.

A Tabela 1 apresenta os valores totais gastos com fôrmas na estrutura em concreto armado, R\$143.191,23, e em alvenaria estrutural foram R\$81.364,39. A diferença de valores entre os três processos foi de R\$61.826,84, uma economia de 43,18% a favor da alvenaria estrutural (AECE e AECE).

Elemento	CACE		AECE		AECE	
	Quant.(m <sup>2</sup> )	Custo	Quant.(m <sup>2</sup> )	Custo	Quant.(m <sup>2</sup> )	Custo
Laje	1094,75	R\$ 65.973,58	1007,14	R\$ 60.693,88	1007,14	R\$ 60.693,88
Viga	825,16	R\$ 51.160,75	333,39	R\$ 20.670,51	333,39	R\$ 20.670,51
Pilar	339,86	R\$ 26.056,90	-	-	-	-
<b>Total</b>	<b>2259,77</b>	<b>R\$ 143.191,23</b>	<b>1340,53</b>	<b>R\$ 81.364,39</b>	<b>1340,53</b>	<b>R\$ 81.364,39</b>

Tabela 1: Valores de fôrmas. Fonte: Elaborada pelos autores

O Gráfico 1 faz um comparativo percentual dos valores gastos com fôrmas, tendo como base o processo construtivo em concreto armado com fechamento com blocos cerâmicos de vedação.



**Gráfico 1: Comparativo percentual de fôrmas. Fonte: Elaborado pelos autores.**

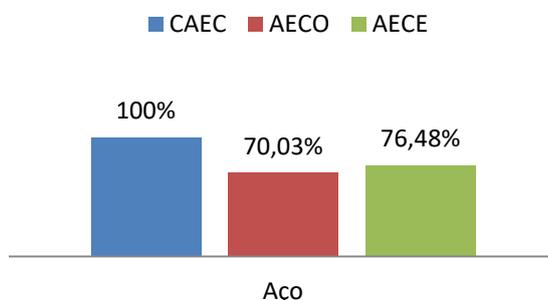
### 3.2 Aço

A Tabela 02 apresenta uma diferença de valor gasto com aço entre alvenaria estrutural com blocos de concreto e concreto armado, representando uma redução de custos de 29,97% a favor de AECO e 23,52% a favor de AECE, justificada pela redução da utilização de armaduras neste processo construtivo. Essa diferença seria ainda maior se a alvenaria não fosse considerada como armada no projeto estrutural, uma vez que os pontos de graute e alguns reforços estruturais utilizam armaduras, aumentando o consumo de aço em AECE e AECO.

Elemento	CACE		AECO		AECE	
	Quant.(kg)	Custo	Quant.(kg)	Custo	Quant.(kg)	Custo
Laje	3141,00	R\$ 31.232,44	3161,50	R\$ 31.436,28	3161,50	R\$ 31.436,28
Viga	4335,00	R\$ 43.104,94	2705,70	R\$ 26.904,05	2705,70	R\$ 26.904,05
Pilar	3514,00	R\$ 27.785,13	-	-	-	-
Graute	-	-	1310,20	R\$ 13.173,67	1965,30	R\$ 19.760,50
<b>Total</b>	<b>10990,00</b>	<b>R\$ 102.122,51</b>	<b>7177,40</b>	<b>R\$ 71.514,00</b>	<b>7832,50</b>	<b>R\$ 78.100,83</b>

**Tabela 2: Valores do aço. Fonte: Elaborada pelos autores.**

O Gráfico 2 apresenta um comparativo percentual dos valores totais gastos com aço em cada processo construtivo.



**Gráfico 2: Comparativo percentual de aço. Fonte: Elaborado pelos autores.**

### 3.3 Concreto e Graute

Na estrutura convencional em concreto armado foi gasto com concreto um valor de R\$47.036,41. Já na alvenaria estrutural o valor gasto com concreto foi reduzido, R\$28.626,05, uma redução de custos de 39,14%. Essa diferença se dá pelo fato de que em alvenaria estrutural o consumo de concreto é reduzido, sendo utilizado somente nas lajes e no vigamento baldrame. Na Tabela 03 estão dispostos os valores dos consumos de concreto para cada item construtivo e os valores totais.

