

## **ESTUDO COMPARADO DOS CUSTOS DIRETOS ENTRE OS SISTEMAS DE VEDAÇÃO COM ALVENARIA DE BLOCOS CERÂMICOS E COM ALVENARIA DE BLOCOS DE CONCRETO CELULAR AUTOCLAVADO**

Fernanda Manenti Bianchini (1), Mônica Elizabeth Daré (2);  
UNESC – Universidade do Extremo Sul Catarinense  
(1)fernanda.mbianchini@gmail.com, (2)dare@terra.com.br

### **RESUMO**

Com a constante procura por alternativas diferenciadas para execução de serviços na construção civil, estudar opções para alvenaria de vedação surge como uma possibilidade de redução de custos e de aprimoramento da qualidade em edificações. O presente artigo tem como objetivo realizar um comparativo de custo orçado direto entre o sistema de vedação com blocos cerâmicos (BC) e o sistema de vedação com blocos de concreto celular autoclavado (BCCA), para a compreensão do comportamento dos custos destes sistemas em dois tipos de habitações padrão, tipologias R1-N e R16-N. Os resultados obtidos revelam que o uso de blocos de concreto celular para alvenaria de vedação, quando comparados ao sistema de vedação com blocos cerâmicos, proporciona uma redução de custo de 2,50% para tipologias R1-N e 4,61% para tipologias R16-N. O estudo aponta que, além da etapa de parede, a etapa de revestimentos internos também sofre redução de custo, e que ao analisar o custo total das obras, observa-se que as reduções de custos ocorrem especialmente sobre o grupo de insumo mão de obra.

*Palavras-chave: Bloco cerâmico, bloco de concreto celular autoclavado, custos.*

### **1 INTRODUÇÃO**

De acordo com Viana (2013, p.1), “Durante muitos anos a construção civil fez a utilização de sistemas de vedação convencionais em edifícios devido à disponibilidade no mercado, como blocos cerâmicos, tijolos prensados de argila e blocos de concreto [...]”. Porém, existem outros materiais que podem desempenhar essa função, podendo ter características técnicas superiores aos sistemas tradicionais. É o caso do bloco de concreto celular autoclavado (BCCA).

O potencial de racionalização construtiva dos BCCA representado pela leveza, grande dimensão, boa textura, uniformidade dimensional e facilidade de corte, permite a otimização da execução da alvenaria de vedação, possibilitando racionalização, diminuição de custos e aumento da qualidade dos serviços. (COSTA, 1998, p. 296).

Garantir otimização de processos e etapas dentro da construção civil deve envolver não só insumos, mas também produtividade, sustentabilidade e principalmente qualidade final adequada, assegurando ao cliente uma edificação que visa conforto, durabilidade e segurança.

Costa (2016) cita que o bloco celular, desde a sua origem, é especialmente caracterizado pelo seu satisfatório desempenho de isolamento térmico e leveza, porém, apesar de suas vantagens, é um material pouco usado na construção civil brasileira. Segundo a NBR 13438:2013 - Blocos de concreto celular autocavado - requisitos (2013, p.1) este é definido como “concreto leve, obtido através de um processo industrial, constituído por materiais calcários (cimento, cal ou ambos) e materiais ricos em sílica, granulados finamente”.

Sua fabricação mais comum, de acordo com Costa (2016), ocorre por incorporação química de ar a uma pasta aquosa de cimento, através de introdução de agentes como pó de alumínio, magnésio, zinco e a combinação de outros compostos, que ao reagirem liberam um resultante gasoso por reação hidrotérmica.

Devido ao confinamento das bolhas gasosas, gerando expansão do material em um molde cúbico, curado em um autoclave que atua ao longo da curva líquido-vapor da água a temperaturas próximas a 190 °C por cerca de 12h, resulta-se uma estrutura celular. Nesta fase, pela ação destes fatores agentes sobre o bloco CCA, são produzidos os silicatos de cálcio que irão proporcionar ao bloco a resistência à compressão esperada. (COSTA, 2016, p.5)

Este processo de fabricação garante, além da resistência, leveza (400 à 800kg/m<sup>3</sup>) e uniformidade dimensional, porém acrescenta um alto custo na comercialização deste material, o que levaria a inviabilizar seu uso em algumas situações.

Por outro lado, segundo Ferraz,

Por serem constituídos de material leve, os blocos de concreto celular são normalmente maiores que os blocos cerâmicos [...], com isto é possível reduzir tempo e custo na execução de paredes devido à mão de obra, além de economia na estrutura da edificação em decorrência à redução de carga nas estruturas e fundação. (FERRAZ, 2011, p. 22)

Sua maior produtividade também se justifica pela extrema regularidade e esquadro dos BCCA, que garante cobrimentos menos espessos nas etapas de revestimento. Ademais, os BCCA por serem fáceis de serrar, rasgar e furar simplificam a execução das alvenarias e instalações elétricas e hidráulicas (CELUCON, 2016).

Os blocos cerâmicos (BC), por sua vez, são elementos de vedação considerados essenciais em qualquer construção de alvenaria. A composição do bloco cerâmico é basicamente argila, o que faz dele um dos objetos mais antigos utilizados na construção civil.

As principais vantagens da utilização de bloco cerâmico como material de vedação em relação aos sistemas inovadores são: sua elevada durabilidade, baixo custo unitário, facilidade de fabricação, é um bom isolante termo-acústico e não é necessário mão de obra especializada para sua instalação. Tem como desvantagens seu elevado peso, perda de tempo para execução, alta produção de entulho e desperdício de materiais e dificuldade para instalação de tubulações hidráulicas e elétricas. (VIANA, 2013, p.5)

Sua fabricação envolve moldagem por extrusão e queima a uma temperatura em torno de 800°C, permitindo ao produto final atender às condições determinadas nas normas técnicas (FERRAZ, 2010 apud YAZIGI, 1999).

É um material lembrado por sua grande disponibilidade nacional e baixo valor de mercado, mas também é caracterizado como um elemento de alto consumo energético na fabricação e grande utilização de argila (recurso natural não renovável), induzindo a uma imagem negativa em termos de materiais sustentáveis. Entre seus pontos negativos também estão sua elevada geração de resíduos em canteiros de obras, além de aumentar etapas de revestimentos decorrente da sua falta de esquadro e irregularidade de dimensões (COSTA, 2016).

Apesar destas questões, o BC é um material extremamente usual nas obras, uma vez que não necessita de mão de obra especializada para seu manuseio, além da familiarização entre os operários da construção civil.

