

# **ANÁLISE COMPARATIVA DA RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO AXIAL DE BLOCOS VAZADOS DE CONCRETO DE VEDAÇÃO DE ACORDO COM A NBR 6136:2007 E SUAS FAIXAS DE PREÇO.**

André de Freitas Vieira (1), Jorge Henrique Piva (2).

UNESC – Universidade do Extremo Sul Catarinense  
(1) [andrevieiradede@unesc.net](mailto:andrevieiradede@unesc.net), (2) [jhpiva@gmail.com](mailto:jhpiva@gmail.com)

## **RESUMO**

Este trabalho teve como objetivo principal, avaliar a resistência à compressão axial de blocos de concreto vazado de vedação de três fabricantes distintos da região de Araranguá, verificando o seu desempenho de acordo com a sua faixa de preço, e se esta de acordo com os requisitos mínimos de norma para este item. Para os ensaios foram selecionado três fornecedores distintos, no qual foram obtidos sete blocos de cada, e verificado o preço de aquisição dos mesmos. O ensaio de compressão axial foi realizado em seis blocos de cada fornecedor, no qual resultou a resistência à compressão das amostras, com os dados obtidos foi verificados que ambos fornecedores atenderam o requisito mínimo de norma para sua função, além disso, pode ser constatado que o preço tem relação direta com a resistência à compressão dos blocos. Foi averiguado que o fabricante com maior preço de aquisição, 14% maior em relação ao de menor preço, obteve a maior resistência à compressão media, 118,5% maior que a de norma.

*Palavras-chaves Blocos de concreto; Preço; resistência a compressão*

## **1. INTRODUÇÃO**

A utilização de blocos de concreto na alvenaria teve início logo após o surgimento do cimento Portland, quando se começou a produzir unidades grandes e maciças de concreto. A partir de então surgiram diversos esforços para a modernização da fabricação de blocos de concreto, assim como da sua utilização na alvenaria (SALVADOR FILHO, 2007).

Segundo Barbosa (2004) foi nos Estados Unidos que, no final do século XIX, surgiram os blocos de concreto vazados, foi lá também que o uso da alvenaria com blocos de concreto atingiu seu maior desenvolvimento, tendo um rápido crescimento na Europa.

Andolfato (2002) define que, dentre os materiais empregados para a produção das unidades de alvenaria, sobressai o emprego dos blocos de concreto com função

estrutural, permitindo o emprego da técnica de coordenação modular como fator essencial na sistematização e programação do projeto como um todo. As principais características mecânicas dos blocos são: resistência à compressão, resistência à tração e módulo de elasticidade. A resistência à compressão do bloco é a característica mais importante a ser determinada.

Segundo Vitorio (2003) as alvenarias apresentam, de modo geral, bom comportamento a compressão. Porém, mesmo as alvenarias de vedação, precisam ter desempenho adequado, de modo a resistir a fatores internos e externos.

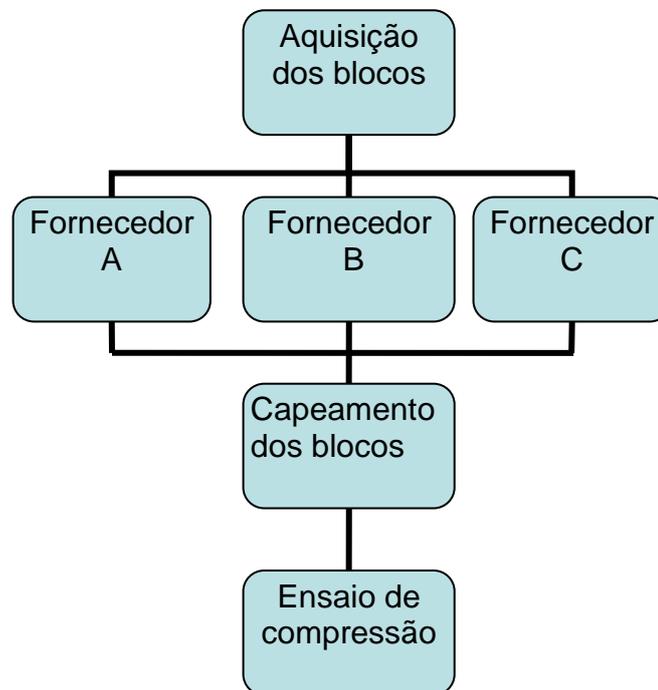
A norma brasileira NBR 6136:2007 define bloco de concreto como elemento de alvenaria cuja área líquida é igual ou inferior a 75% da área bruta, sendo que área bruta é a área da seção perpendicular aos eixos dos furos, sem desconto das áreas dos vazios, e área líquida, a área média da seção perpendicular aos eixos dos furos descontadas as áreas máximas dos vazios.

