



FACULDADE DE CIÊNCIAS GERENCIAIS DE MANHUAÇU

**ANÁLISE DE BLOCOS CERÂMICOS E BLOCOS DE CONCRETO
PARA APLICAÇÃO EM ALVENARIA ESTRUTURAL**

Daniela Da Silva Rodrigues

Manhuaçu

2016

DANIELA DA SILVA RODRIGUES



ANÁLISE DE BLOCOS CERÂMICOS E BLOCOS DE CONCRETO PARA APLICAÇÃO EM ALVENARIA ESTRUTURAL

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado no Curso de Engenharia Civil da Faculdade de Ciências Gerenciais de Manhuaçu, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Área de Concentração: Engenharia Civil

Orientador (a): TAUANA DE OLIVEIRA BATISTA

Manhuaçu

2016



DANIELA DA SILVA RODRIGUES

ANÁLISE DE BLOCOS CERÂMICOS E BLOCOS DE CONCRETO PARA APLICAÇÃO EM ALVENARIA ESTRUTURAL

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado no Curso de Engenharia Civil da Faculdade de Ciências Gerenciais de Manhuaçu, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Área de Concentração: Engenharia Civil

Orientador (a): TAUANA DE OLIVEIRA BATISTA

Banca Examinadora:

Mestre; Tauana de Oliveira Batista; FACIG.

Professor; Leandro José de Lima; FACIG.

Mestre; Melaine Marian; FACIG.

Manhuaçu

2016



ANÁLISE DE BLOCOS CERÂMICOS E BLOCOS DE CONCRETO PARA APLICAÇÃO EM ALVENARIA ESTRUTURAL

Daniela Da Silva Rodrigues

Tauana de Oliveira Batista

Curso: Engenharia Civil Período: 10º Área de Pesquisa: Engenharia

Resumo: A Alvenaria estrutural é um dos mais antigos sistemas de construção, sendo usado desde o início da atividade humana, no Brasil os estudos sobre tal método construtivo iniciaram-se no século 16. Apesar da chegada tardia, o modelo mostrou-se uma alternativa eficiente e econômica. Quando se trata de alvenaria estrutural os Blocos mais utilizados são os cerâmicos e os em concreto. Este trabalho tem como finalidade, comparar blocos cerâmicos e em concreto, quanto ao custo, quando utilizados em alvenaria estrutural. A análise de custos foi elaborada de forma simplificada, calculando o valor para se executar um metro quadrado de alvenaria estrutural, a fim de se obter um valor para comparação dos dois tipos de blocos. O resultado desse estudo se constatou que os blocos cerâmicos são mais viáveis no ponto de vista econômico.

Palavras-chave: Alvenaria Estrutural, Bloco cerâmico, Bloco em concreto, Custo.



SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	6
2. DESENVOLVIMENTO	7
2.1. Referencial Teórico	7
2.1.1. Alvenaria estrutural.....	7
2.1.2. Sistema Construtivo	7
2.1.3. Vantagens.....	8
2.1.4. Limitações	9
2.1.5. Blocos estruturais.....	10
2.1.4. Comparação entre blocos	13
2.1.5. Custo.....	14
2.2. Metodologia	14
2.3. Avaliações e resultados	14
3. CONCLUSÃO	15
4. REFERÊNCIAS	15

1. INTRODUÇÃO

A alvenaria estrutural é o método construtivo onde os componentes que desempenham a função estrutural são de alvenaria, sendo os mesmos projetados, dimensionados e executados de forma racional constituindo em uma estrutura com resistência e estabilidade. A alvenaria estrutural é um dos sistemas construtivos mais antigos existentes, tendo sido utilizado desde o início da atividade humana e vem se modificando ao longo dos anos de acordo com a evolução científica e industrial mundial, foram produzidas obras que desafiaram o tempo, atravessando séculos e chegando até nossos dias atuais como monumentos de grande importância histórica. Um exemplo das heranças e inspiração de alvenaria estrutural é o Coliseu, um grande anfiteatro Construído por volta do ano 70 d.c.