A caracterização destas duas formas de vedação conduz ao estudo de suas aplicações em edificações, uma vez que os dois sistemas podem compor paredes de obras de diversas tipologias habitacionais.

A opção pelo sistema de alvenaria de vedação mais adequado pode ser obtido confrontando as diferenças existentes entre estes sistemas, buscando compreender suas influências no resultado final da obra. Assim, comparar os custos das alternativas de paredes de vedação com blocos cerâmicos (BC) e paredes com blocos de concreto celular autoclavado (BCCA) é uma forma de estudar suas viabilidades.

Portanto, este estudo visa responder a seguinte questão com a obtenção dos resultados finais: qual a diferença do custo direto orçado em obras de residências unifamiliar e multifamiliar ao alternar seu sistema de vedação mais comumente utilizado, blocos cerâmicos, a uma tecnologia de blocos de concreto celular autoclavado?

Em resposta a esta questão, este artigo tem como objetivo geral elaborar um estudo comparativo dos custos diretos orçados para residências de tipologia R1-N (Residência Padrão Normal 1 pavimento) e R16-N (Residencial Padrão Normal 16 pavimentos) empregando alvenaria de vedação com blocos cerâmicos de furos horizontais e alvenaria com blocos de concreto celular autoclavado.

Partindo deste princípio, os objetivos específicos deste artigo incluem a) determinar o custo direto orçado de material e mão de obra para as tipologias de habitação adotadas, considerando a execução das duas formas de alvenaria; b) realizar uma comparação destes custos entre os sistemas (BC e BCCA); c) obter índices de custos unitários para o sistema de blocos celular e sistema convencional; d) avaliar a influência do custo de material e mão de obra entre vedação com BC e com BCCA; e) definir quais etapas e serviços que apresentam maior divergência em custos nos dois sistemas, dentro de cada tipologia habitacional; e f) agregar maior conhecimento acerca de execução de alvenaria com BCCA e de suas vantagens e desvantagens.

## **2 MATERIAIS E MÉTODOS**

Para a análise comparativa do estudo adotou-se arquivos de dois projetos referenciais cadastrados no SINAPI (Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil) e disponíveis para acesso no site da Caixa Econômica Federal. Este conjunto de documentos envolve projetos arquitetônicos, estruturais e complementares e o relatório de custo por características físicas, com etapas e quantitativos de serviços para execução das edificações.

Os projetos referenciais adotados apresentam alvenaria com blocos cerâmicos de vedação e demais etapas oriundas e específicas para este sistema. A partir destes projetos iniciais elaboraram-se as planilhas orçamentárias, ora utilizando sua

característica de origem (BC) e posteriormente novas planilhas adotando como sistema de vedação BCCA.

As composições de custos adotadas para cada serviço têm como base de dados principal o referencial SINAPI, com exceção do serviço de alvenaria com blocos de concreto celular de 12,5x30x60cm que se extraiu pela TCPO 14 (Tabelas de Composições de Preços para Orçamentos 14<sup>a</sup> edição).

Para a precificação dos custos unitários e o processamento da planilha orçamentária utilizou-se o programa virtual SEOBRA, mantido pela 682 Soluções, que adotou os custos dos serviços segundo a plataforma SINAPI de julho/2016, região de Florianópolis/SC, sem desoneração, ou seja, já aplicando encargos sociais a uma taxa de 114,71%.

Calculou-se as duas edificações considerando sua efetiva construção na cidade de Criciúma/SC, onde tal informação foi necessária para precificar o bloco de concreto celular, considerando sua entrega no local, adotando como fornecedor uma empresa próxima da região.

## 2.1 CARACTERIZAÇÃO DOS PROJETOS

Conforme informações do catálogo de projetos da Caixa Econômica Federal (julho/2016) os projetos adotados para este estudo podem ser discriminados abaixo:

- R1\_3N\_107C (cód. SINAPI - 9664):

Edificação residencial unifamiliar térrea, de padrão normal, com 106,44 m<sup>2</sup>, composta por garagem coberta, sala, circulação, 3 quartos, sendo 1 suíte, banheiro, cozinha, área de serviço coberta, banheiro de serviço e calçada junto ao perímetro da edificação.

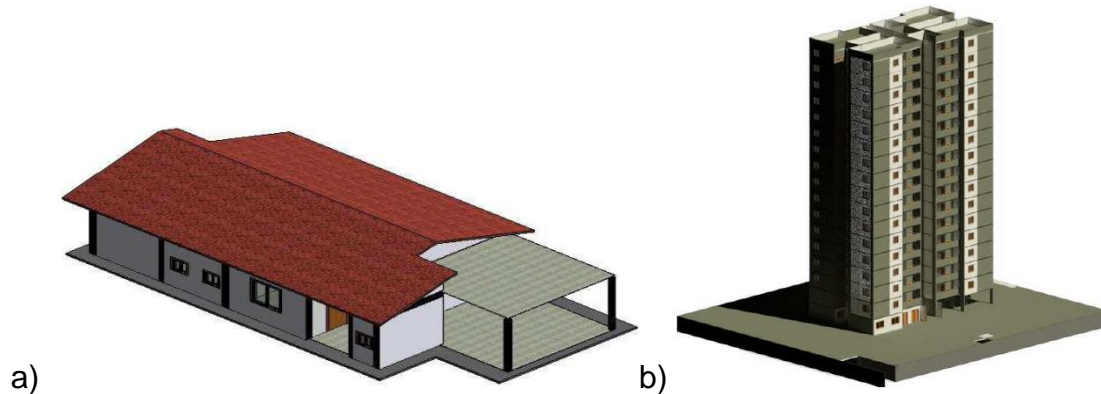
- R16-3N-78C (cód. SINAPI - 9669):

Bloco residencial multifamiliar de padrão normal, de 16 pavimentos com 4 unidades habitacionais cada, com 2 elevadores. Cada unidade habitacional com 78,00 m<sup>2</sup>, composta por sala, varanda, 1 suíte, 2 quartos, banheiro, cozinha/área de serviço e banheiro de serviço. Edificação com área total construída de 10.657,72 m<sup>2</sup> (sendo

área real construída de 8.497,90m<sup>2</sup>), com 1 subsolo de garagem com 1 depósito de lixo; 1 pilotis com salão de festas, 2 lavabos, 1 copa, 1 depósito e 1 banheiro de serviço.

A Figura 1 apresenta as perspectivas das duas edificações utilizadas no estudo.

