



**UNIVERSIDADE REGIONAL DO CARIRI - URCA**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA - CCT**  
**DEPARTAMENTO DA CONSTRUÇÃO CIVIL**

**MAYCKAELL DE FIGUEIREDO GONÇALVES**

**ESTUDO COMPARATIVO ENTRE BLOCOS CERÂMICOS, BLOCOS  
DE CONCRETO E BLOCOS SOLO-CIMENTO PARA EXECUÇÃO DE  
ALVENARIA**

**JUAZEIRO DO NORTE – CE**

**2016**

**MAYCKAELL DE FIGUEIREDO GONÇALVES**

**ESTUDO COMPARATIVO ENTRE BLOCOS DE CONCRETO,  
BLOCOS SOLO-CIMENTO E BLOCOS CERÂMICOS PARA  
EXECUÇÃO DE ALVENARIA**

Trabalho de conclusão de curso apresentado à Comissão Examinadora do curso de Tecnologia da Construção Civil, habilitação em Edifícios, da Universidade Regional do Cariri – URCA, como requisito para conclusão do curso.

Orientador: Vangivaldo de Carvalho Filho

**JUAZEIRO DO NORTE – CE  
2016**

**ESTUDO COMPARATIVO ENTRE BLOCOS DE CONCRETO,  
BLOCOS SOLO-CIMENTO E BLOCOS CERÂMICOS PARA  
EXECUÇÃO DE ALVENARIA**

---

**Mayckaell de Figueiredo Gonçalves**

**BANCA EXAMINADORA**

---

**Prof. Esp. Vangivaldo de Carvalho Filho  
(Orientador)**

---

**Prof. Me. Jefferson Luiz Alves Marinho  
(Examinador)**

---

**Prof. Esp. Paulo de Souza Tavares Miranda  
(Avaliador)**

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente a Deus que permitiu que tudo isso acontecesse, ao longo da minha vida.

A esta universidade, seu corpo docente, direção e administração que oportunizaram minha chegada até esse momento.

Agradeço a todos os professores que contribuíram com minha formação, respeitando minhas dificuldades e explorando minhas potencialidades.

Agradeço em especial ao Professor Orientador Vangivaldo, que aceitou este desafio, e fez com que este trabalho se tornasse real e tornou para si como muito importante, pelo apoio, paciência e dedicação.

Agradeço também aos Professores Jefferson e Dirceu que me deram total apoio para realização deste trabalho.

Agradeço a minha mãe, heroína, que me deu apoio, incentivo nas horas difíceis, de desânimo e cansaço.

Ao meu pai que, apesar de todas as dificuldades, me fortaleceu e que para mim foi muito importante.

Obrigado meus irmãos, Mikael e Michell que nos momentos de minha ausência dedicados ao estudo superior, sempre fizeram entender que o futuro é feito a partir da constante dedicação no presente!

Obrigado primos e tios, em especial aos meus tios Cícero e Raniere pela contribuição valiosa e grande incentivo nos momentos em que mais precisei.

Meus agradecimentos aos amigos, Anderson, Netinho, Felipe, Marília, Delânio, Kelton, Lamarck, Ivo, Alex, João Paulo, Michel, Cristian e os demais, também aos companheiros de trabalhos e irmãos na amizade que fizeram parte da minha formação e que vão continuar presentes em minha vida, com certeza.

E, por fim, à minha namorada Jéssica que sempre esteve ao meu lado, nos momentos em que passei noites sem dormir, e em todo esse tempo que passei

fazendo este trabalho, sempre estava ali me ajudando, me apoiando, me incentivando, me aconselhando... Enfim, muito obrigado por tudo!

“Que os vossos esforços desafiem as impossibilidades, lembrai-vos de que as grandes coisas do homem foram conquistadas do que parecia impossível.”

Charles Chaplin

## RESUMO

O crescimento do setor da construção civil na última década foi de 52,10%, o que representa um crescimento anual de 4,28%. Porém, o que se nota atualmente é uma redução de crescimento advinda substancialmente da crise econômica do país. O sistema construtivo tradicional, por mais que tenha sido aperfeiçoado e modificado no decorrer do tempo, ainda necessita de maiores explicações sobre os aspectos que o compõe. É necessário o estudo de métodos que eliminem a baixa produtividade e garantam a qualidade da obra. Sendo assim, busca-se identificar as melhores alternativas de construção e opções viáveis de material. Muitos quesitos devem ser avaliados antes de escolher o tipo de bloco que será utilizado em uma obra. Foram avaliadas amostras de três tipos de blocos usados nas alvenarias de vedação: bloco cerâmico, de concreto e solo-cimento. Por meio da metrologia e análise de dados foi verificado de perto as especificações que dizem respeito às medidas estabelecidas nas normas técnicas que regulamentam tais blocos. Por fim, foi estabelecido o melhor custo-benefício entre os blocos, resultado de uma análise comparativa de preço, quantidade necessária para uma mesma construção hipotética e o nível de conforto que oferecem, conforme veremos no decorrer deste trabalho.

**Palavras-chave:** Sistema construtivo; Blocos; Normas técnicas; Custo-benefício.

## **ABSTRACT**

The growth of the construction sector in the last decade was 52.10%, which represents an annual growth of 4.28%. But what we notice nowadays is a reduction of growth derived substantially from the economic crisis of the country. The traditional constructive system, however much it has been perfected and modified over time, still needs more explanations about the aspects that compose it. It is necessary to study methods that eliminate the low productivity and guarantee the quality of the work. Thus, we seek to identify the best construction alternatives and viable material options. Many items must be evaluated before choosing the type of block that will be used in a work. Samples were evaluated from three types of blocks used in ceramic, concrete, and soil-cement masonry. By means of metrology and data analysis the specifications concerning the measures established in the technical standards were closely monitored. Finally, the best cost-benefit among the blocks was established, resulting from a comparative price analysis, quantity required for the same hypothetical construction and the level of comfort they offer, as we will see in the course of this work

Keywords: Construction system; Blocks; Technical standards; Cost benefit.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - PIB Brasil x PIB Construção Civil.....	11
Figura 2 - Classificação dos Blocos Cerâmicos .....	18
Figura 3 - Blocos cerâmicos com medidas distintas.....	19
Figura 4 - Medidas dos diferentes tipos de blocos de concreto.....	21
Figura 5 - Tipos e dimensões dos tijolos solo-cimento produzidos no Brasil. ....	23
Figura 6 - Paquímetro .....	24
Figura 7 - Trena.....	25
Figura 8 - Medidas dos Blocos Cerâmicos.....	25
Figura 9 - Área Bruta X Área Líquida dos Blocos Cerâmicos.....	27
Figura 10 - Medidas dos Blocos de Concreto.....	29
Figura 11 - Área Bruta X Área Líquida dos Blocos de Concreto .....	31
Figura 12 - Medidas do Bloco Solo-Cimento.....	32
Figura 13 - Distâncias entre os furos e as extremidades dos Blocos Solo-Cimento .	34
Figura 14 - Distância entre os furos dos Blocos Solo-Cimento .....	34
Figura 15 - Tensão de compressão média dos blocos ceramicos e de concreto .....	35
Figura 16 - Tensão de compressão média dos blocos solo-cimento.....	36

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Designação por classe, largura dos blocos e espessura mínima das paredes dos blocos de concreto.....	21
Tabela 2 - Medidas dos diâmetros dos furos dos blocos cerâmicos. ....	26
Tabela 3 - Medidas de comprimento, altura e largura dos blocos cerâmicos.....	27
Tabela 4 - Percentual de Área Líquida dos Blocos Cerâmicos. ....	28
Tabela 5 - Medidas das paredes dos blocos de concreto .....	29
Tabela 6 - Medidas de comprimento, altura e largura dos blocos de concreto .....	30
Tabela 7 - Medidas das distâncias entre as paredes dos blocos de concreto .....	30
Tabela 8 - Percentual de área líquida dos blocos de concreto.....	31
Tabela 9 - Medidas dos blocos solo-cimento .....	33
Tabela 10 - Preços dos blocos.....	36
Tabela 11 - Quantidade e custo de aquisição dos blocos para construir 100m <sup>2</sup> .....	37
Tabela 12 - Quantidade, custo de aquisição dos blocos, custo de revestimento e custo total para construir 100m <sup>2</sup> .....	37