Este trabalho terá como objetivo de pesquisa, comparar a resistência à compressão axial simples de blocos de concreto de vedação de alguns fornecedores, verificando se o preço pago pela unidade tem relação direta com a resistência a compressão do bloco, e verificar se as amostras coletadas atendem os requisitos mínimos de desempenho para compressão conforme a norma técnica NBR 6136:2007.

## **2. MATERIAIS E MÉTODOS**

São descritos todos os procedimentos experimentais previsto na norma técnica NBR 6136:2007 para realizar os ensaios e obter os resultados de compressão axial, assim como, a pesquisa de preço realizada e a escolha dos blocos. Em sequência o fluxograma das atividades para o ensaio de compressão na figura 1.

Figura 1: fluxograma das etapas



Fonte: O Autor, 2017.

## 2.1. AQUISIÇÃO DOS BLOCOS DE CONCRETO

A pesquisa de preço dos blocos de concreto foi obtida através de consulta de mercado direta com os fabricantes da região de Araranguá, pelo fato de não ser comumente encontrado no mercado de varejo em materiais de construção. Os preços dos blocos podem variar dependendo da quantidade obtida e a forma de entrega.

Os blocos escolhidos para a realização dos ensaios foram os sem função estrutural, para o uso em alvenarias acima do nível do solo, com dimensões de 14 x 19 x 39 cm conforme a figura 2. Foram adquiridos sete blocos de cada fabricante, sendo considerados três fabricantes, fabricante A, fabricante B e fabricante C. A quantidade de blocos comprados foi realizado de acordo com a NBR 6136:2007, que considera que em um lote de até 5000 unidades devem ser reservadas no mínimo sete blocos como corpo de prova.

Figura 2: Bloco de concreto utilizado



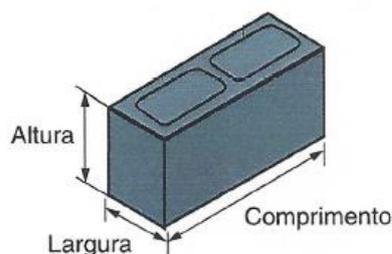
Fonte: O Autor, 2017.

## 2.2. VERIFICAÇÃO DAS DIMENSÕES

As dimensões da seção de trabalho dos blocos foram aferidas e anotadas para poder obter a área bruta dos mesmos, com o objetivo de permitir calcular a força que o mesmo deve resistir para estar de acordo com os requisitos.

Esta verificação foi realizada de acordo com a NBR 12118:2013, que especifica que a área bruta calculada, usa o valor médio das dimensões da seção de trabalho do bloco, sem descontar as áreas dos furos. Para cada dimensão devem ser realizadas pelo menos três medições conforme a figura 3, em pontos distintos na face de maior espessura das paredes do bloco.