A alvenaria estrutural pode ser entendida como um sistema construtivo completo, com alto grau de racionalidade, que suporta e organiza os outros subsistemas de edificação, um método de construção econômica. “Quando utilizada integralmente a alvenaria estrutural gera maior economia e propicia facilidades na própria construção”. (MANZIONE, 2007).

As primeiras construções em alvenaria estrutural no Brasil datam o século 16 percorrendo um longo caminho até chegar ao ponto de hoje a alvenaria estrutural ou de vedação ser praticada com um elevado nível de execução. “Atualmente o uso de alvenaria no Brasil, seja de vedação ou estrutural, ocorre com alto grau de aplicação de tecnologias racionalizadas”. (PARSEKIAN *et. al.*, 2013). Apesar de sua chegada tardia, o sistema de alvenaria estrutural tornou uma alternativa eficiente e econômica para a execução de edificações residenciais e também industriais. Com um desenvolvimento mais devagar a princípio e bem mais rápido nos últimos anos, o sistema acabou sendo bem aceito, o que se pode perceber principalmente quando se considera o número de empresas produtoras de blocos, tanto de concreto como cerâmicos, existentes na atualidade. “Atualmente, são mais comuns blocos de cerâmica, sílico-calcário e concreto”. (PARSEKIAN *et. al.*, 2013).

Blocos cerâmicos: Blocos constituídos de material cerâmico, obtido pela queima em alta temperatura ($> 800^{\circ}\text{C}$) de argilas, moldados por extrusão. (SABBATINI, 2002). **Blocos sílico-calcário:** Blocos fabricados com cal e agregados finos, de natureza predominantemente quartzo, que depois da mistura íntima são moldadas em peças, por pressão e compactação, sofrendo posteriormente endurecimento sob ação de calor e pressão de vapor. (NBR 14974-1, 2003) **Blocos de concreto:** Os blocos são elementos vibroprensados e constituído de uma mistura de cimento potland, agregados e água. Devem apresentar um aspecto homogêneo e compacto, com arestas vivas, sem trincas e textura com aspereza adequada à aderência de revestimentos. (MANZIONE, 2007).

Algumas vantagens da alvenaria estrutural são: agilidade de construção, racionalização, redução ou eliminação de fôrmas de madeira, produtividade, qualidade, bom desempenho tecnológico, redução da diversidade mão de obra, etapa de construções simultâneas, instalações sem rasgos das paredes, menores vãos livres, redução na espessura dos revestimentos internos e externos e a redução de custos.

Quanto ao material componente, as unidades mais utilizadas no Brasil para edificações em alvenaria estrutural são, em ordem decrescente de utilização: unidades de concreto, unidades cerâmicas e unidades sílico-calcáreas. (RAMALHO e CORRÊA, 2008). Esse trabalho tem por objetivo analisar o custo da execução de

obras utilizando os dois tipos de blocos de alvenaria estrutural, os blocos cerâmicos e os blocos em concreto.

2. DESENVOLVIMENTO

2.1. Referencial Teórico

2.1.1. Alvenaria estrutural

Segundo SABBATINI (2002) a alvenaria estrutural é a alvenaria utilizada como estrutura suporte de edifícios e dimensionada a partir de um cálculo racional. O uso da alvenaria estrutural pressupõe a segurança pré-definida, construção e projeto com responsabilidades precisamente definidas e conduzidas por profissionais habilitados e construção fundamentada em projetos específicos elaborado por engenheiros especializados.

As primeiras alvenarias eram um rudimentar empilhamento de pedras selecionadas. A argamassa, quando existia, era o próprio solo apertado entre estas. Com o desenvolvimento de ferramentas, as pedras começaram a ser grosseiramente lapidadas, empilhadas, encunhadas com pedras menores e assentadas com barro. (PARSEKIAN *et. al.*, 2013).