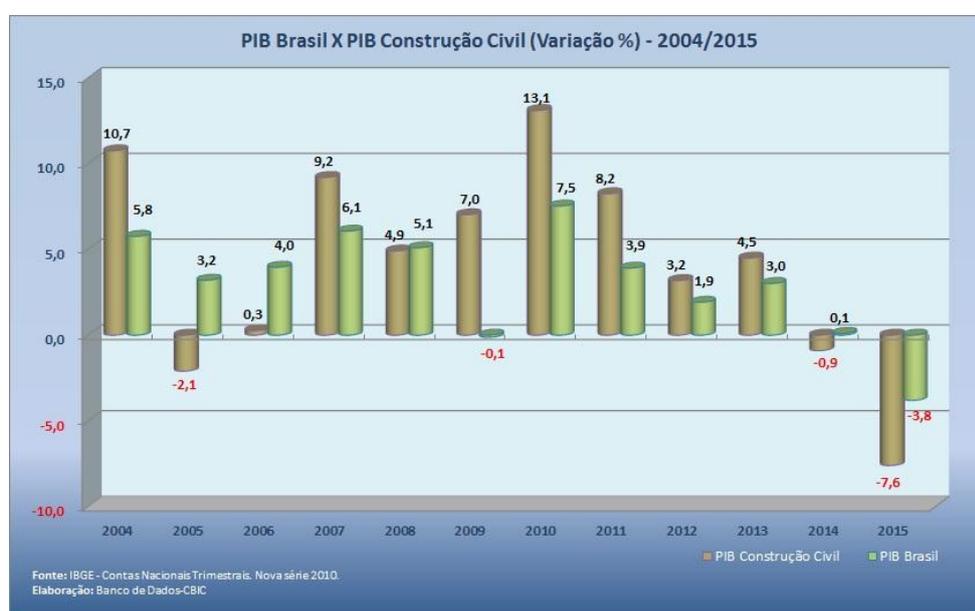
## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>11</b>
<b>2. JUSTIFICATIVA.....</b>	<b>12</b>
<b>3. OBJETIVOS .....</b>	<b>13</b>
<b>3.1 GERAL .....</b>	<b>13</b>
<b>3.2 ESPECÍFICOS .....</b>	<b>13</b>
<b>4. METODOLOGIA.....</b>	<b>14</b>
<b>5. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....</b>	<b>14</b>
<b>5.1 SISTEMAS CONSTRUTIVOS.....</b>	<b>14</b>
5.1.1 Alvenaria de vedação .....	15
5.1.2 Alvenaria Estrutural .....	16
<b>5.2 BLOCO CERÂMICO .....</b>	<b>17</b>
<b>5.3 BLOCO DE CONCRETO .....</b>	<b>19</b>
<b>5.4 BLOCO SOLO-CIMENTO .....</b>	<b>22</b>
<b>6. ANÁLISE DOS BLOCOS .....</b>	<b>24</b>
<b>6.1 BLOCO CERÂMICO .....</b>	<b>25</b>
<b>6.2 BLOCO DE CONCRETO .....</b>	<b>28</b>
<b>6.3 BLOCO SOLO-CIMENTO.....</b>	<b>32</b>
<b>7. TENSÃO DE COMPRESSÃO MÉDIA.....</b>	<b>35</b>
<b>8. ANÁLISE CUSTO-BENEFÍCIO .....</b>	<b>36</b>
<b>9. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>38</b>
<b>10. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>39</b>

## 1. INTRODUÇÃO

Segundo o Sindicato da Construção Civil de Minas Gerais (SINDUSCON-MG, 2014) o crescimento do setor da construção civil na última década foi de 52,10%, o que representa um crescimento anual de 4,28%. Porém o que se nota atualmente é uma redução de crescimento advinda substancialmente da crise econômica do país. A Figura 01 demonstra o Produto Interno Bruto (PIB) do Brasil em comparação ao PIB do setor da Construção Civil, nos anos de 2004 a 2015.

**Figura 1 - PIB Brasil x PIB Construção Civil**



**Fonte: Banco de Dados CBIC**

Na Região do Cariri cearense, o setor da construção civil é um dos que mais emprega, ficando atrás apenas do comércio, de serviços e da indústria. Com as baixas de empregos que ocorreram no começo do ano de 2015, a alta especulação no setor arrefeceu, não fazendo com que tivesse um impacto maior (Jornal Diário do Nordeste: Cariri Regional, 2015).

Segundo a superintendente do Sinduscon, no Cariri, Patrícia Neri Coelho, esta etapa requer maturidade:

É um momento de se reinventar para atender a uma demanda reprimida. Esse ano e o próximo serão de uma seletividade

natural e ficam no mercado os mais comprometidos, com seriedade e compromisso (Jornal Diário do Nordeste: Cariri Regional, 2015)

Tendo em vista esse cenário, os estudos que buscam materiais alternativos, assim como novos métodos para a construção civil, são de suma importância. Reduzir gastos com desperdícios, aumentar a produtividade nas obras e adotar materiais com menor custo e menos impacto ambiental são mudanças necessárias para a efetivação de uma nova fase da indústria da construção civil.

Muitos quesitos devem ser avaliados antes de escolher o tipo de bloco que será utilizado em uma obra. Além do preço, outros aspectos importantes devem ser lembrados, como o isolamento térmico e acústico oferecido, os gastos com argamassa, mão de obra e material de reboco e a carga que conseguem suportar. Pois a escolha do bloco afeta diretamente na qualidade final da construção.

O interesse pelo tema Estudo Comparativo entre Blocos cerâmicos, Blocos de concreto e Blocos solo-cimento para levantamento de alvenaria veio da crescente necessidade de aperfeiçoamento das técnicas aplicadas na construção civil. Com base nisso, esse trabalho busca mostrar um estudo comparativo de aspectos econômicos e construtivos entre blocos para o levantamento de alvenaria.

Para analisar de perto as especificações, foram realizados testes de resistência, comparação das especificações técnicas e análise do melhor custo-benefício entre os blocos, resultando numa análise comparativa de eficiência entre eles, conforme veremos no decorrer deste trabalho.

## **2. JUSTIFICATIVA**

Em decorrência da crise estabelecida no país nos últimos anos, o setor da construção civil passa por um desaceleramento de suas atividades. A identificação de soluções viáveis de materiais que tragam maior rendimento, economia e mínimo impacto ambiental é de grande importância para a sustentação da indústria da construção civil frente ao cenário atual.

O sistema construtivo tradicional por mais que tenha sido aperfeiçoado e modificado no decorrer do tempo, ainda necessita de maiores explicações sobre os aspectos que o compõe. É necessário o estudo de métodos que eliminem a baixa produtividade e garanta a qualidade da obra. Sendo assim, busca-se identificar as melhores alternativas de construção e opções de material.

O principal fator para a realização do trabalho foi avaliar se os blocos cerâmicos, de concreto e solo-cimento de uma pequena fábrica e depósito da cidade de Juazeiro do Norte – CE, estão com suas medidas, áreas e distâncias entre as partes que o compõe em comum acordo com o que está estabelecido nas suas respectivas normas regulamentadoras.

Com os resultados obtidos através das verificações de metrologia e análise de dados pode-se ter uma visão coerente da qualidade de blocos ofertados, garantindo a comunidade escolher a melhor opção viável de material para o levantamento de alvenarias, sejam elas de vedação ou estrutural.

Também foi avaliado qual dos blocos oferecia um melhor custo-benefício, com base nas variáveis de preço, quantidade necessária para cobrir determinada área hipotética e as variáveis de conforto térmico e acústico apresentadas no embasamento teórico do presente trabalho.

### **3. OBJETIVOS**

#### **3.1 GERAL**

Analisar de forma comparativa blocos utilizados para levantamento de alvenarias, com foco em demonstrar as vantagens e desvantagens entre os mesmos, visando economizar recursos e identificar a melhor solução para otimização dos sistemas construtivos.

#### **3.2 ESPECÍFICOS**

3.2.1 Definir e especificar os blocos cerâmicos, de concreto e de solo-cimento;

3.2.2 Determinar a área bruta e a área líquida dos blocos cerâmicos e de concreto, e as distâncias dos furos dos blocos solo-cimento;

3.2.3 Fazer um comparativo entre os blocos medidos e as especificações fixadas nas normas regulamentadoras;

3.2.4 Identificar a relação custo-benefício dos blocos estudados.

#### **4. METODOLOGIA**

Este trabalho desenvolveu um estudo avaliativo entre três tipos de blocos utilizados na construção: bloco cerâmico, bloco de concreto e bloco solo-cimento, onde se verificou o percentual de Área Líquida dos blocos cerâmicos e de concreto, a distância entre os furos dos blocos solo-cimento, e ainda a distância entre estes e as extremidades. Também se verificou qual tipo de bloco oferecia melhor custo-benefício. Tais informações foram analisadas a partir de referencial teórico obtido por meio de pesquisa bibliográfica, principalmente em meio virtual.

Para a realização do trabalho foram utilizados dois instrumentos de coleta de dados: o paquímetro e a trena. Procurou-se investigar de forma precisa se os blocos cerâmico, de concreto e solo-cimento, comercializados por uma pequena fábrica e depósito de blocos da cidade de Juazeiro do Norte – CE, está de acordo com as especificações das normas reguladoras.

#### **5. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

##### **5.1 SISTEMAS CONSTRUTIVOS**

Segundo o dicionário Aurélio, sistema é um conjunto de meios e processos empregados para alcançar determinado fim.

Sistema construtivo é um processo construtivo de elevado nível de industrialização e de organização, constituído por um conjunto de elementos e componentes inter-relacionados e completamente integrado pelo processo. (Camacho, 2001)

O sistema construtivo é uma premissa muito importante a ser definida em uma obra, é a partir dele que serão desenvolvidos os demais projetos da obra, a exemplo do projeto estrutural, do projeto arquitetônico e do orçamento. Dentre os sistemas construtivos estudados que utilizam blocos podem ser citados os de alvenaria de vedação - sendo considerado um dos mais utilizados, tanto para casa como para apartamentos -, e o de alvenaria estrutural.

### **5.1.1 Alvenaria de vedação**

São denominadas de alvenaria de vedação as montagens de elementos destinados às separações de ambientes; são consideradas apenas de vedação por trabalhar no fechamento de áreas sob estruturas, sendo necessários cuidados básicos para o seu dimensionamento e estabilidade (NASCIMENTO, 2004).

A alvenaria de vedação é definida como a alvenaria que não é dimensionada para resistir às ações além do peso próprio. Esta vedação vertical protege o edifício de agentes externos como chuvas e ventos, além de dividir ambientes internos promovendo segurança e conforto dentro de um sistema estruturado. Este processo de fechamento de vãos de paredes é utilizado na maioria das edificações (THOMAZ, 2001).