Figura 3: Dimensões do bloco



Fonte: NBR 12118:2013

### 2.3. REGULARIZAÇÃO DAS FACES

Para regularizar as faces de trabalho dos blocos, a NBR 12118:2013 cita a utilização de pasta ou argamassa capaz de resistir às tensões do ensaio. Neste caso foi utilizada a pasta de cimento, sem a adição de nenhum agregado, o cimento utilizado foi o CP-II-E-32. O procedimento seguiu o que especifica a NBR 12118, que o capeamento deve apresentar uma espessura média de três mm, a pasta deve ser colocada em uma superfície plana e rígida, previamente untada com uma camada de óleo sobre um filme de papel umedecido, comprimindo a superfície do bloco a ser capeado sobre a pasta, assim nivelando a sua superfície, como mostra a figura 4.

Figura 4: Bloco capeado com pasta de cimento



Fonte: O Autor, 2017.

### 2.4. ENSAIO DE COMPRESSÃO

Após a aferição das medidas e capeamento dos blocos, foram realizados os ensaios de compressão dos corpos de prova, e registrado os valores máximos suportados. Foram utilizados seis corpos de prova de cada fornecedor, num total de 18 blocos. Para realizar os ensaios, foi seguido a NBR 12118:2013, na qual especifica os equipamentos e procedimentos necessários para realizar os ensaios. Foram

utilizados os seguintes equipamentos: Prensa hidráulica de marca EMIC modelo PC2001 (figura 5), junto com um computador utilizando o software Tesc, versão 3.04.

Figura 5: Equipamento de ensaio à compressão



Fonte: O Autor, 2017.

O corpo de prova foi posicionado na prensa com a parede de maior espessura na parte superior, o carregamento foi controlado de forma que a tensão aplicada, calculada em relação à área bruta, aumente progressivamente.

Para determinar o valor de resistência a compressão médio característico ( $F_{bk,est}$ ) estimado das amostras de um lote, a NBR 6136:2007 determina a utilização de uma formula para quando o valor do desvio padrão de fabrica não é conhecido, aonde  $F_{b(i-n)}$  é o valor de resistência a compressão da amostra, ordenados crescentemente e  $i$  é igual a metade do numero de amostras, que é dada pela expressão: 
$$F_{bk,est} = 2 \cdot \left[ \frac{F_{b(1)} + F_{b(2)} + \dots + F_{b(i-1)}}{i-1} \right] \cdot F_{bi}$$

Com o valor  $F_{bk,est}$  definido, se pode determinar a resistencia caracteristica da amostra  $F_{bk}$ , que deve ser igual a  $F_{bk,est}$ , não admitindo valor para  $F_{bk}$  inferior a

resistencia a compressão da amostra de menor valor  $F_b(1)$  multiplicado por um coeficiente  $\alpha$ , que é fornecido pela NBR 6136 (2007), que é definido pela quantidade de amostras do lote, neste caso são 6 amostras e  $\alpha=0,89$ , portanto se  $F_b(1) \times \alpha$  for maior que  $F_{bk,est}$ , se utiliza este valor, caso contrario utilizar  $F_{bk,est}$ .

### 3. RESULTADO E DISCUSSÕES

#### 3.1. AQUISIÇÃO DOS BLOCOS E PESQUISA DE PREÇO

O Resultado da pesquisa de preço é apresentado na Tabela 1, à pesquisa foi realizada com fornecedores da região de Araranguá, com blocos de medidas 14 cm x 19 cm x 39 cm, para vedação.

Tabela 1: Preço unitário dos blocos

Fabricante	Preço (R\$)
A	2,50
B	2,30
C	2,15
D	2,50
Média	2,36
Desvio padrão	0,176

Fonte: O Autor, 2017.

Foram escolhidos os blocos dos fornecedores A, B e C, o fornecedor A apresentou uma variação de preço de 5,93% maior que a média, o fornecedor B apresentou uma variação inferior a média de 2,54% e o fornecedor C apresentou uma variação inferior a média de 8,90%. Entre os blocos escolhidos houve uma diferença de preço de R\$ 0,35 por unidade, entre o maior e o menor preço, demonstrando uma variação de 16,28% entre o preço mais barato e o mais elevado.