Ao longo do tempo, foram desenvolvidas unidades de cerâmica cozida e de outros materiais de alta resistência, no entanto a aplicação de métodos empíricos de projeto e construção se manteve até o século 20. Apenas recentemente a alvenaria passou a ser tratada como um verdadeiro material de engenharia, passando o projeto dessas estruturas a ser baseado em princípios científicos rigorosos. (RAMALHO e CORRÊA, 2008).

Muitos materiais foram utilizados para construir em alvenaria, geralmente aqueles localmente encontrados. Nas civilizações desenvolvidas nas margens dos rios, os depósitos aluviais foram utilizados para criar uma arquitetura em tijolos. Na cultura mesopotâmica, entres os rios tigres e Eufrates, os atuais montes de solo petrificado em uma paisagem sem arvores ou rochas testemunham o largo uso de tijolos secos ao sol em edificações antigas. (PARSEKIAN *et. al.*, 2013).

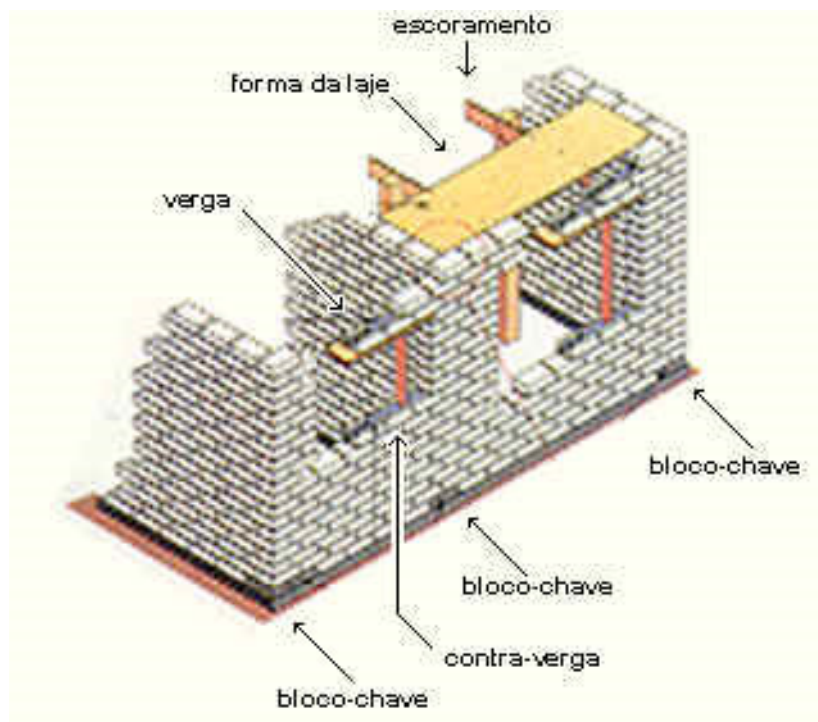
2.1.2. Sistema Construtivo

Método construtivo: um conjunto de técnicas construtivas independentes e adequadamente organizadas, empregado na construção de uma parte de uma edificação, como por exemplo, a execução de uma laje ou da alvenaria de um pavimento (CAMACHO, 2006).

Atualmente, no Brasil, o sistema construtivo em alvenaria tem experimentado um grande impulso. Devido à estabilização da economia, a concorrência tem feito com que um número crescente de empresas passe a se preocupar mais com os custos, acelerando as pesquisas e utilização de novos materiais. (RAMALHO e CORRÊA, 2008).

Segundo Manzione (2007) a alvenaria estrutural pode ser entendida como um sistema construtivo completo, com alto grau de racionalidade, que suporta e organiza os outros subsistemas da edificação. Demanda forte integração entre os projetos e mantém o foco no processo de produção, sendo fundamental o equacionamento da sua interface-execução.