Elemento	CAEC		AECO		AECE	
	Quant.(m <sup>3</sup> )	Custo	Quant.(m <sup>3</sup> )	Custo	Quant.(m <sup>3</sup> )	Custo
Laje	60,48	R\$ 19.682,85	55,81	R\$ 18.163,03	55,81	R\$ 18.163,03
Viga	64,31	R\$ 20.929,30	32,15	R\$ 10.463,02	32,15	R\$ 10.463,02
Pilar	19,74	R\$ 6.424,26	-	-	-	-
<b>Total</b>	<b>144,53</b>	<b>R\$ 47.036,41</b>	<b>87,96</b>	<b>R\$ 28.626,05</b>	<b>87,96</b>	<b>R\$ 28.626,05</b>

Tabela 3: Valores do concreto. Fonte: Elaborada pelos autores.

O Gráfico 3 exibe o comparativo percentual do gasto total com concreto.

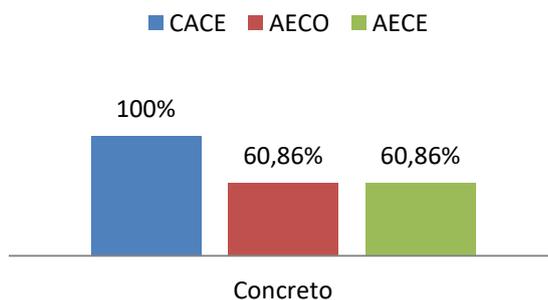


Gráfico 3: Comparativo percentual de concreto. Fonte: Elaborado pelos autores.

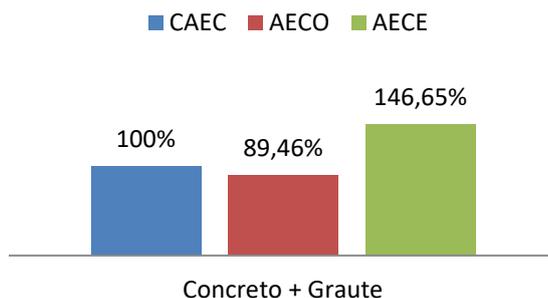
Como a alvenaria estrutural foi considerada armada no projeto estrutural, pontos de amarração e outros reforços estruturais recebem um grauteamento. A Tabela 4 aponta os valores totais de concreto somados aos valores gastos com graute. Comparando CACE com AECO percebe-se uma diferença de R\$4.959,20, economia de 10,54% a favor da alvenaria estrutural com blocos de concreto.

A diferença de concreto+graute entre os dois processos construtivos em alvenaria estrutural é justificado pelo maior uso de graute em AECE para suprimir a resistência inferior do bloco cerâmico, comparado ao bloco de concreto. Isso se deve ao fato do bloco cerâmico ser fabricados por extrusão, com menor controle tecnológico e mais suscetível a falhas, devido à matéria prima utilizada (argila). De acordo com a NBR 15270-2, o bloco cerâmico estrutural deve ter resistência à compressão a partir de 3MPa, já o bloco de concreto, conforme NBR 15961-2 deve ter resistência mínima de 4,5Mpa. Dessa maneira, o valor do concreto somado ao valor do graute de AECE supera ao valor de concreto do sistema construtivo CACE em 46,65%

	CACE		AECO		AECE	
	Quant.(m <sup>3</sup> )	Custo	Quant.(m <sup>3</sup> )	Custo	Quant.(m <sup>3</sup> )	Custo
Concreto + Graute	144,53	R\$ 47.036,41	113,15	R\$ 42.077,21	163,53	R\$ 68.979,52

**Tabela 4: Valores do concreto+graute. Fonte: Elaborada pelos autores.**

No Gráfico 4, tem-se o comparativo percentual dos custos de concreto+graute entre os processos construtivos.



**Gráfico 4: Comparativo percentual de concreto e graute. Fonte: Elaborado pelos autores.**

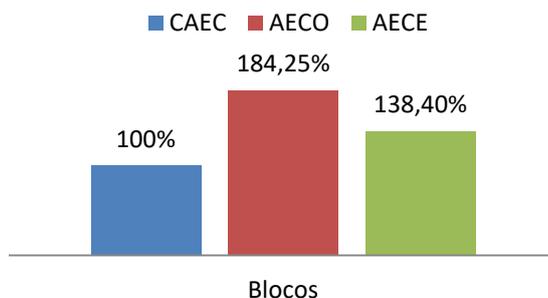
### 3.4 Blocos

O custo de blocos fica evidentemente maior na alvenaria estrutural pela estrutura ser composta da elevação armada dos blocos de concreto. A AECO lidera os valores por utilizar blocos de concreto, geralmente com maior preço no mercado comparado com os blocos cerâmicos. Como evidencia a Tabela 05, o valor total dos blocos em CACE atingiu a importância de R\$70.843,15, em AECO foram R\$130.526,64 e AECE R\$98.049,92. Logo, no processo construtivo AECO constatou-se acréscimos de 84,25% e 38,40% em AECE, todos comparados à CACE.