O termo “Alvenaria de Vedação” classifica as paredes que funcionam como divisórias e que não representam vínculos estruturais com as estruturas periféricas. Porém, no Brasil e em outros países com modelos construtivos menos evoluídos tecnologicamente, geralmente as alvenarias apresentam vínculos estruturais com a estrutura periférica apesar destas não estarem dimensionadas para este fim (NASCIMENTO, 2004).

Na construção de uma casa em alvenaria de vedação, utiliza-se essencialmente tijolos cerâmicos ou de concreto, que exercem função de dividir os ambientes, não tendo função estrutural, sendo necessário a criação de vigas e pilares composta por vergalhões de ferro amarrado e preenchidos com concreto a base de brita, areia grossa e cimento, como forma de criar uma estrutura de sustentação (IBDA, 2015).

As principais vantagens da aplicação deste modelo (UNAMA, 2009) são:

- Os materiais podem ser encontrados em qualquer loja de construção;
- Custo relativamente barato;
- Grande disponibilidade de mão de obra;
- Aceita por todas as modalidades de financiamento imobiliário;

Mas, como todo tipo de sistema construtivo, existem algumas desvantagens (UNAMA, 2009):

- Tempo de construção alto;
- Possibilidade de surgimento de patologias como trincas e fissuras, após concluída a edificação;
- A edificação pode ficar com paredes tortas ou fora de esquadro;
- Grande utilização de madeiramento para pilares, vigas, vergas e lajes;
- Alta geração de entulho;

### **5.1.2 Alvenaria Estrutural**

A alvenaria estrutural é uma evolução da aplicação tijolos de cerâmica e concreto, pois toda a parte estrutural como os vigamentos, vergas e pilares, está embutido dentro das cavidades dos tijolos, ajudando na diminuição de custos e tempo. Sua aplicação deve ser acompanhada por um profissional qualificado que tenha experiência no uso deste sistema construtivo, evitando problemas no decorrer da obra (IBDA, 2015).

A alvenaria estrutural é um sistema construtivo em que se utilizam as paredes da construção para resistir às cargas, em substituição aos pilares e vigas utilizados nos sistemas de concreto armado, aço ou madeira (ROMAN; MUTI; ARAÚJO, 1999).

Os tijolos usados neste sistema construtivo têm propriedades mecânicas de tração e compressão que ajudam na função estrutural da edificação. Os pilares e vigas são passadas pelo interior destes tijolos, em locais pré-determinados pelo engenheiro responsável, ajudando a diminuição significativa de concreto, ferro e madeira (IBDA, 2015).

As principais vantagens (TAVARES, 2011) no emprego deste sistema construtivo são:

- Alta velocidade construtiva;
- Redução de custos com mão de obra;

- Menor gasto com reboco;
- Facilidade no assentamento do revestimento cerâmico;
- Permite um melhor planejamento da obra;
- Criação de projetos modernos e elegantes;
- Coordenação e execução simplificada;
- Liberdade na concepção do projeto arquitetônico;

Algumas desvantagens (TAVARES, 2011) podem ser descritas:

- Dificuldade na superação de grandes vãos;
- Não aplicável em balanços estruturais;
- Não pode ser alterada a estrutura planejada pelos projetos de engenharia e arquitetura;
- Sem improvisação;

## 5.2 BLOCO CERÂMICO

Os blocos cerâmicos são definidos como sendo um componente de alvenaria em forma de um prisma reto, que possui furos prismáticos ou cilíndricos perpendiculares às faces que os contém. A qualidade dos blocos cerâmicos está intimamente relacionada à qualidade das argilas empregadas na fabricação e também ao processo de produção, queimado a elevadas temperaturas (NBR15270-1:2005).

O bloco cerâmico é utilizado como material de construção das mais diversas habitações. A alvenaria feita com bloco cerâmico constitui o método de produção mais antigo e mais utilizado. Os blocos cerâmicos, também conhecidos por tijolos, constituem peças produzidas com a matéria-prima argila, e apresentam coloração avermelhada. No processo de fabricação a queima ocorre a elevadas temperaturas e sua conformação é obtida por meio da extrusão (BARBOSA *et al.*, 2011).

Estes blocos, cujas especificações estão estabelecidas na NBR-15270, são de emprego comum e técnica executiva de domínio público há muitos anos. Obtido a partir da queima de argilas, são facilmente encontrados em qualquer ponto do país, devido, inclusive, à facilidade de fabricação. Possuem variação volumétrica de valores considerados baixos ao absorver ou expelir água, além de baixa densidade e facilidade de manuseio, apresentando, ainda, custo competitivo. Algum inconveniente é observado quanto ao item variação dimensional, por se tratar de corte artesanal e secagem com queima diferenciada. Atualmente, grande parte dos

fabricantes busca certificações para melhoria do desempenho de seus produtos (NASCIMENTO, 2004).

O Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo – IPT, apresenta por meio do Código de Práticas N° 01 (2009) as definições acerca dos blocos cerâmicos, as quais estão apresentadas na figura abaixo:

**Figura 2 - Classificação dos Blocos Cerâmicos**

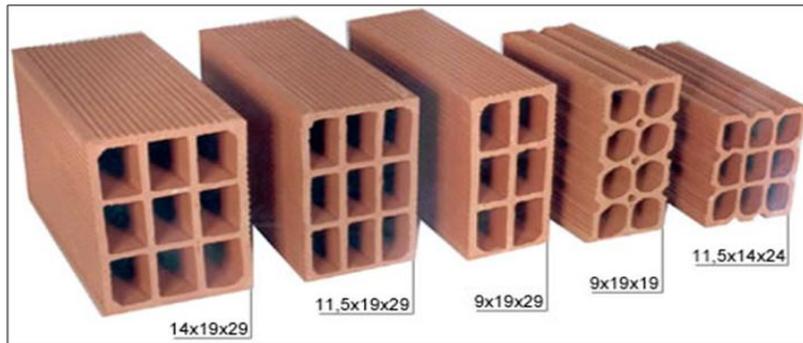
Classificação dos Blocos Cerâmicos	
Bloco cerâmico de vedação	Componente vazado, com furos prismáticos perpendiculares às faces que os contêm, que integra alvenarias de vedação intercaladas nos vãos de estruturas de concreto armado, aço ou outros materiais. Normalmente são empregados com os furos dispostos horizontalmente, devendo resistir somente ao peso próprio e a pequenas cargas de ocupação.
Bloco cerâmico estrutural	Componente vazado, com furos prismáticos perpendiculares às faces que os contêm, que integra alvenarias que constituem o arcabouço resistente da construção, sendo normalmente aplicados com os furos dispostos verticalmente. Pode também ser aplicado em alvenarias de vedação.
Bloco cerâmico vazado	Componente de alvenaria fabricado com material cerâmico, com furos posicionados vertical ou horizontalmente, com área útil do material cerâmico não excedendo a 25% da correspondente área bruta da seção.

**Fonte: Código de Práticas N° 01, IPT, 2009**

Os blocos cerâmicos classificam-se em: bloco cerâmico estrutural de paredes vazadas; bloco cerâmico estrutural com paredes maciças; bloco cerâmico estrutural com paredes maciças (paredes internas vazadas) e bloco cerâmico estrutural perfurado (RIZZATTI *et al*, 2011).

Na maioria dos casos as alvenarias com blocos cerâmicos utilizam o bloco com furo na horizontal. Eles são utilizados para diferentes finalidades, como nas construções das alvenarias de vedação e alvenarias estruturais, e podem ser encontrados em diferentes formas e tamanhos, como visto na Figura 3.

**Figura 3 - Blocos cerâmicos com medidas distintas**



**Fonte: VTN- Rede de Descontos**

Vantagens da Alvenaria em bloco cerâmico de vedação (BARBOSA, 2015):

- Maior resistência à umidade e aos movimentos térmicos;
- Maior resistência à pressão do vento;
- Resistência às infiltrações de água pluvial;
- Segurança para usuários e ocupantes;
- Adequar e dividir ambientes;
- Isolamento térmico e acústico;

Desvantagens da Alvenaria em bloco cerâmico de vedação (BARBOSA, 2015):

- Mão de obra sem qualificação;
- Durante a sua execução quebras e desperdícios de materiais e mão de obra;
- Maior possibilidade de erros durante a execução;
- Aumento do peso próprio das vedações;
- Redução de área útil;
- Cronograma mais oneroso;
- Superfícies irregulares;
- Aparecimento de fissuras e trincas;
- Umidade ascensional;
- Descolamento do revestimento;
- Garantia do serviço em curto prazo;
- Vedação fixa, grande volume de material, sobrecarga nas fundações e estruturas.

### **5.3 BLOCO DE CONCRETO**

De acordo com a FKCOMERCIO (2011) o bloco de concreto é um material que proporciona construções belíssimas e ótimas aplicações funcionais como para vedação, estrutural, térmica e acústica, o que garante popularidade entre os construtores, engenheiros e principalmente arquitetos devido à flexibilidade de

criação para atender projetos de residências, hospitais, escolas, edifícios comerciais e residenciais de médio e alto padrão.

Os materiais utilizados na fabricação de blocos de concreto são basicamente: cimento Portland, agregados graúdo e miúdo, e água. Dependendo de requisitos específicos, a dosagem do concreto poderá também empregar outros componentes, tais como adições minerais, pigmentos, aditivos, etc. Os materiais constituintes do bloco de concreto devem ser especificados e utilizados de acordo com suas propriedades, para que o produto final esteja em conformidade com as metas projetadas. (FILHO, 2007)

O bloco de concreto, por se constituir de um material poroso, é susceptível a variações volumétricas em função da umidade e das variações térmicas. Frente a oscilações da temperatura, os materiais constituintes das alvenarias apresentarão diferentes variações dimensionais. (FILHO, 2007)

O bloco de concreto possui um material resistente, é duradouro, dispensa revestimento e possui como principais componentes o cimento e a brita.