### 3.2 MEDIDAS

As dimensões dos blocos escolhidos (14 cm x 19 cm x 39 cm) se enquadram na família de blocos com modulo M-15, segundo a NBR 6136:2007. As tabelas 2, 3 e 4 apresentam os resultados das medidas aferidas dos fornecedores A, B e C. Na tabela constam as medidas das alturas aferidas (H), e o seu valor médio obtido (HM), o valor das larguras obtidas (L), e o seu valor médio (LM), o valor dos comprimentos obtidos (C), e o seu valor médio obtido (CM). Todas as medidas em centímetro.

Tabela 2 – Dimensões dos blocos do fornecedor A

	H1	H2	H3	HM	L1	L2	L3	LM	C1	C2	C3	CM
<b>CP1</b>	18,90	19,00	19,10	19,00	14,50	14,20	14,40	14,37	39,50	39,00	39,20	39,23
<b>CP2</b>	19,00	19,00	18,80	18,93	14,30	14,20	14,30	14,27	39,50	39,60	39,00	39,37
<b>CP3</b>	18,60	18,70	18,60	18,63	14,50	14,40	14,50	14,47	39,50	39,60	39,50	39,53
<b>CP4</b>	19,00	18,90	19,00	18,97	14,20	14,10	14,40	14,23	39,40	39,60	39,5	39,50
<b>CP5</b>	18,70	18,80	18,70	18,73	14,80	14,70	14,50	14,67	40,00	40,20	40,10	40,10
<b>CP6</b>	18,80	18,80	18,90	18,83	14,30	14,40	14,20	14,30	39,70	39,80	39,9	39,80
<b>CP7</b>	19,00	19,10	19,00	19,03	14,50	14,40	14,30	14,40	39,50	39,80	39,8	39,70

Fonte: O Autor, 2017.

Tabela 3 – Dimensões dos blocos do fornecedor B

	H1	H2	H3	HM	L1	L2	L3	LM	C1	C2	C3	CM
<b>CP1</b>	19,10	18,90	18,70	18,90	14,30	14,30	14,30	14,30	39,50	39,30	39,30	39,37
<b>CP2</b>	18,50	19,00	18,90	18,80	14,50	14,40	14,50	14,47	39,30	39,40	39,50	39,40
<b>CP3</b>	18,50	18,60	18,60	18,57	14,30	14,00	14,20	14,17	39,50	39,50	39,40	39,47
<b>CP4</b>	18,80	19,00	19,00	18,93	14,00	14,10	14,40	14,17	39,50	39,50	39,40	39,47
<b>CP5</b>	19,00	18,70	18,70	18,80	14,20	14,30	14,30	14,27	39,50	39,50	39,50	39,50
<b>CP6</b>	19,00	19,20	19,20	19,13	14,10	14,10	14,20	14,13	39,30	39,60	39,60	39,50
<b>CP7</b>	18,00	18,70	18,70	18,47	14,20	14,10	14,20	14,17	39,30	39,30	39,30	39,30

Fonte: O Autor, 2017.

Tabela 4 – Dimensões dos blocos do fornecedor C

	H1	H2	H3	HM	L1	L2	L3	LM	C1	C2	C3	CM
<b>CP1</b>	18,70	19,00	19,00	18,90	14,10	14,20	14,20	14,17	38,90	38,70	38,70	38,77
<b>CP2</b>	18,90	19,00	18,70	18,87	14,00	14,00	14,10	14,03	38,70	38,70	38,70	38,70
<b>CP3</b>	19,20	19,30	19,20	19,23	14,30	14,30	14,20	14,27	39,00	38,70	38,90	38,87
<b>CP4</b>	19,00	19,20	19,30	19,17	14,20	14,40	14,30	14,30	39,00	39,00	39,00	39,00
<b>CP5</b>	19,00	19,00	19,00	19,00	14,20	14,30	14,20	14,23	38,70	39,00	39,00	38,90
<b>CP6</b>	19,20	19,20	19,10	19,17	14,20	14,30	14,30	14,27	38,80	39,00	38,80	38,87
<b>CP7</b>	18,90	18,90	19,10	18,97	14,20	14,30	14,20	14,23	38,90	39,00	39,00	38,97

Fonte: O Autor, 2017.