Figura 1 - Vista 3D dos projetos adotados: a) R1\_3N\_107C ; b) R16-3N-78C



Fonte: Catálogo de projetos Caixa Econômica Federal (julho/2016)

## 2.2 CONSIDERAÇÕES DE CADA SISTEMA

As normas técnicas de requisitos e execução, citadas nas tabelas 1 e 2, discriminam materiais e etapas para realização de alvenaria de vedação com blocos cerâmicos e com blocos de concreto celular autoclavado. Portanto, utilizaram-se as informações das tabelas 1 e 2 como diretrizes para a confecção das planilhas orçamentárias deste estudo.

Na Tabela 1, além de informações gerais de materiais dos dois sistemas, também se definiu quais os tipos de blocos e dimensões adotados nas planilhas orçamentárias.



Tabela 1 - Características técnicas dos blocos adotados para o estudo

<b>CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS</b>	<b>BLOCO CERÂMICO (NBR 15270-1:2005)</b>	<b>BLOCO CELULAR (NBR 13438:2013)</b>
Dimensão (cm)	11,5x19x19	12,5x30x60
Tolerâncias individuais de fabricação ( $\pm$ mm)	$\pm$ 5mm	$\pm$ 3mm
Tipologia	8 furos na horizontal	Maciço
Resistência mínima à compressão (MPa)	1,5	2,5
Densidade aparente seca (Kg/m <sup>3</sup> )	1300 <sup>(1)</sup>	$\leq$ 550
Peças/m <sup>2</sup>	27,7	5,5

Fonte: Do autor

Tabela 2 - Técnicas de execução de alvenaria com BC e BCCA

<b>TÉCNICAS DE EXECUÇÃO</b>	<b>BLOCO CERÂMICO (NBR 8545:1984)</b>	<b>BLOCO CELULAR (NBR 14956-1:2013 / NBR 14956-2:2013)</b>
Modulação	Devem seguir o projeto executivo e utilizar o menor número possível de blocos	Devem seguir o projeto executivo e utilizar o menor número possível de blocos
Assentamento: juntas de amarração verticais e horizontais	Fiadas com blocos intercalados com a junta vertical da fiada superior localizada a 1/2 da borda vertical do bloco inferior	Fiadas com blocos intercalados com a junta vertical da fiada superior localizada a 1/2, ou no mínimo 1/3 e 2/3 da borda vertical do bloco inferior
Argamassa de assentamento	Argamassa convencional / preparo em betoneira. Traço: 1:2:8 <sup>(2)</sup>	Argamassa convencional / preparo em betoneira. Traço: 1:3:8
Revestimento interno da parede (argamassa convencional) (NBR 7200:1998)	Chapisco (traço: 1:3) Massa única (traço 1:2:8) <sup>(2)</sup>	Massa única (traço 1:2:9) <sup>(3)</sup>
Revestimento externo da parede (argamassa convencional)	Chapisco (traço: 1:3) Massa única (traço 1:2:8) <sup>(2)</sup>	Chapisco (traço: 1:6) Massa única (traço 1:2:9) <sup>(3)</sup>

<sup>(1)</sup>A norma própria dos requisitos de blocos cerâmicos (15270-1:2005) não dá indicações de densidade aparente. Portanto adota-se como valor para base comparativa o peso específico do tijolo furado indicado na NBR 6120:2000 - Cargas para o cálculo de estruturas de edificações.

<sup>(2)</sup> Informações da planilha fornecida pela Caixa Econômica Federal – baseada nos códigos e descrições do SINAPI.

<sup>(3)</sup> Informações dos catálogos dos principais fornecedores de bloco de concreto celular autoclavado no Brasil.

<b>TÉCNICAS DE EXECUÇÃO</b>	<b>BLOCO CERÂMICO (NBR 8545:1984)</b>	<b>BLOCO CELULAR (NBR 14956-1:2013 / NBR 14956-2:2013)</b>
Assentamento de revestimento cerâmico (NBR 13754:1996)	Emboço (1:2:8) para recebimento de cerâmica + argamassa colante AC I <sup>(2)</sup>	Argamassa colante AC I <sup>(2)</sup> (sem necessidade de emboço) <sup>(3)</sup>
Ligação das alvenarias aos pilares de concreto previamente chapiscados	Efetuada com emprego de barras de aço de 5,0 e 10,0mm distanciadas de cerca de 60,0cm e com comprimento de 60,0cm engastadas no pilar e na alvenaria	Efetuada com emprego de fio de aço liso na forma de U de diâmetro 4,2 ou 5,0mm (ferro cabelo) ou tela eletro soldada de fio 1,0mm e de comp. 30,0cm
União entre paredes	Blocos intercalados resultando em perfeita amarração nas fiadas	Blocos intercalados resultando em perfeita amarração nas fiadas
Encunhamento	Assentar os blocos até 3,0cm antes de alcançar a viga ou laje superior. A fixação é realizada com preenchimento de argamassa dotada de agente expansor	Assentar os blocos até 3,0cm antes de alcançar a viga ou laje superior. A fixação é realizada com preenchimento de argamassa dotada de agente expansor.
Aberturas para esquadrias	As folgas existentes entre a alvenaria e esquadria devem ser preenchidas com argamassa de cimento e areia. A fixação dos marcos é feita com conectores: mínimo 4 por porta 2 em cada lado, à 40cm das extremidades; e mínimo 6 por janela, 2 a cada lado, à 30cm das extremidades e 1 conector em cima e na base do vão	Cortar com serrote de travas largas as sobras de cada bloco que passa o limite do vão. Para fixação de contra marco, furar o bloco em forma de cone, chumbar com argamassa de traço forte (1:3) ou ainda com espuma expansiva <sup>(3)</sup>
Vergas e contra vergas	Com transpasse mínimo de 20,0cm superior e inferior ao vão, com no mínimo 10,0cm de altura	Com transpasse superior e inferior de valores (cm) tabelados, conforme tabela 2 da NBR 14956-2:2013
Aberturas para tubulações hidráulicas	As aberturas necessárias devem ser feitas com discos de corte ou ponteiros e talhadeiras	Usar rasgador próprio para concreto celular, esmirilhadeira ou serra tico-tico, evitando o uso de marreta e talhadeira <sup>(3)</sup>

Fonte: Do autor

<sup>(2)</sup> Informações da planilha fornecida pela Caixa Econômica Federal – baseada nos códigos e descrições do SINAPI.