Os blocos de concreto, especificados de acordo com a norma ABNT NBR 6136, devem atender, quanto a seu uso, às classes descritas a seguir:

- a) Classe A – Com função estrutural, para uso em elementos de alvenaria acima ou abaixo do nível do solo;
- b) Classe B – Com função estrutural, para uso em elementos de alvenaria acima do nível do solo;
- c) Classe C – Com função estrutural, para uso em elementos de alvenaria acima do nível do solo;
- d) Classe D – Sem função estrutural, para uso em elementos de alvenaria acima do nível do solo.

Ainda de acordo com a NBR 6136:2014 existem as especificações de largura e espessura mínima das paredes dos blocos, como mostrado a seguir:

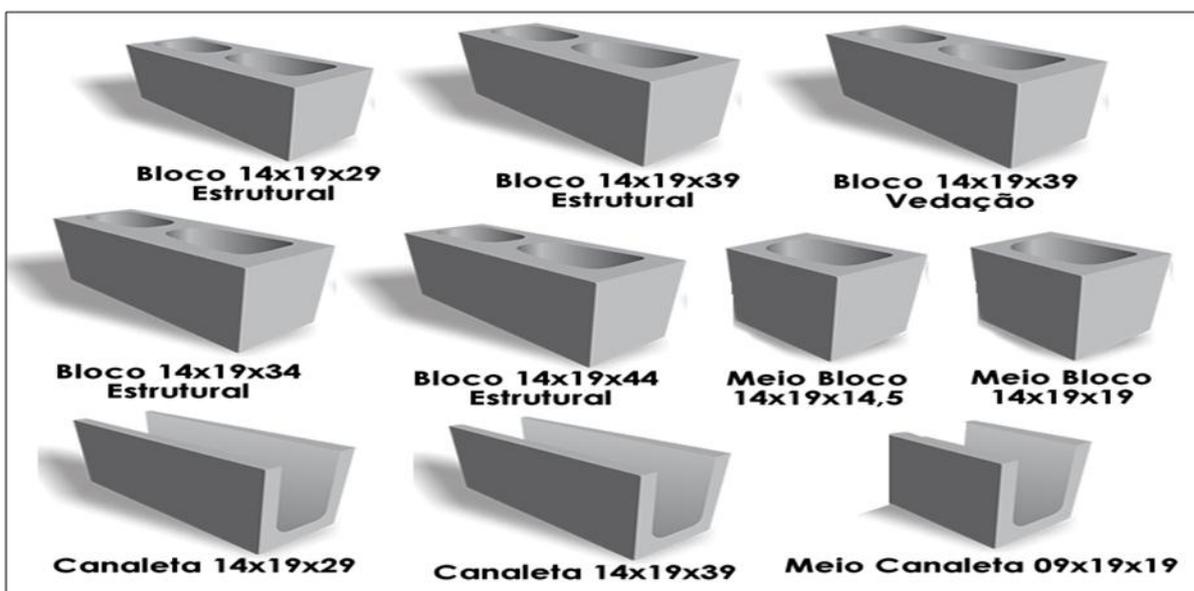
**Tabela 1- Designação por classe, largura dos blocos e espessura mínima das paredes dos blocos de concreto.**

Designação por classe, largura dos blocos e espessura mínima das paredes dos blocos				
Classe	Largura nominal mm	Paredes longitudinais mm	Paredes transversais	
			Paredes mm	Espessura equivalente mm/m
A	190	32	25	188
	140	25	25	188
B	190	32	25	188
	140	25	25	188
C	190	18	18	135
	140	18	18	135

Fonte: NBR 6136:2014

Existem diferentes tipos de blocos de concreto que são apresentados na figura a seguir:

**Figura 4 - Medidas dos diferentes tipos de blocos de concreto.**



Fonte: Iporã Blocos

O Instituto Brasileiro de Desenvolvimento da Arquitetura (IBDA, 2015) apresenta as seguintes vantagens do bloco de concreto:

- Apresenta custo menor que o tijolo;
- Permite resultados esteticamente modernos;
- Facilidade para as instalações;
- Demanda menor tempo de assentamento e revestimento, economizando mão-de-obra;
- Apresentam melhor acabamento e são mais uniformes.

Em contrapartida, podem ser citados como desvantagens do bloco de concreto (IBDA, 2015):

- Não permitem o corte quando utilizado em alvenarias;
- Não têm um bom desempenho de isolamento acústico e térmico, como apresenta o tijolo convencional;
- Apresenta dificuldade de encunhamento nas faces inferiores das vigas e lajes.

#### **5.4 BLOCO SOLO-CIMENTO**

A técnica do solo-cimento consiste na mistura de solo, cimento e água, compactados em forma de tijolos, blocos ou paredes monolíticas. Este sistema de construção pode minimizar danos ambientais, baratear a fabricação e dar mais agilidade às obras. O solo cimento, desde que bem executado, suporta grandes cargas de compressão e possui boa durabilidade (TELLI, 2014).

De acordo com a NBR 12024 o bloco solo-cimento é um produto endurecido, resultante da cura de uma mistura íntima compactada de solo, cimento e água, em proporções estabelecidas através de dosagem executada conforme a NBR 12253.

Para a produção dos blocos de solo-cimento, o solo arenoso é o mais indicado (teor de areia superior a 50% e de argila entre 20 e 30%). O solo não deve ser retirado de camadas superficiais, pois esse pode conter excesso de matéria orgânica, o que compromete a resistência dos blocos (TELLI, 2014).

No Brasil existem diversos tipos de blocos solo-cimento com diferentes tamanhos e modelos. A seguir algumas especificações:

**Figura 5 - Tipos e dimensões dos tijolos solo-cimento produzidos no Brasil.**

<b>Tipo</b>	<b>Dimensões</b>	<b>Características</b>
Maciço comum	5 x 10 x 20 cm. 5 x 10 x 21 cm.	Assentamento com consumo de argamassa similar dos tijolos maciços comuns.
Maciço com encaixes	5 x 10 x 21 cm. 5 x 11 x 23 cm.	Assentamento com encaixes com baixo consumo de argamassa
½ tijolo com encaixes	5 x 10 x 10,5 cm. 5 x 11 x 11,5 cm.	Elemento produzido para que não haja quebras na formação dos aparelhos com juntas desencontradas
Tijolos com dois furos e encaixes	5 x 10 x 20 cm. 6,25 x 12,5 x 25 cm. 7,5 x 15 x 30 cm.	Assentamento a seco, com cola branca ou argamassa bem plástica. Tubulações passam pelos furos verticais.
½ tijolo com furo e encaixe	5 x 10 x 10 cm. 6,25 x 12,5 x 12,5 cm. 7,5 x 15 x 15 cm.	Elemento produzido para acertar os aparelhos, sem a necessidade de quebras.
Canaletas – vide foto 1	5 x 10 x 20 cm. 6,25 x 12,5 x 25 cm. 7,5 x 15 x 30 cm.	Elemento empregado para execução de vergas, reforços estruturais, cintas de amarração e passagens de tubulações horizontais.

**Fonte: Pisani, 2011**

As principais vantagens do bloco solo cimento são (ABCP, 1985):

- Economia relacionada à disponibilidade do solo: uso intenso de material local reduzindo custos com transporte, importação de materiais e fabricação;
- Potencial social: alocação de recursos humanos locais na fabricação de blocos ou painéis monolíticos;
- Obtenção de material com resistência à compressão simples de até 5MPa, com pequenas quantidades de cimento;
- Elevada durabilidade verificada em testes de desgaste por ciclagem seca e úmida, em consequência de uma menor permeabilidade;
- A absorção e a perda de umidade do material não causam variações volumétricas consideráveis;
- O material não se deteriora quando submerso em água;
- Conforto térmico devido a não utilização de materiais térmico-condutivos e a boa entropia do material;
- Ecologicamente correto: redução no consumo de energia elétrica pela minimização de uso de material cozido ou derrubada de árvores, evitando a liberação de gases poluentes ao meio ambiente;
- Dispensa do revestimento, reduzindo o tempo de execução da obra.

Algumas desvantagens (FRAGMAQ, 2014) são:

- Requer pedreiro qualificado, com conhecimento da técnica de aplicação.

- Apesar de funcionar perfeitamente bem em climas secos, os tijolos ecológicos, quando aplicados em locais de climas úmidos ou de maior exposição à umidade, ainda não é totalmente indicado.

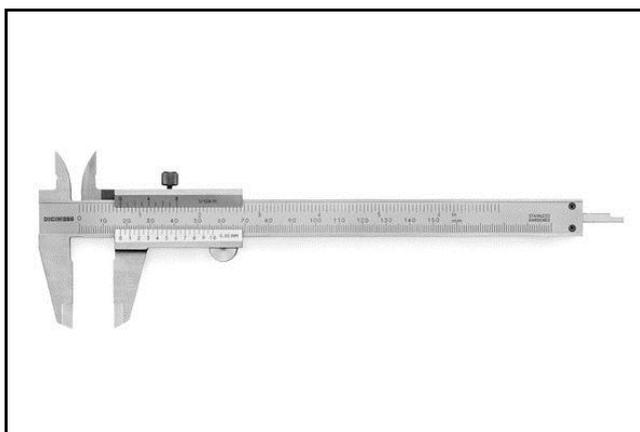
## 6. ANÁLISE DOS BLOCOS

Para a realização da metrologia e análise de dados foi escolhido uma pequena fábrica de blocos de concreto e um depósito de tijolos localizados na cidade de Juazeiro do Norte-CE. Tendo escolhido o local, selecionou-se, de forma aleatória uma amostra de 5 (cinco) blocos de cada tipo para a realização das medições, sendo medido 1 (um) bloco a cada 20 (vinte) blocos produzidos.