As medidas dos blocos foram retiradas com a finalidade de se obter a área bruta das amostras, para efetuar somente o cálculo da compressão, pelo fato dos outros ensaios não serem o foco principal do trabalho realizado.

A tabela 5 mostra o valor das áreas brutas obtidas dos blocos de cada fornecedor, obtida através da multiplicação da largura média (LM) e o comprimento médio (CM), que serão utilizadas para o cálculo da resistência a compressão de cada amostra.

Tabela 5 – área bruta dos blocos em cm<sup>2</sup>

	Área bruta cm <sup>2</sup>		
	A	B	C
<b>CP1</b>	563,7351	562,9433	549,1944
<b>CP2</b>	561,8099	569,9867	543,0900
<b>CP3</b>	571,9991	559,1111	554,4978
<b>CP4</b>	562,0850	559,1111	557,7000
<b>CP5</b>	588,2670	563,5333	553,6767
<b>CP6</b>	569,1400	558,2667	554,4978
<b>CP7</b>	571,6800	556,7500	554,6256
<b>Media</b>	569,1400	559,1111	554,4978
<b>Desvio padrão</b>	9,2194	4,5199	4,8372

Fonte: O Autor, 2017

### 3.3. RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO

Nas tabelas 6, são apresentados os resultados do ensaio de compressão realizado em cada bloco, no qual foi obtida a resistência máxima a compressão em MPa. A resistência à compressão foi obtida dividindo a carga máxima pela área bruta do bloco.

Tabela 6 – Carga e compressão máxima do fornecedor A

<b>Compressão Máxima (MPa)</b>			
	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>
<b>CP1</b>	6,86	2,44	2,06
<b>CP2</b>	5,29	2,57	1,47
<b>CP3</b>	4,37	3,15	2,64
<b>CP4</b>	5,80	2,96	2,23
<b>CP5</b>	4,83	3,00	2,54
<b>CP6</b>	4,61	2,53	2,62
<b>Media</b>	5,06	2,765	2,385
<b>S</b>	0,92	0,296	0,451

Fonte: O Autor, 2017.

Na tabela 9 pode ser observado os valores de resistência característico das amostras de cada fornecedor, obtidos de acordo com a NBR 6136:2007.

Tabela 7 – Resistência característica da amostra

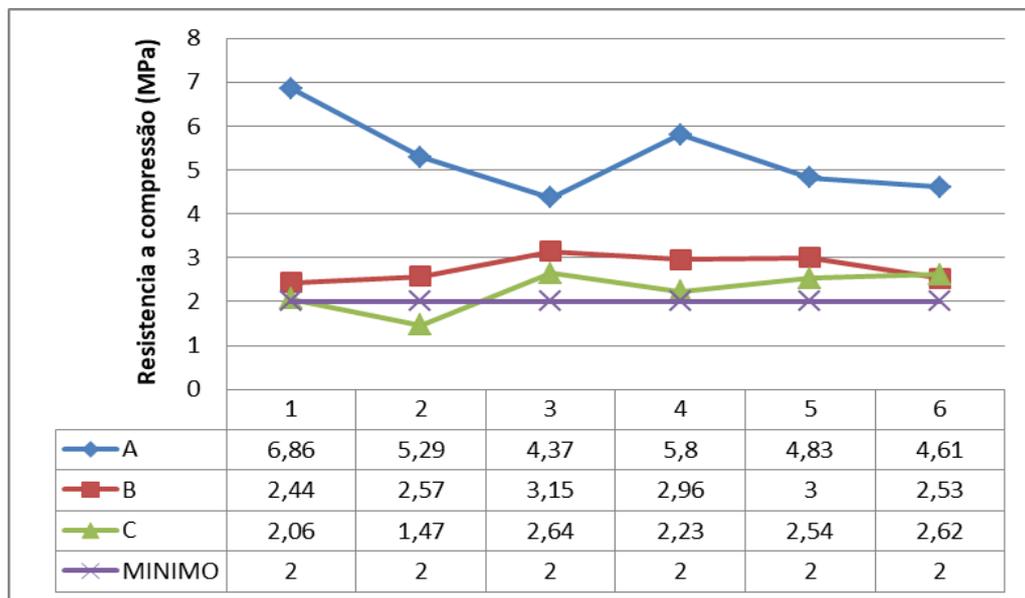
	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>
<b>Resistencia media a compressão (Mpa)</b>	4,37	2,44	2,06