Figura 1- Sistema Construtivo



Fonte: <http://dennysfs.blogspot.com.br>

2.1.3. Vantagens

Dentre as vantagens da utilização da alvenaria estrutural como sistema construtivo pode-se citar:

- i) Economia de fôrmas: Quando existem, as fôrmas se limitam às necessárias para a concretagem das lajes. São, portanto, fôrmas lisas, Baratas e de grande reaproveitamento. (RAMALHO e CORRÊA, 2008).
- ii) Redução de diversidade de mão-de-obra especializada: necessita-se de mão-de-obra especializada somente para a execução da alvenaria, diferentemente do que ocorre nas estruturas de concreto armado e aço (CAMACHO, 2006).
- iii) Redução significativa nos revestimentos: Por se utilizar blocos de qualidade controlada e pelo controle maior na execução, a redução dos revestimentos é muito significativa. Usualmente o revestimento interno é feito com uma camada de gesso aplicada diretamente sobre a superfície dos blocos. No caso dos azulejos, eles também podem ser colados diretamente sobre os blocos. (RAMALHO e CORRÊA, 2008).
- iv) Redução nos desperdícios de material de mão-de-obra: O fato de as paredes não admitirem intervenções posteriores significativas, como

rasgos ou aberturas para colocação de instalações e elétricas, é uma importante causa da eliminação de desperdícios. Assim, o que poderia ser encarada com uma desvantagem, na verdade implica a virtual eliminação da possibilidade de improvisações, que encarecem significativamente o preço da construção. (RAMALHO e CORRÊA, 2008).

- v) Flexibilidade no ritmo de execução de obra: Se as lajes forem pré-moldadas, o ritmo da obra estará desvinculado do tempo de cura que deve ser respeitado no caso das peças de concreto armado. (RAMALHO e CORRÊA, 2008).

2.1.4. Limitações

Dentre as limitações da utilização da alvenaria estrutural como sistema construtivo pode-se citar:

- i) Índices elevados de esbeltez do edifício: requerem muita armadura, o que toma a aplicação do sistema antieconômica. (MANZIONE, 2007).
- ii) Tamanho dos vãos: grandes vãos geram um aumento da carga nas paredes, necessitando de blocos de resistência muito elevada. (MANZIONE, 2007).
- iii) Balanços excessivos: irá requerer muita armadura para se combater esforços de flexão. (MANZIONE, 2007).
- iv) Altura econômica do edifício: considera-se economicamente viável a aplicação do sistema de alvenaria estrutural em edificações com altura até 15 pavimentos; a partir daí, é sempre recomendável efetuar estudos comparativos com a estrutura convencional de concreto armado. (MANZIONE, 2007).
- v) Dificuldade de se adaptar arquitetura para um novo uso: fazendo as paredes parte da estrutura, obviamente não existe a possibilidade de adaptações significativas no arranjo arquitetônico. Em algumas situações isso se torna um problema bastante sério. Estudos realizados demonstram que ao longo de sua vida útil uma edificação tende a sofrer mudanças para se adaptar a novas necessidades de seus usuários. No caso da alvenaria isso não só é inconveniente como tecnicamente impossível na grande maioria dos casos. (RAMALHO e CORRÊA, 2008).
- vi) Interferência entre projetos de arquitetura/estruturas/instalações: A interferência entre projetos é muito grande quando se trata de uma obra em alvenaria estrutural. A manutenção do módulo afeta de forma direta o projeto arquitetônico e a impossibilidade de se furar paredes sem um controle cuidadoso desses furos condiciona de forma marcante os projetos de instalações elétricas e hidráulicas. (RAMALHO e CORRÊA, 2008).

2.1.5. Blocos estruturais

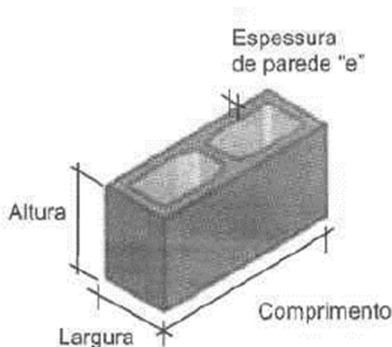
Segundo Sabbatini (2002) Bloco é o componente de fabricação industrial com dimensões que superam as do tijolo.