<sup>(3)</sup> Informações dos catálogos dos principais fornecedores de bloco de concreto celular autoclavado no Brasil.



Para o presente estudo não se considerou o redimensionamento da estrutura de concreto armado para o sistema com BCCA, que por ser um material mais leve deve influenciar no carregamento da estrutura.

Nas planilhas orçamentárias desconsideraram-se também alguns itens e serviços, dispensados no próprio catálogo de projetos da Caixa Econômica Federal (julho/2016), que estão listados abaixo:

- Elaboração de projetos e serviços topográficos;
- Mobilização e desmobilização de canteiro;
- Fundações (somente viga baldrame está inclusa);
- Complementos de urbanização em geral, jardins, muros, arrimos, estacionamentos;
- Instalações de interfone e gás, automação de portaria e portão de acesso;
- Fornecimento e instalação dos elevadores;
- Ligações definitivas de água, energia elétrica e esgoto sanitário;
- Taxas e emolumentos.

### **3 RESULTADOS E DISCUSSÕES**

Após o levantamento de dados, definição de parâmetros e cálculo das planilhas orçamentárias, obteve-se os resultados para cada tipologia habitacional adotada, considerando-se os dois sistemas de vedação: BC (bloco cerâmico) e BCCA (bloco de concreto celular autoclavado).

#### **3.1 TIPOLOGIA R1-N**

##### **3.1.1 Custos Orçados Diretos Globais**

A Tabela 3 apresenta os custos diretos dos projetos considerando os dois sistemas de vedação, BC e BCCA, na tipologia habitacional R1-N.

Tabela 3 – Custos orçados diretos totais e unitários para a tipologia R1-N

<b>CUSTO DIRETO TOTAL R1-N</b>							
Área (m <sup>2</sup> ) 106,44	Custo direto de mão de obra (R\$)	% M.O.	Custo direto de material (R\$)	% MAT	Outros (R\$)	% OUT	Total (R\$)
BC	48.835,06	40,34	68.090,15	56,25	4.129,93	3,41	121.055,13
BCCA	43.793,45	37,10	70.472,94	59,71	3.767,37	3,19	118.033,75
<b>Redução BCCA x BC</b>							<b>2,50%</b>
<b>CUSTO DIRETO UNITÁRIO R1-N</b>							
Área (m <sup>2</sup> ) 106,44	Custo direto de mão de obra (R\$/m <sup>2</sup> )	% M.O.	Custo direto de material (R\$/m <sup>2</sup> )	% MAT	Outros (R\$/m <sup>2</sup> )	% OUT	Total (R\$/m <sup>2</sup> )
BC	458,80	40,34	639,7	56,25	38,8	3,41	1.137,31
BCCA	411,44	37,10	662,09	59,71	35,39	3,19	1.108,92
<b>Redução BCCA x BC</b>							<b>2,50%</b>

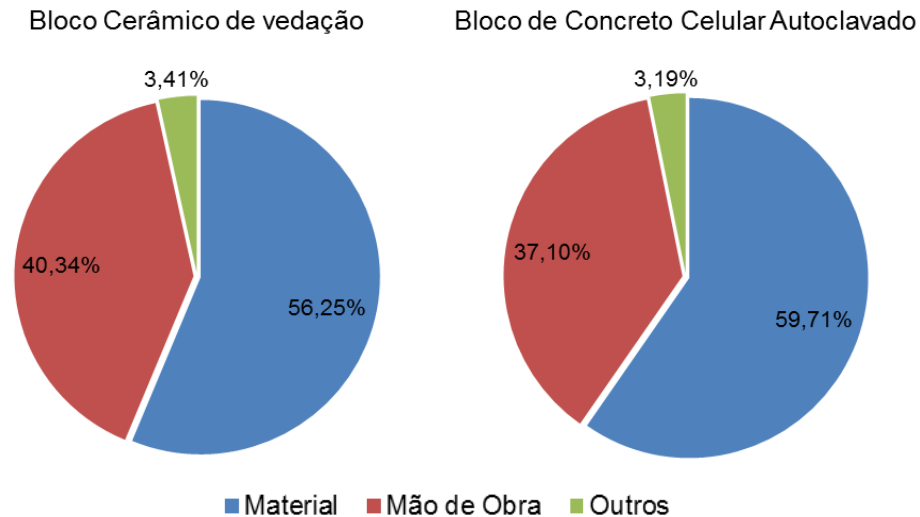
Fonte: Do autor

Para a tipologia R1-N observa-se que o custo direto total do sistema de vedação com BCCA é 2,50% menor comparado a este mesmo custo para o sistema de vedação com BC.

Verifica-se que os custos diretos do grupo de insumos material no sistema de BCCA (R\$ 70.472,94) encontra-se 3,50% superior ao do sistema com BC (R\$ 68.090,15). Por outro lado, para o grupo de insumos mão de obra, o custo direto orçado com o sistema BCCA (R\$ 43.793,45) apresenta-se 10,32% inferior ao sistema com BC (R\$ 48.835,06), revelando que mesmo com um aumento em custo final de material, o custo de mão de obra é reduzido ao alternar o sistema de vedação de BC para BCCA.

A Figura 2 apresenta a participação no custo direto dos grupos de insumos material, mão de obra e outros (equipamentos, seguro, transporte, alimentação...) para os dois sistemas.

Figura 2 – Participação no custo orçado direto total dos grupos de insumos material, mão de obra e outros na tipologia R1-N



Fonte: Do autor

Observa-se na Figura 2 que para o sistema com BCCA, os custos dos materiais tem uma participação de 3,46 pontos percentuais superior ao da participação no sistema com BC, mesmo ocorrendo a redução de consumos de insumos materiais, como por exemplo a argamassa de assentamento. Esta maior participação do grupo de materiais no sistema com BCCA pode ser atribuída ao maior ao preço de mercado do bloco celular. Por outro lado, a Figura 2 também mostra que o grupo de insumo mão de obra tem uma participação de 3,24 pontos percentuais menor para o sistema BCCA, quando comparados com o sistema com BC.

### 3.1.2 Custos orçados diretos por etapas

Na Tabela 4 observa-se o custo direto orçado por etapas para a tipologia R1-N e as respectivas participações no custo direto total orçado da obra.