Foram utilizados dois instrumentos de medição, o paquímetro para medir as espessuras das paredes dos blocos (Figura 7), e a trena para medir o comprimento, a altura e a largura (Figura 8).

Em termos rudimentares, o paquímetro é um instrumento que permite medirmos a distância entre dois pontos opostos. Em termos práticos é um dos mais populares instrumentos que possibilita determinarmos a distância entre dois pontos, fornecendo leituras com décimos de milímetro (KASCHNY, 2008).

**Figura 6 - Paquímetro**



**Fonte: ferramentageral.com.br/**

A trena, por sua vez, é um instrumento de medição constituído por uma fita de aço, fibra ou tecido, graduada em uma ou em ambas as faces, no sistema métrico e/ou no sistema inglês, ao longo de seu comprimento, com traços transversais.

**Figura 7 - Trena.**



Fonte: ferramentageral.com.br/

### **6.1 BLOCO CERÂMICO**

Os blocos selecionados devem apresentar Área Líquida igual ou inferior a 75% da área bruta do bloco, como estabelece a NBR 15270-1:2005.

**Figura 8 - Medidas dos Blocos Cerâmicos**



Fonte: o próprio autor (2016)

Foram realizadas medições (Figura 9) dos diâmetros dos furos do bloco (D1; D2; D3; D4; D5; D6; D7; D8; D9; D10 E D11), do comprimento (C), da altura (H) e da largura (L).

Para o cálculo da área bruta, usamos os valores do comprimento (C), altura (H) e largura (L):

$$1. \text{Área Bruta: } 2CH + 2LH + 2LC$$

A Área dos Vazios é calculada multiplicando o valor da altura pelo somatório dos valores dos diâmetros dos blocos.

$$2. \text{Área dos Vazios: } 2 \times (D1 + D2 + D3 + D4 + D5 + D6 + D7 + D8 + D9 + D10 + D11)$$

A Área Líquida é obtida subtraindo a Área Bruta da Área dos Vazios:

$$3. \text{Área Líquida} = \text{Área Bruta (1)} - \text{Área dos Vazios (2)}$$

As tabelas abaixo apresentam os valores das medidas realizadas numa amostra de 5 (cinco) blocos:

**Tabela 2 - Medidas dos diâmetros dos furos dos blocos cerâmicos.**

<b>Diâmetro</b>	<b>Bloco 1</b>	<b>Bloco 2</b>	<b>Bloco 3</b>	<b>Bloco 4</b>	<b>Bloco 5</b>
<b>1</b>	30,82	32,1	30,8	29,8	31,1
<b>2</b>	29,24	31,8	32	31,8	30,9
<b>3</b>	31,2	31,4	31	29,4	30,8
<b>4</b>	30,56	30,6	30,5	30	32
<b>5</b>	29,8	31,1	31,1	31,1	31,5
<b>6</b>	31	31,2	31,2	29,8	30,5
<b>7</b>	30,75	30,8	30,5	30,6	31
<b>8</b>	30,6	32	39,7	30,2	30,7
<b>9</b>	11,25	10,1	9,8	9,5	10,1

<b>Diâmetro</b>	<b>Bloco 1</b>	<b>Bloco 2</b>	<b>Bloco 3</b>	<b>Bloco 4</b>	<b>Bloco 5</b>
<b>10</b>	10,4	10,7	10,6	10	10,4
<b>11</b>	10,2	11,2	10,8	10,8	11

Fonte: o próprio autor (2016)

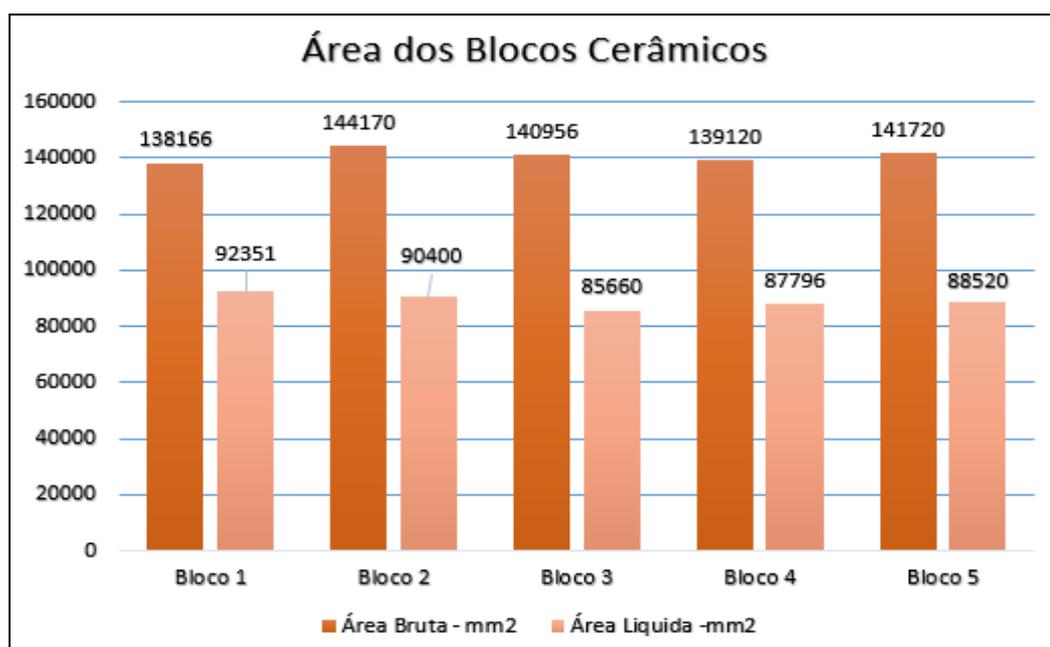
**Tabela 3 - Medidas de comprimento, altura e largura dos blocos cerâmicos.**

<b>Blocos</b>	<b>Comprimento (mm)</b>	<b>Altura (mm)</b>	<b>Largura (mm)</b>
<b>1</b>	190	187	89
<b>2</b>	195	190	91
<b>3</b>	190	192	89
<b>4</b>	188	188	91
<b>5</b>	192	190	90

Fonte: o próprio autor (2016)

A figura 9 apresenta o comparativo entre a Área Bruta e a Área Líquida dos 5 (cinco) blocos.

**Figura 9 - Área Bruta X Área Líquida dos Blocos Cerâmicos.**



Fonte: o próprio autor (2016)

Com os valores acima apresentados é possível calcular a porcentagem de Área Líquida em cada um dos blocos, e, assim, verificar se estão de acordo com a NBR 15270-1:2005, que estabelece que os blocos cerâmicos para alvenaria de vedação devem apresentar área líquida igual ou inferior a 75% da área bruta. A tabela abaixo apresenta o percentual de área líquida dos cinco blocos avaliados.

**Tabela 4 - Percentual de Área Líquida dos Blocos Cerâmicos.**

<b>Blocos</b>	<b>Percentual de Área Líquida (%)</b>
<b>1</b>	67
<b>2</b>	63
<b>3</b>	61
<b>4</b>	63
<b>5</b>	62

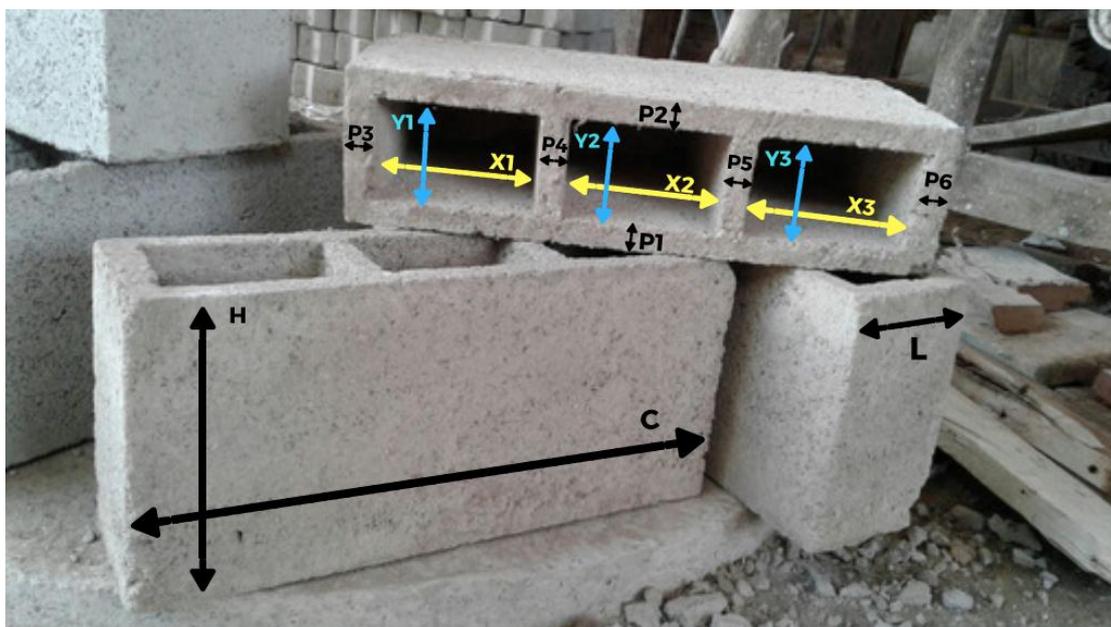
**Fonte: o próprio autor (2016)**

Como todos os blocos apresentaram Área Líquida menor que 75% da Área Bruta, então eles estão de acordo com a NBR 15270-1:2005, e são classificados como blocos cerâmicos para alvenaria de vedação.