As unidades (blocos e tijolos) são os componentes mais importantes que compõe a alvenaria estrutural, uma vez que são eles que comandam a resistência à compressão e determinam os procedimentos para aplicação da técnica da coordenação modular nos projetos. (Camacho, 2006)

A unidade é o componente básico da alvenaria. Uma unidade sempre será definida por três dimensões principais: comprimento largura e altura (RAMALHO e CORRÊA, 2008).

Bloco vazado: componente de alvenaria cuja área líquida é igual ou inferior a 75% da área bruta. (NBR 6136, 2007)

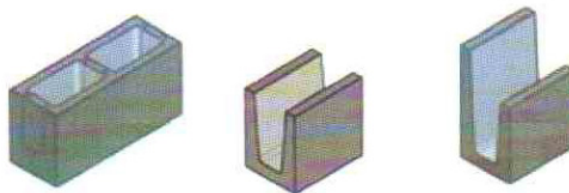
FIGURA 2 - Bloco Vazado



Fonte: Blocos vazados de concreto simples para Alvenaria-NBR 6136

Blocos tipo canaleta: Componentes de alvenaria vazados ou não, com a conformação geométrica conforme abaixo, criados para racionalizar a execução de vergas, contravergas e cintas. (NBR 6136, 2007)

FIGURA 3 – Blocos tipo canaleta



Fonte: Blocos vazados de concreto simples para Alvenaria-NBR 6136

Quanto o material componente, as unidades mais utilizadas no Brasil para edificações de alvenaria estrutural são, em ordem decrescente de utilização: Unidades de concreto, unidades cerâmicas e unidades sílico-calcárias. (RAMALHO e CORRÊA, 2008).

2.1.3.1. Blocos Cerâmicos

Os primeiros tijolos eram feitos pressionando torrões de barro ou argila, muitas vezes na forma de grandes charutos, e deixando-os secar ao vento ou ao sol. Esses eram depois assentados com barro em paredes em juntas aproximadamente horizontais ou em zigue-zague ou em uma combinação de ambos. (PARSEKIAN *et. al.*, 2013).

Por volta de 3000 a. C., os tijolos eram feitos manualmente em moldes com estrume ou palha, incorporados para aumentar a resistência. Nessa época, descobriu-se que cozinhar ou queimar contribuiu muito para o aumento de sua resistência e durabilidade. (PARSEKIAN *et. al.*, 2013).

No Brasil a produção nacional de tijolos cerâmicos ocorre desde o século 17, havendo registro de 1610 da Câmara Municipal de São Paulo com indicação de projetos em tijolos cozidos. (PARSEKIAN *et. al.*, 2013).