CACE		AECO		AECE	
Quant.(m <sup>2</sup> )	Custo	Quant.(m <sup>2</sup> )	Custo	Quant.(m <sup>2</sup> )	Custo
1629,05	R\$ 70.843,15	2030,04	R\$ 130.526,64	2030,04	R\$ 98.049,92

**Tabela 5: Valores dos blocos. Fonte: Elaborada pelos autores.**

O Gráfico 5 compara percentualmente os valores totais gastos com blocos nos três processos.



**Gráfico 5: Comparativo percentual de blocos. Fonte: Elaborado pelos autores.**

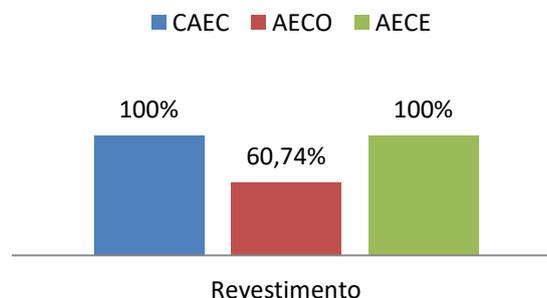
### 3.5 Revestimento

O revestimento é o item que traz a maior vantagem para a alvenaria estrutural com blocos de concreto, não só em valores, mas principalmente no tempo e modo de execução. O fato de o bloco de concreto apresentar dimensões mais exatas e não possuir ranhuras em suas faces, acaba por possibilitar o uso de camadas de 2mm de gesso nas paredes internas. Em contrapartida, os dois processos que utilizam blocos cerâmicos (CACE e AECE) tendem a utilizar camadas de 2cm de reboco e aplicação de massa corrida. O reboco do teto é feito da mesma forma nos três processos, já que a laje é a mesma (pré-fabricada). O revestimento externo também é executado da mesma maneira nos três processos, porém, pelos mesmos motivos a camada de reboco no bloco de concreto é reduzida para 2cm e na alvenaria (vedação e estrutural) com blocos cerâmicos em torno de 2,5cm. Os resultados apontam uma redução de custos de 39,26% com revestimento em AECO, como apresenta a Tabela 06.

CACE		AECO		AECE	
Quant.(m <sup>2</sup> )	Custo	Quant.(m <sup>2</sup> )	Custo	Quant.(m <sup>2</sup> )	Custo
8490,02	R\$ 116.441,64	5439,44	R\$ 70.726,49	8490,02	R\$ 116.441,64

**Tabela 6: Valores do revestimento. Fonte: Elaborada pelos autores.**

O comparativo percentual dos valores totais gastos com revestimentos internos e externos é apresentado no Gráfico 6.