## **6.2 BLOCO DE CONCRETO**

Os Blocos analisados devem estar de acordo com a NBR 6136:2014, que define Bloco Vazado de Concreto Simples, como sendo um componente para execução de alvenaria, com ou sem função estrutural, vazado nas faces superior e inferior, cuja área líquida é igual ou inferior a 75% da área bruta.

**Figura 10 - Medidas dos Blocos de Concreto.**



**Fonte: o próprio autor (2016)**

Foram realizadas medições das paredes do bloco (P1; P2; P3; P4; P5 e P6), das distâncias entre elas (X1; X2; X3; Y1; Y2 e Y3), do comprimento (C), da altura (H) e da largura (L) externas (Figura 7).

As tabelas abaixo apresentam os valores das medidas realizadas numa amostra de 5 (cinco) blocos:

**Tabela 5 - Medidas das paredes dos blocos de concreto**

Blocos	P1 (mm)	P2 (mm)	P3 (mm)	P4 (mm)	P5 (mm)	P6 (mm)
1	18,3	18,3	23,55	17,2	18,1	19,9
2	18,3	18,7	20,1	17,45	17,2	23
3	18,05	18,75	22,75	17,35	17,9	19,65
4	19,1	18,2	21,3	18,05	18,95	24,65
5	18,55	18,7	22,6	17,55	18,4	22,85

**Fonte: O próprio autor (2016)**

**Tabela 6 - Medidas de comprimento, altura e largura dos blocos de concreto**

Blocos	Comprimento (mm)	Altura (mm)	Largura (mm)
1	380	180	75
2	380	185	80
3	380	180	80
4	380	180	75
5	380	175	80

**Fonte: O próprio autor (2016)**

**Tabela 7 - Medidas das distâncias entre as paredes dos blocos de concreto**

Blocos	X1 (mm)	X2 (mm)	X3 (mm)	Y1 (mm)	Y2(mm)	Y3 (mm)
1	99,25	100,55	102,7	38,4	38,4	38,4
2	102,7	101,5	99,35	43	43	43
3	99,35	99,55	100	43,2	43,2	43,2
4	100,35	100,15	100,2	37,7	37,7	37,7
5	99,4	100,2	99,75	42,75	42,75	42,75

**Fonte: O próprio autor (2016)**

Para o cálculo da área bruta, usamos os valores do comprimento (C), altura (H) e largura (L):

$$1. \text{ Área Bruta: } 2CH + 2LH + 2LC$$

A Área dos Vazios é calculada multiplicando os valores das distâncias entre as paredes dos blocos (X1; X2; X3; Y1; Y2 e Y3) pelos valores das alturas das paredes internas (H1; H2 e H3), que é obtido subtraindo da altura (H) os valores da espessura da base do bloco.

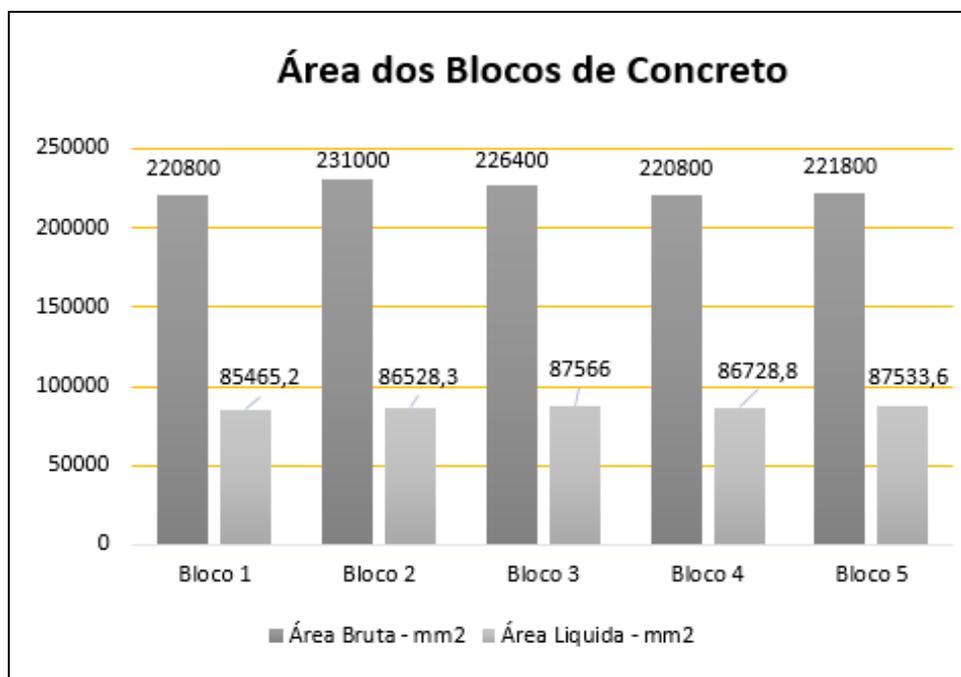
$$2. \text{ Área dos Vazios: } 2X1H1 + 2Y1H1 \\ 2X2H2 + 2Y2H2 \\ 2X3H3 + 2Y3H3$$

A Área Líquida é obtida subtraindo a Área Bruta da Área dos Vazios:

$$3. \text{ Área Líquida = Área Bruta (1) – Área dos Vazios (2)}$$

A figura 11 apresenta o comparativo entre a Área Bruta e a Área Líquida dos 5 (cinco) blocos.

**Figura 11 - Área Bruta X Área Líquida dos Blocos de Concreto**



**Fonte: o próprio autor (2016)**

Com os valores acima apresentados é possível calcular a porcentagem de Área Líquida em cada um dos blocos, e assim verificar se estão de acordo com a NBR 6136:2014, que estabelece que os blocos vazados de concreto simples devem apresentar área líquida igual ou inferior a 75% da área bruta. A tabela abaixo apresenta o percentual de área líquida dos cinco blocos avaliados.

**Tabela 8 - Percentual de área líquida dos blocos de concreto**

Blocos	Percentual de Área Líquida (%)
1	39
2	37
3	39
4	39
5	39

**Fonte: o próprio autor (2016)**

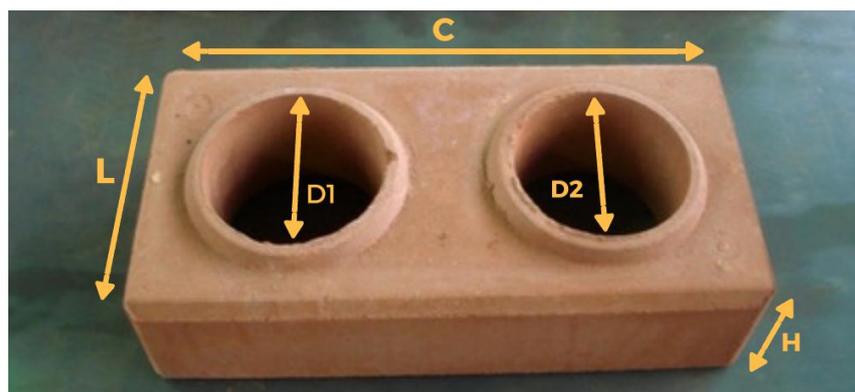
Como todos os blocos apresentaram Área Líquida menor que 75% da Área Bruta estão de acordo com a NBR 6136:2014, e são classificados como blocos vazados de concreto simples.

### 6.3 BLOCO SOLO-CIMENTO

Os Blocos analisados devem estar de acordo com a NBR 8491:2012, que estabelece a distância entre os furos e a extremidade do bloco, a distância entre os dois furos, as dimensões de comprimento, altura e largura.

Esta Norma estabelece tolerância máxima de mais ou menos de 1 mm nos valores do comprimento, da largura e da altura dos blocos. A distância dos furos até as extremidades não deve ser inferior a 25 mm e a distância entre os furos deve ser igual ou superior a 50 mm.

**Figura 12 - Medidas do Bloco Solo-Cimento**



**Fonte: [chacararecantodosol.bpg.com.br](http://chacararecantodosol.bpg.com.br)**

Foram realizadas medições (Figura 13) dos diâmetros dos furos dos blocos (D1 e D2), do comprimento (C), da altura (H) e da largura (L).

A tabela abaixo apresenta os valores das medidas realizadas numa amostra de 5 (cinco) blocos.

**Tabela 9 - Medidas dos blocos solo-cimento**

<b>Blocos</b>	<b>Diâmetro 1 (mm)</b>	<b>Diâmetro 2 (mm)</b>	<b>Comprimento (mm)</b>	<b>Altura (mm)</b>	<b>Largura (mm)</b>
<b>1</b>	68,1	68,3	241	71	120
<b>2</b>	69,8	69	240	70	121
<b>3</b>	68,7	68,9	239	70	120
<b>4</b>	69,2	70,4	240	69	120
<b>5</b>	68,5	68,8	240	70	121

**Fonte: o próprio autor (2016)**

Para o cálculo da distância entre os furos e as extremidades do bloco (DE) é necessário subtrair os valores dos diâmetros (D1 e D2) na largura do bloco (L) e em seguida dividir por 2.