FIGURA 4 - Paredes de blocos cerâmicos



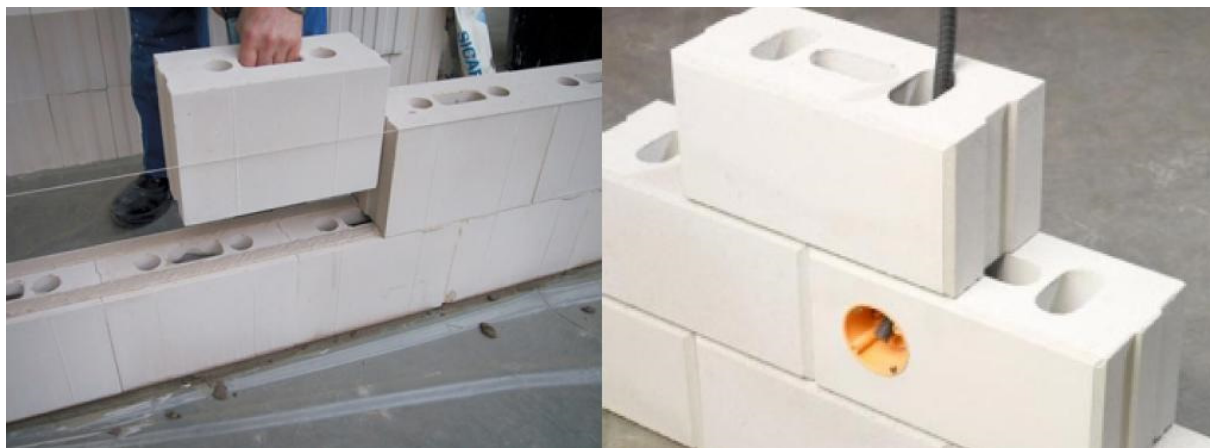
Fonte: <http://www.ufrgs.br/>

2.1.3.2. Blocos Sílicos Calcário

Blocos Sílicos calcário (de areia e cal) eram produzidos em épocas remotas pela moldagem de argamassa de cal na forma de tijolos, deixando-os secar ao ar. Esse tipo de produção ocorreu até os anos 1880, apesar de o tempo de secagem ser extremamente lento. O processo de aceleração do endurecimento através da cura a vapor foi introduzida nos EUA em 1866. (PARSEKIAN *et. al.*, 2013).

Blocos prismáticos para alvenaria, fabricados com cal e agregados finos, de natureza predominantemente quartzo, que depois da mistura íntima são moldados em peças, por pressão e compactação, sofrendo posteriormente endurecimento sob ação de calor e pressão de vapor. (NBR 14974-1, 2003)

FIGURA 5 - Blocos sílico – calcários



Fonte: <http://www.ufrgs.br/>

2.1.3.3. Blocos de concreto

Blocos ou tijolos de concreto são produzidos a partir de meados do século 19, quando cimentados de melhor qualidade foram desenvolvidos. Os primeiros blocos não tinham grande aceitação, pois eram maciços e pesados. Técnicas de produção de blocos vazados foram desenvolvidas a partir de 1866, quando moldes de madeiras eram utilizados. Uma razoavelmente seca mistura de areia, cimento e água era lançada em moldes de madeira, que depois eram tampados e comprimidos a mão. O molde era então, removido e os blocos eram deixados para curar ao ar livre. (PARSEKIAN *et. al.*, 2013).