Tabela 4 - Custo orçado direto por etapas e participações na tipologia R1-N

BC					BCCA				
ETAPA	R\$	%	% ACUM		ETAPA	R\$	%	% ACUM	
1º	Supraestrutura	19.828,62	16,38%	16,38	1º	Supraestrutura	19.828,62	16,80%	16,80
2º	Instalações elétricas	17.024,79	14,06%	30,44	2º	Instalações elétricas	17.024,79	14,42%	31,22
3º	Cobertura/Prot.	14.339,24	11,85%	42,29	3º	Cobertura/Prot.	14.339,24	12,15%	43,37
4º	Paredes	10.579,58	8,74%	51,03	4º	Esquadrias/Vidros	10.392,51	8,80%	52,17
5º	Esquadrias/Vidros	10.392,51	8,58%	59,61	5º	Paredes	9.588,15	8,12%	60,29
6º	Rev. Internos	9.355,77	7,73%	67,34	6º	Pavimentação	9.075,50	7,69%	67,98
7º	Pavimentação	9.075,50	7,50%	74,84	7º	Pintura	7.364,85	6,24%	74,22
8º	Pintura	7.364,85	6,08%	80,92	8º	Rev. Internos	7.325,82	6,22%	80,44
9º	Infraestrutura	7.314,26	6,04%	86,96	9º	Infraestrutura	7.314,26	6,20%	86,64
10º	Instalações Hidro.	4.861,31	4,02%	90,98	10º	Instalações Hidro.	4.861,31	4,12%	90,76
11º	Louças e Metais	3.863,37	3,19%	94,17	11º	Louças e Metais	3.863,37	3,27%	94,03
12º	Serviços preliminares	2.613,45	2,16%	96,33	12º	Serviços preliminares	2.613,45	2,21%	96,24
13º	Rev. Externos	2.459,05	2,03%	98,36	13º	Rev. Externos	2.459,05	2,08%	98,32
14º	Vergas/Contrav.	1.148,20	0,95%	99,31	14º	Vergas/Contrav.	1.148,20	0,97%	99,29
15º	Complementações	834,63	0,69%	100	15º	Complementações	834,63	0,71%	100
<b>TOTAL</b>		121.055,13	100%		<b>TOTAL</b>		118.033,75	100%	

Fonte: Do autor

Na Tabela 4 verifica-se que a etapa de maior influência no custo total do projeto, mesmo alternando o sistema de vedação, é a Supraestrutura. Esta etapa apresenta apenas uma modificação na participação dos custos entre os dois sistemas, BC e BCCA (16,38% e 16,80% respectivamente), devido exclusivamente à diferença do custo total orçado obtido para cada sistema, já que não foram consideradas possíveis reduções de carga na estrutura com o uso de BCCA.

A coloração verificada na Tabela 4 representa a curva ABC, onde a faixa A (laranja) demonstra a participação acumulada nos custos diretos orçados até aproximadamente 70%, a faixa B (lilás) indica as etapas responsáveis por mais 15%, e o restante, faixa C (azul), representa a participação das demais etapas, completando 100% do custo. Essa análise é de extrema relevância, uma vez que

etapas de projetos que integram a faixa A devem sempre ser motivo de estudo pelos investidores, visando reduzir os custos destas etapas.

Observa-se que no sistema BC, as etapas de paredes e revestimentos internos aparecem na faixa A, revelando que procurar alternativas para reduzir seus custos pode afetar de maneira significativa o custo total do empreendimento.

Com relação às posições ocupadas pelas etapas na Tabela 4, considera-se para a análise o *ranking* das etapas de paredes e revestimentos internos, que são as que mais sofrem redução de custo com a alteração de um sistema de vedação com blocos cerâmicos para um sistema com blocos celulares. Neste projeto R1-N, com alvenaria em blocos cerâmicos, as posições de influência de custo das etapas paredes e revestimentos internos estão em 4<sup>a</sup> e 6<sup>a</sup> posições respectivamente. Estas etapas passam a ter menores participações nos custos orçados na obra que utiliza blocos celulares para vedação, passando a ter 5<sup>a</sup> e 8<sup>a</sup> posições de influência no custo total.

Observa-se também, que a etapa revestimentos internos para o sistema com BCCA encontra-se na faixa B da curva ABC, enquanto que para o sistema com BC localiza-se na faixa A.

## **3.2 TIPOLOGIA R16-N**

### **3.2.1 – Custos Orçados Diretos Globais**

Para a análise dos resultados da segunda tipologia habitacional adotada, a Tabela 5 apresenta os valores de custos diretos globais orçados correspondentes à edificação R16-N para os dois sistemas de alvenaria de vedação.

Tabela 5 – Custos orçados diretos totais e unitários para a tipologia R16-N

<b>CUSTO DIRETO TOTAL R16-N</b>							
Área (m <sup>2</sup> )	Custo direto de mão de obra (R\$)	% M.O.	Custo direto de material (R\$)	% MAT	Outros (R\$)	% OUT	Total (R\$)
8497,90							
BC	2.631.458,53	37,49	4.069.129,64	57,97	319.041,46	4,54	7.019.629,71
BCCA	2.264.840,06	33,82	4.138.062,32	61,80	293.270,98	4,38	6.696.173,40
<b>Redução BCCA x BC</b>							<b>4,61%</b>
<b>CUSTO DIRETO UNITÁRIO R16-N</b>							
Área (m <sup>2</sup> )	Custo direto de mão de obra (R\$/m <sup>2</sup> )	% M.O.	Custo direto de material (R\$/m <sup>2</sup> )	% MAT	Outros (R\$/m <sup>2</sup> )	% OUT	Total (R\$/m <sup>2</sup> )
8497,90							
BC	309,66	37,49	478,84	57,97	37,54	4,54	826,04
BCCA	266,52	33,82	486,95	61,80	34,51	4,38	787,98
<b>Redução BCCA x BC</b>							<b>4,61%</b>

Fonte: Do autor

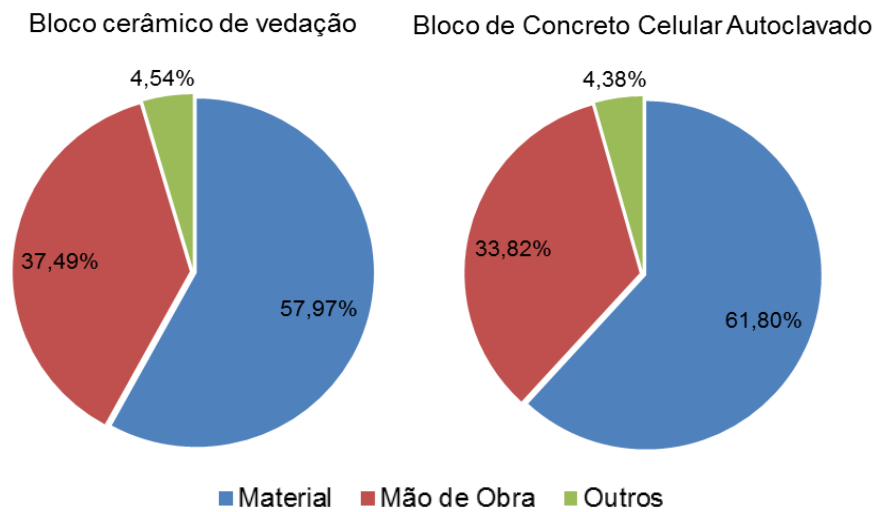
Na Tabela 5 verifica-se o custo orçado direto para a tipologia R16-N, onde se observa que há uma redução de 4,61% com o uso de alvenaria com BCCA em comparação ao sistema de alvenaria com BC.