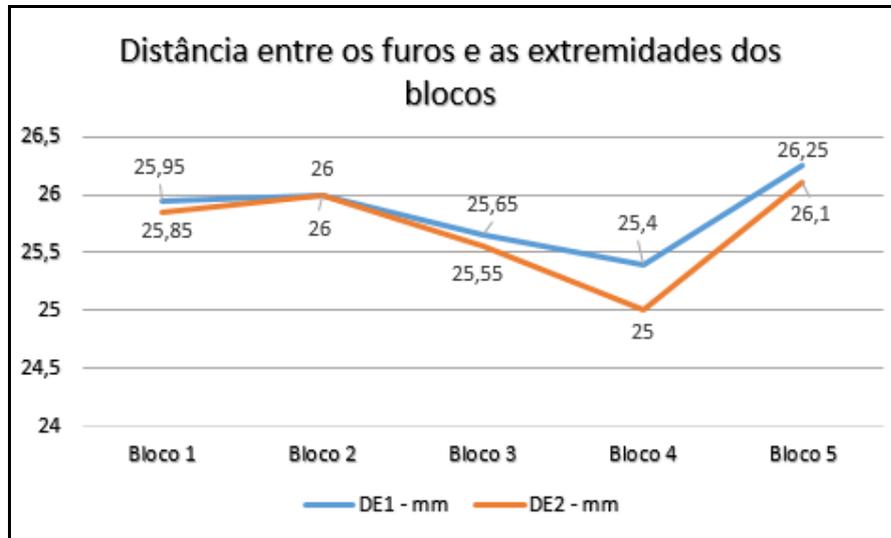
$$1. DE1 = L - D1 / 2; DE2 = L - D2$$

A Distância entre os furos (DF) é obtida subtraindo do comprimento do bloco, o valor da somatória dos diâmetros e das distâncias dos furos até as extremidades.

$$2. DF = C - (D1 + DE1 + D2 + DE2)$$

A figura 13 apresenta os valores das distâncias entre os furos e as extremidades dos blocos.

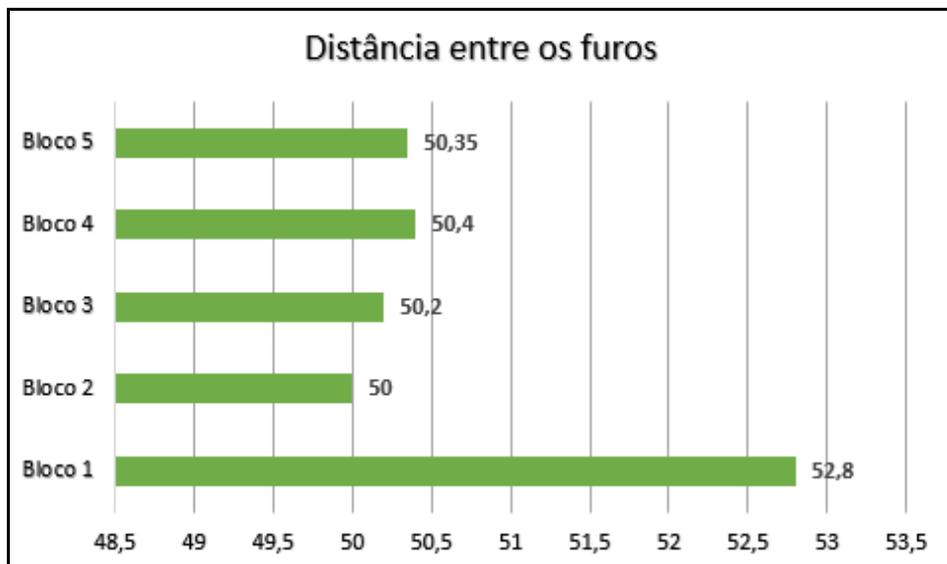
**Figura 13 - Distâncias entre os furos e as extremidades dos Blocos Solo-Cimento**



Fonte: o próprio autor (2016)

A figura 14 apresenta as distâncias entre os dois furos nos cinco blocos analisados.

**Figura 14 - Distância entre os furos dos Blocos Solo-Cimento**



Fonte: o próprio autor (2016)

Como os blocos apresentaram distâncias entre furos e extremidades maiores que 25 mm e distância entre os dois furos igual e superior a 50 mm, estão de acordo com os requisitos firmados pela NBR 8491:2012.

## 7. TENSÃO DE COMPRESSÃO MÉDIA

Os valores das resistências à tensão de compressão influenciam diretamente na escolha de qual bloco usar nas mais distintas construções. Com base no trabalho de análise comparativa dos blocos de solo-cimento, de concreto e cerâmicos utilizados na construção civil brasileira, realizado por Magalhães (2010) verifica-se que os blocos cerâmicos apresentam maior resistência a tensão de compressão. As figuras 15 e 16 mostram as médias dos resultados dos testes realizados pela autora.

Figura 15 - Tensão de compressão média dos blocos cerâmicos e de concreto

cp's	Tensão de compressão Média	
	BLOCOS CERÁMICOS	BLOCOS DE CONCRETO
MG	4,6	4,1
RJ	4,8	4,4
SP	4,6	4,5
MÉDIA	4,7	4,3

Fonte: Magalhães, 2010

**Figura 16 - Tensão de compressão média dos blocos solo-cimento**

<i>Média dos cp's</i>	<i>Tensão de compressão Média (Mpa)</i>
<i>A</i>	3,2
<i>B</i>	4,4
<i>C</i>	2,6
<i>D</i>	4,1

Sendo:

A = Resultados da pesquisa 1 (Albuquerque et al., 2006, p.02)  
B = Resultados da pesquisa 2 (Assis et al., 2002, p.22)  
C = Resultados de pesquisa 3 (Lima et al., 2009, p. 8)  
D = Resultados dos ensaios deste trabalho

**Fonte: Magalhães, 2010**

## **8. ANÁLISE CUSTO-BENEFÍCIO**

Foram coletados os preços dos blocos: cerâmico 09x19x19cm, concreto 14x19x39 e solo-cimento 30x15x7,5 em cinco lojas virtuais de materiais de construção. Com base nos dados coletados foi calculado a média aritmética dos valores para determinar o preço médio destes blocos no mercado. A tabela abaixo apresenta os valores coletados.

**Tabela 10 - Preços dos blocos**

<b>Tipo de Bloco</b>	<b>Loja 1</b>	<b>Loja 2</b>	<b>Loja 3</b>	<b>Loja 4</b>	<b>Loja 5</b>	<b>Média</b>
<b>Bloco Cerâmico</b>	R\$ 0,76	R\$ 0,77	R\$ 0,93	R\$ 0,46	R\$ 1,29	R\$ 0,84
<b>Bloco de concreto</b>	R\$ 1,65	R\$ 1,80	R\$ 1,69	R\$ 1,20	R\$ 1,10	R\$ 1,49
<b>Bloco solo-cimento</b>	R\$ 1,25	R\$ 1,00	R\$ 1,10	R\$ 1,00	R\$ 1,46	R\$ 1,16

**Fonte: o próprio autor (2016)**

Supondo que uma determinada construção terá 100 m<sup>2</sup> de construção com blocos de vedação temos os seguintes valores médios para a compra de cada um dos três tipos de blocos:

**Tabela 11 - Quantidade e custo de aquisição dos blocos para construir 100m<sup>2</sup>**

<b>Tipo de bloco</b>	<b>Quantidade necessária</b>	<b>Custo</b>
<b>Bloco cerâmico</b>	2.770	R\$ 2.326,87
<b>Bloco de concreto</b>	1.350	R\$ 2.011,00
<b>Bloco solo-cimento</b>	4.444	R\$ 5.155,00

**Fonte: o próprio autor (2016)**

Os blocos solo-cimento, por si só, não necessitam de revestimentos. Já no uso de blocos cerâmico e de concreto tem-se gastos adicionais com camadas de revestimento. Os dois procedimentos mais utilizados e seus respectivos custos são apresentados abaixo:

1. Chapisco c/ argamassa de cimento e areia s/ peneirar traço 1:3 Esp.= 5mm P/ parede: R\$ 4,64 (SEINFRA, 2016).
2. Reboco c/argamassa de cal em pasta e areia peneirada traço 1:3 esp.= 5mm p/parede: R\$ 16,19 (SEINFRA, 2016).

Somando-se os dois valores temos um total de R\$ 20,83. Este último multiplicado pela área de 100 m<sup>2</sup> da construção hipotética acima apresentada, resulta no valor de R\$ 2.083,00. A nova tabela é formada por:

**Tabela 12 - Quantidade, custo de aquisição dos blocos, custo de revestimento e custo total para construir 100m<sup>2</sup>**

<b>Tipo de bloco</b>	<b>Quantidade necessária</b>	<b>Custo da compra dos blocos</b>	<b>Custo do revestimento</b>	<b>Custo total</b>
Bloco cerâmico	2.770	R\$ 2.326,87	R\$ 2.083,00	R\$ 4.409,87
Bloco de concreto	1.350	R\$ 2.011,00	R\$ 2.083,00	R\$ 4.094,00
Bloco solo-cimento	4.444	R\$ 5.155,00	-	R\$ 5.155,00

**Fonte: o próprio autor (2016)**

Com base nos resultados acima apresentados o bloco que cobre a maior área com menores quantidade e custo é o bloco de concreto 14x19x39. Mas se levarmos em consideração o conforto térmico e acústico, os blocos cerâmicos levam vantagem em relação aos blocos de concreto, tendo um aumento de apenas 1,15% no custo total. Portanto, o bloco que melhor concilia custos e benefícios é o bloco cerâmico.

## **9. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Todos os Blocos Cerâmicos e de Concreto apresentaram Área Líquida menor que 75% da Área Bruta e estão de acordo com a NBR 15270-1:2005 e a NBR 6136:2014, respectivamente, sendo classificados como blocos cerâmicos para alvenaria de vedação e blocos vazados de concreto simples.