FIGURA 6 - Parede de blocos de concreto



Fonte: <http://www.prantomix.com.br/>

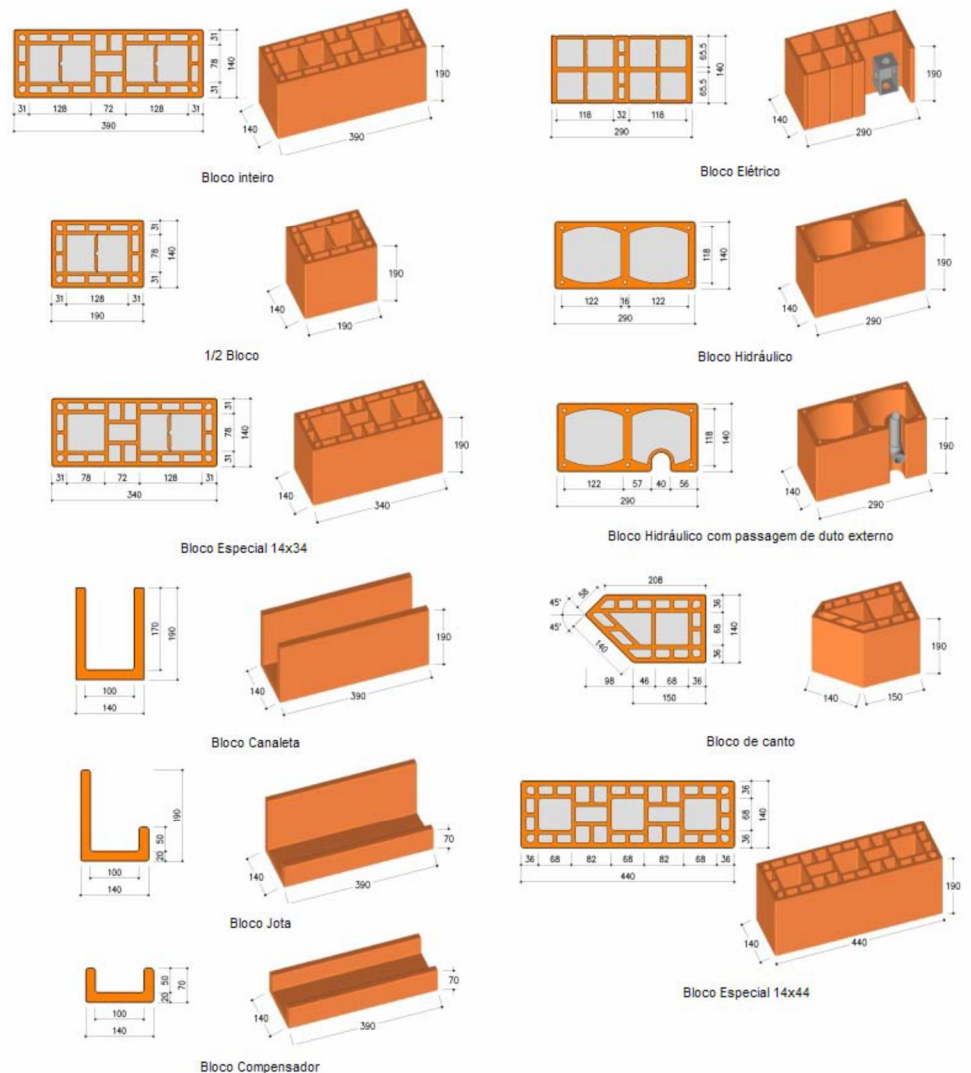
Os Blocos são elementos vibroprensados e constituídos de uma mistura de cimento Portland, agregados e água. Devem apresentar um aspecto homogêneo e compacto, com arestas vivas, sem trincas e textura com aspereza adequada à aderência de revestimentos. (MANZIONE, 2007).

FIGURA 7 - Tipos de bloco cerâmico e de concreto

Blocos de Concreto



Blocos Cerâmicos



Fonte: Camacho, 2006.

2.1.4. Comparação entre blocos

Como este trabalho visa a comparação entre os blocos cerâmicos e em concreto, em termos de custo é de extrema importância saber as dimensões dos mesmos.

Tabela 1 - Característica dos blocos cerâmicos

Dimensões (L x H x C) [Cm]	Massa [kg]	Número Blocos Por M ²
11,5 x 19 x 29	5,4	17,20
14 x 19 x 29	6,5	17,20
19 x 19 x 29	8,0	17,20

Fonte: Poyastro, 2008.

Tabela 2 - Característica do bloco de concreto

Dimensões (L x H x C) [Cm]	Massa [kg]	Número De Blocos Por M²
14x19x39	13,0	13,10
19x19x39	17,0	13,10

Fonte: Poyastro,2008.

2.1.5. Custo

Aliadas a estas possibilidades, outras vantagens são obtidas pela redução na espessura dos revestimentos internos e externos, pela redução ou eliminação de fôrmas de madeira e de mão-de-obra de carpinteiros e pela possibilidade de trabalhar com soluções combinadas e sistêmicas, como, por exemplo kits hidráulicos ou kits de telhados. (MANZIONE, 2007).

Nos casos usuais, o acréscimo de custo para a produção da alvenaria estrutural compensa com folga a economia que se obtém com a retirada dos pilares e vigas. (RAMALHO e CORRÊA, 2008).

2.2. Metodologia

Para a realização do presente trabalho foi realizada uma pesquisa de cunho bibliográfico em diversos trabalhos sobre o assunto e posteriormente realiza-se uma discussão sobre o custo de blocos cerâmicos e de concreto por metro quadrado de uma parede em alvenaria estrutural. Para elaboração da análise econômica dos blocos utiliza-se valores fornecidos pelas tabelas do SINAPI e CAIXA ECONÔMICA FEDERAL.