Na análise de custo direto do grupo de insumo mão de obra, verifica-se que o custo no sistema BCCA (R\$ 2.264.840,06) é 13,93% inferior ao sistema com BC (R\$ 2.631.458,53). Já para o grupo de insumo material, o custo direto orçado com o sistema BCCA (R\$ 4.138.062,32) apresenta-se apenas 1,69% superior ao sistema com BC (R\$ 4.069.129,64), ressaltando que o aumento de custo no grupo material não é tão expressivo quanto à diferença existente no grupo de insumo mão de obra ao alternar o sistema de vedação com BC para BCCA.

A Figura 3 representa a participação no custo direto dos grupos de insumos material, mão de obra e outros (equipamentos, seguro, transporte, alimentação...) para os dois sistemas estudados.



Figura 3 - Participação no custo orçado direto total dos grupos de insumos material, mão de obra e outros na tipologia R16-N



Fonte: Do autor

Analisa-se na Figura 3 que para o sistema com BCCA, os custos do grupo de insumo material tem uma participação de 3,83 pontos percentuais superior ao da participação no sistema com BC. Em contrapartida, o grupo de insumo mão de obra tem uma participação de 3,67 pontos percentuais menor para o sistema BCCA, quando comparados com o sistema com BC.

### 3.2.2 Custos orçados diretos por etapas

Na Tabela 6 observa-se o custo direto orçado por etapas da tipologia R16-N e a participação destas no custo direto total orçado da obra.

Tabela 6 - Custo orçado direto por etapas e participações na tipologia R16-N

BC				BCCA			
ETAPA	R\$	%	% ACUM	ETAPA	R\$	%	% ACUM
1 <sup>o</sup> Supra-estrutura	1.245.401,45	17,74%	17,74	1 <sup>o</sup> Supra-estrutura	1.245.401,45	18,60%	18,60
2 <sup>o</sup> Pavimentação	807.554,43	11,50%	29,25	2 <sup>o</sup> Pavimentação	807.554,43	12,06%	30,66
3 <sup>o</sup> Infraestrutura	794.691,83	11,32%	40,57	3 <sup>o</sup> Infraestrutura	794.691,83	11,87%	42,53
4 <sup>o</sup> Rev. Internos	787.106,06	11,21%	51,78	4 <sup>o</sup> Instalações elétricas	719.476,22	10,74%	53,27
5 <sup>o</sup> Instalações elétricas	719.476,22	10,25%	62,03	5 <sup>o</sup> Esquadrias/Vidros	582.765,61	8,70%	61,97
6 <sup>o</sup> Paredes	618.670,23	8,81%	70,84	6 <sup>o</sup> Rev. Internos	547.530,46	8,18%	70,15
7 <sup>o</sup> Esquadrias/Vidros	582.765,61	8,30%	79,14	7 <sup>o</sup> Paredes	534.789,52	7,99%	78,14
8 <sup>o</sup> Louças e Metais	325.460,17	4,64%	83,78	8 <sup>o</sup> Louças e Metais	325.460,17	4,86%	83,00
9 <sup>o</sup> Instalações Hidros.	302.462,83	4,31%	88,09	9 <sup>o</sup> Instalações Hidros.	302.462,83	4,52%	87,51
10 <sup>o</sup> Pintura	284.022,82	4,05%	92,14	10 <sup>o</sup> Pintura	284.022,82	4,24%	91,76
11 <sup>o</sup> Rev. Externos	166.577,19	2,37%	94,51	11 <sup>o</sup> Rev. Externos	166.577,19	2,49%	94,24
12 <sup>o</sup> Complementares	77.735,88	1,11%	95,62	12 <sup>o</sup> Complementares	77.735,88	1,16%	95,4
13 <sup>o</sup> Vergas/Contrav.	64.231,66	0,92%	96,53	13 <sup>o</sup> Vergas/Contrav.	64.231,66	0,96%	96,36
14 <sup>o</sup> Cobertura/Prot.	48.697,10	0,69%	97,23	14 <sup>o</sup> Cobertura/Prot.	48.697,10	0,73%	97,09
15 <sup>o</sup> Forro	43.550,58	0,62%	97,85	15 <sup>o</sup> Forro	43.550,58	0,65%	97,74
16 <sup>o</sup> Inst. Hidráulica	41.581,89	0,59%	98,44	16 <sup>o</sup> Inst. Hidráulica	41.581,89	0,62%	98,36
17 <sup>o</sup> Inst. Sanitária	36.680,68	0,52%	98,96	17 <sup>o</sup> Inst. Sanitária	36.680,68	0,55%	98,91
18 <sup>o</sup> Inst. Especiais	26.630,13	0,38%	99,34	18 <sup>o</sup> Inst. Especiais	26.630,13	0,40%	99,31
19 <sup>o</sup> Inst. Pluviais	23.286,49	0,33%	99,67	19 <sup>o</sup> Inst. Pluviais	23.286,49	0,35%	99,66
20 <sup>o</sup> Serviços Preliminares	23.046,46	0,33%	100	20 <sup>o</sup> Serviços Preliminares	23.046,46	0,34%	100
<b>TOTAL</b>	<b>7.019.629,71</b>	<b>100%</b>		<b>TOTAL</b>	<b>6.696.173,40</b>	<b>100%</b>	

Fonte: Do autor

Como se trata de um projeto mais complexo e com 16 pavimentos, a quantidade de etapas para a execução do mesmo é superior a uma edificação residencial unifamiliar.