**Gráfico 6: Comparativo percentual do revestimento. Fonte: Elaborado pelos autores.**

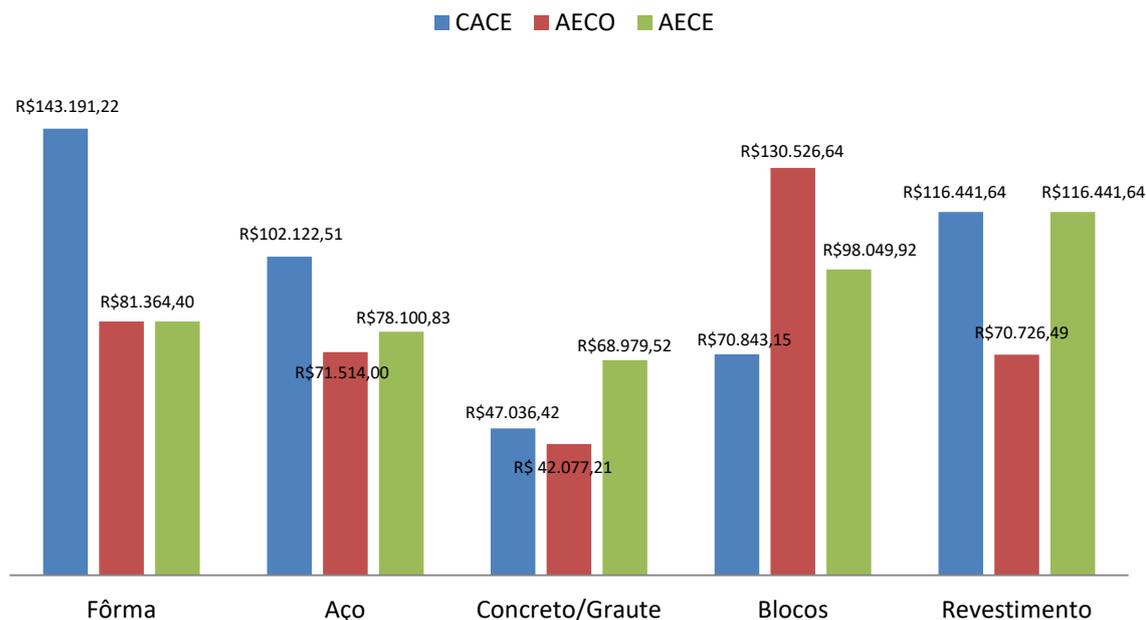
### 3.6 Custo Total

A Tabela 7 apresenta o custo total distribuído entre os serviços comparados no presente estudo de caso.

Item	CACE		AECO		AECE	
	Quant.	Custo	Quant.	Custo	Quant.	Custo
Fôrmas	2259,77	R\$ 143.191,22	1340,53	R\$ 81.364,40	1340,53	R\$ 81.364,40
Aço	10990,00	R\$ 102.122,51	7177,40	R\$ 71.514,00	7832,50	R\$ 78.100,83
Concreto/Graute	144,53	R\$ 47.036,42	113,15	R\$ 42.077,21	163,53	R\$ 68.979,52
Blocos	1629,05	R\$ 70.843,15	2030,04	R\$ 130.526,64	2030,04	R\$ 98.049,92
Revestimento	8490,02	R\$ 116.441,64	5439,44	R\$ 70.726,49	8490,02	R\$ 116.441,64
<b>Total</b>		<b>R\$ 479.634,94</b>		<b>R\$ 396.208,74</b>		<b>R\$ 442.936,31</b>

**Tabela 7: Relação do custo total de cada subsistema. Fonte: Elaborada pelos autores.**

O Gráfico 7 expõe que a alvenaria estrutural com blocos de concreto (AECO), quando comparada a CACE, fica desfavorecida apenas no item blocos (+84,25%) isso se deve pelo fato do maior consumo de blocos em alvenaria estrutural e pelo valor do bloco de concreto ser superior ao valor do bloco cerâmico. Nos itens restantes, fôrmas (-43,18%), aço (-29,97%), concreto+graute (10,54%) e revestimento (-39,26%), o melhor desempenho da alvenaria estrutural com blocos de concreto se torna evidente quando comparada com a estrutura em concreto armado.



**Gráfico 7: Comparativo do valor total de cada subsistema. Fonte: Elaborado pelos autores.**

O Gráfico 8 apresenta o valor total dos três processos construtivos, resultando em uma diferença de R\$83.426,20 entre a estrutura em concreto armado (CACE) e a alvenaria estrutural com blocos de concreto (AECO), representando percentualmente 17,4% a favor de AECO. Já entre a estrutura em concreto armado (CACE) e alvenaria estrutural com blocos cerâmicos (AECE), esta se torna 7,65% mais econômica, em valores, uma diferença de R\$36.698,63.



**Gráfico 8: Comparativo do valor total dos três processos construtivos. Fonte: Elaborado pelos autores.**

Jacoby (2011) em seu comparativo, com a mesma tipologia do presente estudo de caso, obteve uma redução de custos de 12% a favor da alvenaria estrutural com blocos de concreto em comparação com a estrutura convencional em concreto armado. Outros estudos que compararam alvenaria estrutural e concreto armado foram Martins (2011), alcançando um resultado de 16% também em favorecimento da alvenaria estrutural com blocos de concreto e Pilotto e Valle (2011), os quais obtiveram uma redução de custos de 8% quando usada AECO.

Todos estes resultados, inclusive o do presente estudo de caso, 17% de redução de custos a favor de AE blocos de concreto, estão próximos aos resultados dos estudos de Wendler (1999 apud SILVA, 2002, p.01), o qual cita que a economia de uma obra em alvenaria estrutural pode variar entre 15 e 20% comparadas à estrutura convencional em concreto armado.