2.3. Avaliações e resultados

Na tabela 3 consta o resultado referente ao custo de blocos de concreto em alvenaria estrutural. Com blocos de 14 x 19 x 39 cm, com juntas de 10mm de argamassa industrializada especial para o assentamento dos blocos, o resultado avaliado de acordo com a planilha é aproximadamente R\$32,25.

Tabela 3-Resultado referente ao custo de Blocos de Concreto

Componentes	Unidade	Consumo	Preço unitário	Material	Total
Bloco Concreto 14x19x39	Un	13,10	R\$ 2,11	R\$27,65	R\$ 7,65
Argamassa Industrializada	Kg	20,00	R\$ 0,23	R\$4,60	R\$4,60
				Total	R\$32,25

No quadro a seguir consta o resultado referente ao custo de blocos cerâmicos em alvenaria estrutural. Com blocos de 14 x 19 x 29 cm, com juntas de 10mm de argamassa industrializada especial para o assentamento dos blocos, o resultado avaliado de acordo com a planilha é aproximadamente R\$ 26,21.

Tabela 4- Resultado referente ao custo de blocos cerâmicos

Componentes	Unidade	Consumo	Preço unitário	Material	Total
Bloco cerâmico 14x19x29	Un	17,20	R\$1,19	R\$20,46	R\$20,46
Argamassa industrializada	Kg	25,00	R\$0,23	R\$5,75	R\$5,75
				Total	R\$26,21

No cálculo do custo para a execução de um metro quadrado de alvenaria estrutural de bloco em concreto foi obtido o resultado de R\$ 6,04 superior ao da alvenaria de blocos cerâmicos. O resultado é bastante significativo, quando considerado um empreendimento como todo. Nas tabelas 3 e 4 pode-se ver com clareza que o bloco cerâmico tem uma redução de custos satisfatória comparado ao bloco de concreto.

3. CONCLUSÃO

Da análise econômica, fica claro que o bloco cerâmico apresenta um valor/m² de parede mais viável economicamente, sendo assim muito atraente para os construtores, porém da revisão bibliográfica sabe-se que tais blocos são menos aderentes à argamassa, exigem mais revestimento devido às irregularidades geométricas em sua superfície, possuem menor resistência mecânica que o bloco de concreto e quebram com maior facilidade, por serem mais leves. Sendo assim, conclui-se que cabe ao engenheiro responsável verificar o custo-benefício da utilização dos blocos cerâmicos de acordo com a obra.

4. REFERÊNCIAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas, **NBR 14974-1**: bloco sílico-calcário para alvenaria Parte 1: requisitos, dimensões e métodos de ensaio, agosto 2003.

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas, **NBR 6136**: blocos Vazados de concreto simples para alvenaria- Requisitos, 2008.

CAMACHO, Jefferson S.- **Projeto de edifícios de alvenaria estrutural**. Universidade Estadual Paulista Julio de Mesquita Filho, Ilha Solteira, 2006.

MANZIONE, Leonardo - **Projeto e Execução de Alvenaria Estrutural**, Editora Nome da Rosa, 2007.

PARSEKIAN et. al., **Comportamento e Dimensionamento de Alvenaria Estrutural**, 2º Edição revista, Editora Edufscar, São Carlos 2013.



POYASTRO, Patrícia C.-**Comparação entre blocos cerâmicos e em concreto, quanto a custo e produtividade, quando utilizados em alvenaria estrutural**-Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2008.

RAMALHO e CORRÊA-**Projeto de Edifícios de Alvenaria estrutural**, Editora Senai, 2008.

SABBATINI, Fernando H.-**Alvenaria estrutural materiais, execução da estrutura e controle tecnológico**- Caixa Econômica federal, 2002.

Sistema Nacional de Pesquisa de custos de índices da construção civil-**SINAP**, agosto 2016.