Fonte: O Autor, 2017.

A resistência à compressão media das amostras dos três fornecedores apresentou valor superior a de norma, o fornecedor A apresentou valor acima da norma de 118,5%, o fornecedor B valor acima de 22% e o fornecedor C valor acima de 3%.

Os resultados obtidos entre os três fornecedores mostra que ambos atingiram resistência superior à mínima de norma, que para blocos de concreto de vedação é de 2 MPa. Embora o fornecedor C tenha apresentado uma amostra abaixo, a sua resistência característica das amostras é superior à indicada pela NBR 6135:2007. Na figura 6 pode-se observar a resistência à compressão de cada bloco, dos três fabricantes em relação à resistência mínima de norma.

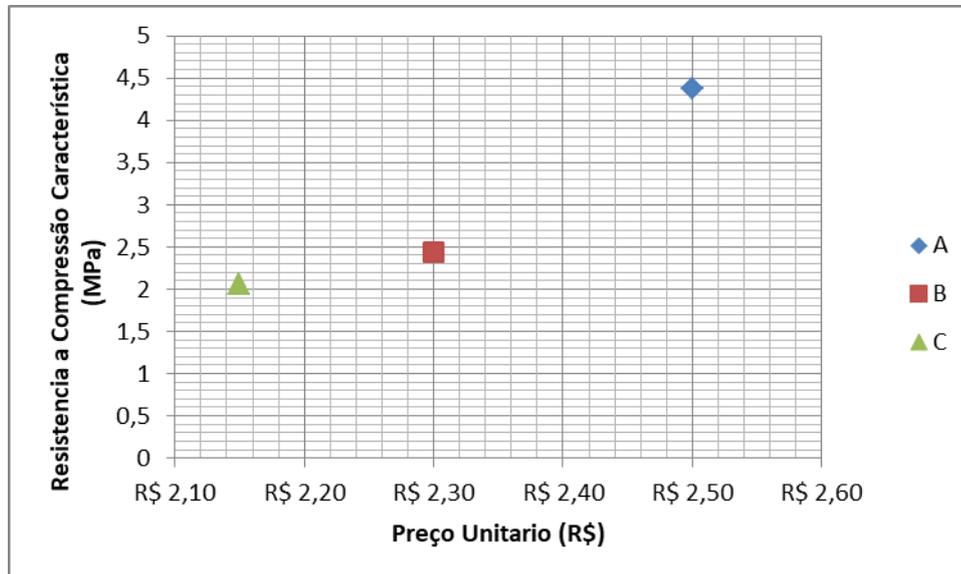
Figura 6 – Resistência á compressão das amostras



Fonte: O Autor, 2017.

Analisando o grafico da figura 7 pode-se observar que há relação direta entre, a resistencia a compressão, e o valor de aquisição dos blocos, o fornecedor A apresentou uma resistencia 79,1% maior, e custo 8,69% mais elevado em relação ao fornecedor B, que por sua vez obteve resistencia 18,45%, e custo 6,97% superior ao fornecedor C. pode se observar que a variação de preço por uidade entre os fornecedores não foi tão elevada cerca de R\$ 0,35 centavos entrw o mais caro e o mais barato, entretanto o fornecedor A apresentou uma resistencia a compressão superior aos outros.