Nos Blocos Solo-Cimento, verificou-se que as distâncias entre furos e extremidades são maiores que 25 mm e a distância entre os dois furos foi igual e superior a 50 mm em todos os blocos medidos, estando de acordo com os requisitos firmados pela NBR 8491:2012.

Observando os resultados dos testes de tensão a compressão realizados por Magalhães (2010) constatou-se que os blocos cerâmicos apresentam maior resistência se comparado aos blocos de concreto e solo-cimento, sendo, portanto, uma boa escolha para obras de alvenaria estrutural.

Com base na análise custo-benefício, onde foram avaliados preço, quantidade e conforto, os blocos solo-cimento apresentaram-se com valor muito superior em relação aos outros. Os blocos cerâmicos apresentaram-se como os mais indicados para a construção hipotética de uma obra de 100 m<sup>2</sup>, mesmo apresentando um custo a mais de 1,15% se comparado com o bloco de concreto.

Durante a realização deste trabalho, a falta de local para realização dos testes de resistência a compressão foi a maior dificuldade encontrada. Como também a disponibilidade de se encontrar amostras de um dos tipos de blocos citados para a realização destes testes. Mas através das análises da Área Líquida e tomando por referência bons trabalhos sobre o tema em questão, foi possível verificar de forma

coerente que os blocos avaliados atendem as especificações das normas técnicas e determinamos também qual bloco oferece o melhor custo-benefício.

## 10. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABCP - Associação Brasileira de Cimento Portland. **Dosagem das misturas de solo-cimento: normas de dosagem e métodos de ensaio.** ABCP, São Paulo, SP., 1986.

ABCP - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND. **Curso de microscopia de cimento Portland. Departamento de Físico-Química.** São Paulo, 1985.

BARBOSA, F. B.; JOHN, L. M.; SILVA, V. E.; SILVA, E. C.R. **Um comparativo entre os blocos cerâmicos utilizados nas edificações de Caruaru: estudos preliminares.** Instituto Federal de Pernambuco, Caruaru-PE, 2011.

CAMACHO, Jefferson Sidney. **Projeto de edifícios de Alvenaria Estrutural: Notas de Aula.** Ilha Solteira, 2001. Disponível em: <<http://www.nepae.feis.unesp.br>>. Acesso em: 20 de outubro de 2016

FERREIRA, Aurélio Buarque de Holanda. **Novo dicionário Aurélio da língua portuguesa.** 3.ed. rev. e atual. São Paulo: Fundação Dorina Nowill para Cegos, 2009.

FILHO, S.A.A.J. **Blocos de concreto para alvenaria em construção industrializadas.** São Carlos, 2007.

FKCOMERCIO. **Blocos de Concreto.** 2011. Disponível em : <[http://www.fkcomercio.com.br/bloco\\_de\\_concreto.html](http://www.fkcomercio.com.br/bloco_de_concreto.html)> Acessado em 06 de setembro de 2016.

FRAGMAQ – INDÚSTRIA E COMÉRCIO DE MÁQUINAS. **Vantagens e desvantagens do tijolo ecológico.** Disponível em: < <http://www.fragmaq.com.br/blog/vantagens-desvantagens-tijolo-ecologico/>>. Acesso em: 20 de setembro de 2016.

IBDA - INSTITUTO BRASILEIRO DE DESENVOLVIMENTO DA ARQUITETURA. **Alvenaria Estrutural de Blocos de Concreto.** Disponível em: < <http://www.forumdaconstrucao.com.br/conteudo.php?a=7&Cod=957>>. Acesso em: 10 de setembro de 2016.

IBDA - INSTITUTO BRASILEIRO DE DESENVOLVIMENTO DA ARQUITETURA. **Tipos de Sistemas Construtivos para Casas.** Disponível em: < <http://www.forumdaconstrucao.com.br/conteudo.php?a=7&Cod=1945>>. Acesso em: 20 de outubro de 2016.

IPT - INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS. **Código de Práticas N° 01: Alvenaria de Vedação em Blocos Cerâmicos.** São Paulo, 2009.

JORNAL DIÁRIO DO NORDESTE. **Construção civil cresce em 2015.** Disponível em: <<http://diariodonordeste.verdesmares.com.br/suplementos/construcao-civil-cresce-em-2015-1.1309416>>. Acesso em: 10 de setembro de 2016

KASCHNY, J. R. **“Aspectos Elementares: Uso em um laboratório de Física Básica”**; 2008.

MAGALHÃES, L. N. **Análise comparativa dos blocos de solo-cimento, de concreto e cerâmicos utilizados na construção civil do sudeste brasileiro.** Universidade FUMEC – Mestrado em Construção Civil, Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil, 2010.

NASCIMENTO, L. O. **Alvenarias**. Rio de Janeiro: 2004. Disponível em: <<https://edificacoes.files.wordpress.com/2009/12/5-mat-alvenaria-ii.pdf>>. Acesso em: 20 de outubro de 2016.

NBR-12024. **Solo-Cimento – moldagem e cura de corpos-de-prova cilíndricos**. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Normas Técnicas, 1992. Acesso em: 20 de outubro de 2016.

NBR 6136:2014. **Blocos Vazados de Concreto Simples para Alvenaria-Requisitos**. Disponível em: <http://www.construpac.com.br/pdf/nbr6136.pdf>>. Acesso em: 20 de outubro de 2016.

NBR 12253:1992. Solo-cimento: Dosagem para emprego como camada de pavimento. Disponível em: <<http://docslide.com.br/documents/nbr-6136-2014.html>>. Acesso em: 20 de outubro de 2016.

NBR 15270-1:2005. **Componentes Cerâmicos para Alvenaria de vedação – Terminologia e Requisitos**. Disponível em: < <http://pt.slideshare.net/sheyqueiroz/nbr-15270105-componentes-cermicos-parte-1-blocos-cermicos-para-alvenaria-de-vedacao-terminologia-e-requisitos> >. Acesso em: 25 de outubro de 2016.

NBR 6136:2014. **Blocos Vazados de Concreto Simples para Alvenaria-Requisitos**. Disponível em: <<http://docslide.com.br/documents/nbr-6136-2014.html>>. Acesso em: 14 de setembro de 2016.

NBR 8491:2012. **Tijolo Maciço de Solo-Cimento – Requisitos**. Disponível em: <<http://docslide.com.br/documents/nbr-8491-tijolo-macico-de-solo-cimento.html>>. Acesso em: 14 de setembro de 2016.

Normas ABNT- **Referências, figuras, sumário**. Disponível em: <<http://pt.slideshare.net/mikebarria9/normas-abnt-referencias>>. Acesso em: 18 de outubro de 2016.

**PIB Brasil x PIB Construção Civil**. Disponível em: <<http://www.cbicdados.com.br/home/>> . Acesso em: 23 de Outubro de 2016.

PISANI, M.A.J. **Um Material de Construção de Baixo Impacto Ambiental: O Tijolo de Solo-Cimento**. Disponível em: <[http://www.aedificandi.com.br/aedificandi/N%C3%BAmero%201/1\\_artigo\\_tijolos\\_solo\\_cimento.pdf](http://www.aedificandi.com.br/aedificandi/N%C3%BAmero%201/1_artigo_tijolos_solo_cimento.pdf)>. Acesso em: 22 de outubro de 2016.

PRÉ-FABRICADOS CONCRETO. Título da Pesquisa. Disponível em: <<http://www.prefabricadosdeconcreto.com/p/blocos-de-concreto-fabricante-bh-mg.html>>. Acesso em: 20 de outubro de 2016.

RIZZATTI, E.; ROMAN, H. R.; MOHAMAD, G.; NAKANISKI, E. Y. **Análise numérica da influência da geometria dos blocos cerâmicos em paredes estruturais**. Engenharia Estudo e Pesquisa, v. 11, n. 1, p. 27-35, 2011.

ROMAN, H. R. **Alvenaria Estrutural**. Revista Técnica. São Paulo: n°24, set./out. 1996.

ROMAN, H.R.; ARAÚJO, H.N.; MUTTI, C.N. **Construindo em alvenaria estrutural**. Florianópolis: editora da UFSC, 1999.

ROMAN, H.R.; MOHAMAD, G. **Alvenaria Estrutural**. Florianópolis, 1999. Notas de aula. Programa de pós-graduação em engenharia civil. Universidade Federal de Santa Catarina.

SECRETARIA DE ESTADO DA INFRAESTRUTURA E DO DESENVOLVIMENTO URBANO – SEINFRA. **Tabela de Custos – Versão 024**. Disponível em: <<http://www.seinfra.ce.gov.br/siproce/onerada/html/C0776.html?a=1457466853095>>. Acesso em: 21 de dezembro de 2016.

SINDUSCON-MG. **O desempenho da Construção Civil nas duas décadas do Plano Real e desempenho recente**. Belo Horizonte, 2014. Disponível em: <<http://www.sinduscon-mg.org.br/>>. Acesso em: 20 de outubro de 2016.

TAVARES, J. H. **Alvenaria Estrutural: Estudo Bibliográfico e Definições**. UFERSA - Mossoró-RN, 2011.

TELLI, H.F. **Alvenaria de blocos solo-cimento**. São Paulo, 2014

THOMAZ, E. **Tecnologia, Gerenciamento e Qualidade na Construção**. São Paulo: PINI, 2001.

UNAMA - UNIVERSIDADE DO AMAZONAS. **Alvenaria de Vedação**. Belém, 2009. Disponível em: <<http://www.ebah.com.br/content/ABAAAiOIAF/alvenaria-vedacao>>. Acesso em: 20 de outubro de 2016.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO S/A – IPT. **Classificação dos Blocos Cerâmicos**. São Pulo. IPT, 2002.