#### 4 Conclusão

Com a alta competitividade entre as empresas construtoras, aliada ao grande déficit habitacional e a crise econômica brasileira, um processo construtivo que garanta rapidez, racionalidade e baixos custos, ganha grande relevância no mercado. De acordo com o estudo de caso em questão, a alvenaria estrutural com blocos de concreto apresentou superioridade econômica nos serviços: fôrmas, aço, concreto+graute e principalmente revestimento, onde se destacou também da alvenaria estrutural com blocos cerâmicos. A redução de custos alcançada do processo construtivo como um todo, comparadas ao concreto armado, foi de 17,4% para AECO e 7,65% para a alvenaria estrutural com blocos cerâmicos. É importante ressaltar que a superioridade da alvenaria estrutural com blocos de concreto se dá pela junção de fatores (principalmente a execução do revestimento), logo a comparação isolada de um serviço é considerada errônea. É evidente o alto valor investido com blocos de concreto, porém o ganho, não só em custos, mas em tempo de execução do revestimento e gasto com material torna a escolha da alvenaria estrutural com blocos de concreto extremamente viável para o uso em habitações de interesse social. Importante mencionar também, que não foram comparados outros serviços como fundação, escadas, cobertura e instalações hidrossanitárias e elétricas. O estudo se aplica a edificações com a tipologia apresentada, Residencial Multifamiliar – Projeto de Interesse Social (PIS) não podendo ser generalizado devido as grandes variações nos consumos de materiais e mão de obra. Com as várias vantagens da alvenaria estrutural com blocos de concreto, como a

racionalização e a rapidez, somadas à economia apresentada pelo presente estudo de caso, conclui-se que é viável financeiramente às empresas construtoras do estado de Santa Catarina, a utilização do processo construtivo em alvenaria estrutural com blocos de concreto para habitações de interesse social.

## Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12721**: Avaliação de custos de construção para incorporação imobiliária e outras disposições para condomínios edifícios. Rio de Janeiro, 2006. 59p.

\_\_\_\_\_. **NBR 15270-2**: Componentes cerâmicos Parte 2: Blocos cerâmicos para alvenaria estrutural – Terminologia e requisitos. Rio de Janeiro, 2005. 11p.

\_\_\_\_\_. **NBR 15961-2**: Alvenaria Estrutural – Blocos de concreto: Parte 2 – Execução e controle de obras. Rio de Janeiro, 2011. 35p.

\_\_\_\_\_. **NBR 6118**: Projeto de estruturas de concreto armado - Procedimento. Rio de Janeiro, 2014. 238p.

\_\_\_\_\_. **NBR 6120**: Cargas para o cálculo de estruturas de edificações - Procedimento. Rio de Janeiro, 1980. 5p.

FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO. MINISTÉRIO DAS CIDADES – SECRETARIA NACIONAL DE HABITAÇÃO. **Déficit Habitacional Municipal no Brasil 2010**. Disponível em: <http://www.fjp.mg.gov.br/index.php/docman/cei/deficit-habitacional/216-deficit-habitacional-municipal-no-brasil-2010/file>. Acesso em: 16 de fevereiro de 2016.

JACOBY, Pablo Cardoso. **Comparação de custos de um edifício residencial executado em alvenaria estrutural e em concreto armado**. 2011. 18p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade do Extremo Sul Catarinense. Criciúma.

MARTINS, Romário F. **Estudo comparativo entre o sistema construtivo em alvenaria estrutural e alvenaria convencional com blocos em habitações populares**. 2011. 51p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Tuiuti do Paraná. Curitiba.

MOHAMAD, Gihad. **Construções em alvenaria estrutural: materiais, projeto e desempenho**. Blucher, São Paulo, 2015.

PILOTTO, Gisah A.; DO VALLE, Thompson R. **Comparativo de custos de sistemas construtivos, alvenaria estrutural e estrutura em concreto armado no caso do empreendimento Piazza Maggiore**. 2011. 42p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Paraná. Curitiba.

PRUDÊNCIO JR, Luiza Roberto; DE OLIVEIRA, Alexandre L.; BEDIN, Carlos Augusto. **Alvenaria estrutural de blocos de concreto**. Pallotti, Florianópolis, 2002.

SILVA, Alisson Hoffmann. **Comparação de custos entre os processos construtivos em concreto armado e em alvenaria estrutural em blocos cerâmico e de concreto**.

2002. 171 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

**SINAPI – Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil.** Florianópolis, 2016. Disponível em: [http://www.caixa.gov.br/site/Paginas/downloads.aspx#categoria\\_662](http://www.caixa.gov.br/site/Paginas/downloads.aspx#categoria_662). Acesso em: 15 Março de 2016.

**TCPO: Tabelas de composições de preços para orçamentos,** São Paulo: Pini, 2012. 14 ed.