Figura 7 – Relação entre Resistência característica da amostra e preço de aquisição



Fonte: O Autor, 2017

#### 4. CONCLUSÃO

Segundo a NBR 6136:2007, um dos requisitos para o lote ser aceito é se as características físico-mecânicas atenderem aos limites de resistência a compressão mínima de sua classe de acordo com a resistência a compressão característica ( $F_{bk}$ ) das amostras.

O resultado obtido dos valores da Resistência a compressão característica das amostras dos fornecedores A, B e C ficou dentro do esperado, mostrando que o bloco de maior valor o fornecedor A, apresentou a maior resistência a compressão, com um valor 118,5% acima do indicado por norma, o de valor intermediário o fornecedor B, que por sua vez obteve um valor de resistência a compressão 22% acima do indicado, e o de menor valor o fornecedor C, demonstrou resistência a compressão 3% acima do indicado. Na figura 7 pode se observar o gráfico da resistência obtida em relação a sua faixa de preço, que mostra uma relação direta entre as variáveis.

Pode se observar que o fabricante A apresentou uma resistência a compressão bem acima da indicada por norma, obtendo um valor 118,5% acima do necessário, com

isso pode se deduzir que durante a sua fabricação esta sendo utilizado uma quantidade de insumos superior ao necessário, com isso elevando o seu custo final, que é 16,28% mais elevado em comparação ao fornecedor C, que atingiu o menor preço. Já os fornecedores B e C apresentaram uma resistência a compressão característica bem próximas a indicada pela norma, exibindo um controle na utilização dos insumos, empregando a quantidade necessária para atender a esse requisito da norma.

Os dados levantados neste trabalho, mostra que há um controle na fabricação dos blocos de concreto, verificando que ambos os fornecedores analisados atendem o mínimo exigido por norma, entretanto, a análise dos requisitos mínimos da norma devem ser verificados quando se esta utilizado este insumo ou qualquer outro, para se evitar futuras patologias provenientes da insuficiência do material em atender os padrão exigidos.

Como recomendação para futuros trabalhos:

- Em relação aos blocos, pode ser feito a correlação entre a resistência a compressão das amostras em função da espessuras das paredes internas e externas, o diametro dos furos. E a verificação de outros itens referentes a norma.
- Verificar se outros insumos da construção civil estão atendendo as suas especificação de norma.
- Realizar os ensaios com blocos de função estrutural, que requerem uma resistencia a compreção mais elavada que os blocos de vedação.

## 5. REFERÊNCIAS

ANDOLFATO, Rodrigo Piernas. **Desenvolvimento das técnicas de produção de blocos de concreto para alvenaria estrutural na escala (1:4)**. 2002. 121 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Mestrado em Eng. Civil, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2002.

SALVADOR FILHO, José Américo Alves. **Blocos de concreto para alvenaria em construções industrializada**. 2007. 246 f. Tese (Doutorado) - Curso de Doutora em Engenharia de Estruturas, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2007.

ROMAGNA, Romson Heleo. **Resistência á compressão de prismas de blocos de concreto grauteados e não grauteados.** 2000. 217 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós-graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2000.

BARBOSA, Claudius de Souza. **RESISTÊNCIA E DEFORMABILIDADE DE BLOCOS VAZADOS DE CONCRETO E SUAS CORRELAÇÕES COM AS PROPRIEDADES MECÂNICAS DO MATERIAL CONSTITUINTE.** 2004. 163 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Mestrado em Engenharia de Estruturas, Universidade de São Paulo, Cão Carlos, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12118:** Blocos vazados de concreto simples para alvenaria - métodos de ensaios. 6º ed. Rio de Janeiro: ABNT, 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6136:** Blocos vazados de concreto simples para alvenaria - Requisitos. 3º ed. Rio de Janeiro: ABNT, 2007.

VITORIO, Afonso. **Fundamento da patologia das estruturas nas perícias de engenharia.** 2003. 58 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pericias Judicial e Patologias das Estruturas, Instituto Pernambucano de Avaliações e Pericia de Engenharia, Recife, 2003.