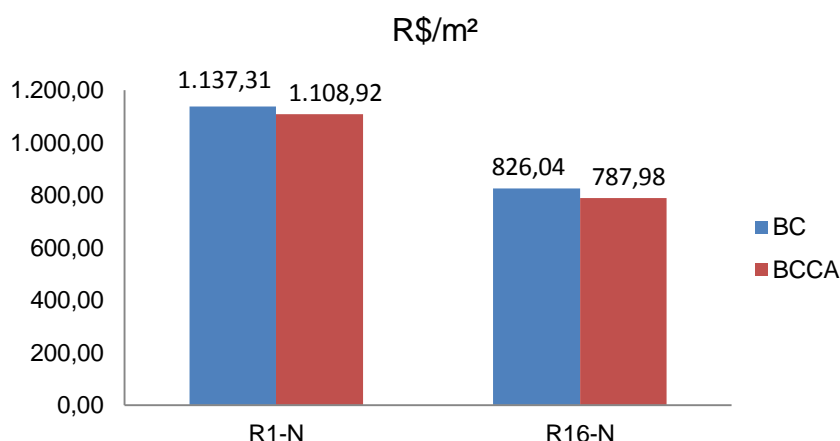
Por meio da coloração que representa a curva ABC, observa-se que a etapa revestimentos internos, no sistema de vedação com BC, encontra-se dentro da faixa A, onde participa da parcela de até 70% do custo total da obra. Já na edificação com sistema de vedação com BCCA, a etapa revestimentos internos integra a faixa B, por apresentar um custo menor comparado ao sistema com BC.

Observa-se também com a Tabela 6 que, no caso deste projeto de 16 pavimentos, as etapas revestimentos internos e paredes passam a ter uma participação menor em sistema com BCCA do que em sistema de vedação com BC, onde se deslocam das posições de influência 4ª e 6ª às posições 6ª e 7ª respectivamente.

### 3.3 ANÁLISE COMPARATIVA DOS CUSTOS ORÇADOS DIRETOS DOS SISTEMAS PARA AS DUAS TIPOLOGIAS HABITACIONAIS

Compreendida a diferença existente no custo com a utilização de sistemas de alvenaria com BCCA e com BC em tipologias residenciais distintas, pode-se por fim, fazer uma análise comparativa dos custos orçados diretos unitários dos dois métodos construtivos entre as duas tipologias deste estudo. A Figura 4 apresenta os custos orçados unitários dos dois sistemas de alvenaria de vedação para as duas tipologias, R1-N e R16-N.

Figura 4 - Comparativo dos custos orçados diretos unitários para as duas tipologias



Fonte: Do autor

Interpretando-se os gráficos verifica-se, como já observado nas Tabelas 3 e 5, redução no custo unitário em edificações com o uso de BCCA quando comparado com o BC, sendo um custo 2,50% menor para sistema com BCCA em habitações de

padrão R1-N e de 4,61% menor para BCCA em habitações R16-N. Observa-se que a habitação multifamiliar deste estudo proporciona uma redução de custo direto superior à habitação unifamiliar. Isso se justifica principalmente pelo fato de que na tipologia R16-N com BC, em relação ao projeto da edificação R1-N, há uma maior participação das etapas paredes e revestimentos internos no custo total da obra, sendo 8,81% para paredes e 11,21% para revestimentos internos na habitação R16-N; e 8,74% para paredes e 7,73% para revestimentos internos na tipologia R1-N. Entende-se, dessa forma, como já analisado, que essas são as etapas de maior relevância quando se realiza uma comparação entre os dois sistemas de vedação deste estudo.

Comenta-se também, que as diferenças de custo provem não só da diferença do preço de aquisição do material (bloco cerâmico e bloco de concreto celular), mas também de seu consumo, tempo de execução, ausência ou não de determinadas etapas executivas, entre outros.

Para estudar a redução dos custos nas etapas paredes e revestimentos internos (sem a inclusão de revestimento de teto), a Tabela 7 apresenta os custos diretos orçados totais e unitários para as etapas citadas, considerando-se os dois sistemas.

Tabela 7 – Custos orçados diretos totais e unitários para as etapas com redução de custos: paredes e revestimentos internos de parede

R1-N						
ETAPA	Quantidade (m <sup>2</sup> )	BC		BCCA		% BCCA X BC
		(R\$)	(R\$/m <sup>2</sup> )	(R\$)	(R\$/m <sup>2</sup> )	
Paredes	173,04	10.579,58	61,14	9.588,15	55,41	-9,37%
Revestimentos internos de parede	240,06	8.282,26	34,50	6.252,31	26,04	-24,51%
R16-N						
ETAPA	Quantidade (m <sup>2</sup> )	BC		BCCA		% BCCA X BC
		(R\$)	(R\$/m <sup>2</sup> )	(R\$)	(R\$/m <sup>2</sup> )	
Paredes	9.694,73	618.670,23	63,82	534.789,52	55,16	-13,56%
Revestimentos internos de parede	19.896,46	718.361,50	36,10	478.785,90	24,06	-33,35%

Fonte: Do autor

Na Tabela 7 para o cálculo dos custos orçados unitários, fez-se a relação valores em R\$ por m<sup>2</sup> de área de paredes ou de áreas internas de parede que recebem revestimentos.

A última coluna indica que, para estas etapas detalhadas na tabela, há redução de custos, ou seja, uma variação que indica qual a porcentagem de custo é reduzida quando há uma comparação entre sistema com BCCA em relação ao sistema com BC. Estes percentuais alcançam valores maiores na edificação multifamiliar (R16-N) do que na edificação unifamiliar de 1 pavimento (R1-N), sendo uma redução de 13,56% e 33,35% em paredes e revestimentos internos de parede, respectivamente, na tipologia R16-N; e de 9,37% e 24,51% em paredes e revestimentos internos de parede, na tipologia R1-N.

Detalhando o custo direto obtido nestas etapas, a Tabela 8 mostra discriminadamente os serviços executados em paredes e revestimentos internos de parede, com suas devidas reduções de custo.

Tabela 8 - Custos diretos por serviços e redução de custos (etapas de paredes e revestimentos internos de paredes)

ETAPA	SERVIÇOS	R1-N			R16-N		
		BC (R\$)	BCCA (R\$)	Redução (%)	BC (R\$)	BCCA (R\$)	Redução (%)
<b>Paredes</b>	Alvenaria	10.579,58	9.588,15	<b>-9,37%</b>	618.670,23	534.789,52	<b>-13,56%</b>
<b>Rev. internos de parede</b>	Chapisco	816,20	00,00	<b>-100%</b>	67.647,96	00,00	<b>-100%</b>
	Emboço para recebimento de cerâmica	1.213,75	00,00	<b>-100%</b>	171.927,64	00,00	<b>-100%</b>
	Emboço ou Massa única	3.003,65	3.003,65	<b>0,00%</b>	223.769,65	223.769,65	<b>0,00%</b>
	Rev. cerâmico c/ argamassa colante	3.248,66	3.248,66	<b>0,00%</b>	255.016,25	255.016,25	<b>0,00%</b>

Fonte: Do autor

Por meio da Tabela 8 constatam-se quais os serviços influem na redução de custo das etapas de paredes e revestimentos internos de paredes. Explica-se assim os valores apresentados na Tabela 7, revelando que além do serviço alvenaria, onde

ocorre a redução do custo total da etapa em 9,37% para R1-N e 13,56% para R16-N, há também a eliminação dos serviços de chapisco e emboço para recebimento de cerâmica, que interferem e reduzem o custo total da etapa de revestimentos internos.

A redução do custo na etapa alvenaria se deve, principalmente, ao fato de que há uma maior facilidade e agilidade de assentamento, já que são necessários apenas 5,5 blocos/m<sup>2</sup>, e por consequência um consumo menor de argamassa de assentamento. Sua leveza e extrema regularidade dimensional também contribuem para um produto final de melhor qualidade e menos desperdício.

#### **4 CONCLUSÕES**

Por meio da realização deste estudo se apresentou as diferenças de custos orçados diretos existentes entre dois sistemas de vedação: alvenaria com blocos cerâmicos (BC) e alvenaria com blocos de concreto celular autoclavado (BCCA). Com os resultados obtidos referentes aos dois tipos de habitação, R1-N e R16-N, constatou-se a real redução de custo orçado direto total destas obras com a utilização de BCCA. Para projetos de padrão R1-N o estudo verificou uma diminuição de custo em relação ao sistema cerâmico em 2,50%, já para um projeto R16-N essa redução é de 4,61%. Verifica-se também, com a utilização de BCCA ao invés de BC, a diminuição nos custos diretos do grupo de insumo mão de obra em 10,32% para o projeto R1-N e 13,93% para R16-N; e para o grupo de insumo material um aumento de 3,50% no projeto R1-N e 1,69% em R16-N.

As principais etapas que proporcionam redução de custos com este sistema de alvenaria em BCCA são as relacionadas à própria alvenaria de vedação e seu revestimento interno, onde alguns serviços podem ser dispensados, como por exemplo, o chapisco e o emboço para recebimento de cerâmica, que segundo as orientações dos fornecedores e pesquisas bibliográficas não são necessários ao utilizar BCCA.

Entende-se que para uma comparação definitiva entre os dois sistemas de alvenaria adotados nesta pesquisa, deve-se levar em consideração não apenas o custo do material e da mão de obra, mas também os custos indiretos, o desempenho e as funcionalidades de cada sistema. Os blocos de concreto celular, além de suas



características técnicas, como isolamento térmico e acústico, se empregados em uma obra, levam a uma redução da carga às fundações em valores significativos, já que apresentam um peso específico muito inferior a sistemas tradicionais. Portanto sugere-se como trabalhos futuros, analisar os custos em edificações com alvenaria em BCCA considerando a redução de carga da estrutura às fundações e sua resultante na redução de custos, bem como os custos indiretos e os valores que poderão ser agregados ao desempenho da habitação com o uso deste sistema.

## 5 REFERÊNCIAS

COSTA, Marianne R. M. M.. **Método construtivo de alvenaria de vedação de blocos de concreto celular autoclavado**.1996. 21 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Departamento de Engenharia da Construção Civil, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1996.

COSTA, Odivan de. **Estudo de viabilidade técnica: Alvenaria de Vedação com Blocos Cerâmicos Vazados na Horizontal versus Alvenaria de Blocos de Concreto Celular Autoclavados**. 2016. 16 f. Monografia (Especialização) - Curso de Mba Gerenciamento, Tecnologia e Qualidade da Construção Civil, Instituto de Pós-graduação - Ipog, Porto Alegre, 2016.

VIANA, Saulo Augusto de Oliveira; ALVES, Élcio Cassimiro. **Análise de Custo e Viabilidade Dentre os Sistemas de Vedação de Bloco Cerâmico e Drywall Associado ao Painel Monolite EPS**. Rio de Janeiro: Abpe, 2013. 13 v.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13438**: Blocos de concreto celular autoclavado. Rio de Janeiro, 2013. 5 p.

FERRAZ, Fabiana de Carvalho. **Comparação dos sistemas de alvenaria de vedação: bloco de concreto celular autoclavado x bloco cerâmico**. 2011. 97 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Pós-graduação em Construção Civil, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2011.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15270-1**: Blocos cerâmicos para alvenaria de vedação - Terminologia e requisitos. Rio de Janeiro, 2005. 11 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 8545**: Execução de alvenaria sem função estrutural de tijolos e blocos cerâmicos – Procedimento. Rio de Janeiro, 1984. 13 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14956-1**: Blocos de concreto celular autoclavado — Execução de alvenaria sem função estrutural - Parte 1: Procedimento com argamassa colante industrializada. Rio de Janeiro, 2013. 11 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14956-2**: Blocos de concreto celular autoclavado — Execução de alvenaria sem função estrutural - Parte 2: Procedimento com argamassa convencional. Rio de Janeiro, 2013. 13 p.

**Concreto Celular Celucon**. Disponível em: [www.celucon.com.br](http://www.celucon.com.br). Acesso em: 30 de maio. 2016.

VARISCO, Marcelo Queiroz. **Análise do desempenho de blocos de concreto celular autoclavado em um sistema de vedação externa**. 2014. 126 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós-graduação em Desenvolvimento de Tecnologia, Instituto de Engenharia do Paraná, Curitiba, 2014.

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

**SINAPI – Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil**. Florianópolis, 2016. Disponível em: [www.caixa.gov.br/site/Paginas/downloads.aspx#categoria\\_662](http://www.caixa.gov.br/site/Paginas/downloads.aspx#categoria_662). Acesso em: 18 de maio. 2016.

**SEOBRA – Software de análise e elaboração de orçamento de obras**. Disponível em: [www.seobra.com.br/seobra/index.jsfx](http://www.seobra.com.br/seobra/index.jsfx). Acesso em: 30 de maio. 2016.