

ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE DOIS SISTEMAS CONSTRUTIVOS: ALVENARIA ESTRUTURAL COM BLOCO DE CONCRETO E ALVENARIA CONVENCIONAL COM BLOCO CERÂMICO.

Elizabeth G. Dorneles Mendes

*Discente, Bacharelado em Engenharia Civil, UniEVANGÉLICA - Centro Universitário de Anápolis
(bethmendes_@hotmail.com)*

Juliana Louzeiro Almeida

*Discente, Bacharelado em Engenharia Civil, UniEVANGÉLICA - Centro Universitário de Anápolis
(julianalouzeiro@hotmail.com)*

Kíria Nery Alves do Espírito Santo Gomes

*Professora Mestra, Bacharelado em Engenharia Civil, UniEVANGÉLICA - Centro Universitário de Anápolis
(kiriagomes@gmail.com)*

RESUMO

Apesar do mercado da construção civil não estar em franco crescimento como a 10 anos atrás, ele nunca deixou de se modernizar e principalmente buscar meios inovadores e eficazes para essa evolução. O mundo, hoje, está se preocupando mais com questões de sustentabilidade e criando possibilidades de reaproveitamento de produtos e técnicas que almejam a redução de desperdícios na construção civil. Estudos já comprovaram que a alvenaria estrutural é um método sustentável, econômico e rápido em relação aos métodos construtivos tradicionais. Desse modo, este estudo possibilita a análise e a comparação dos custos de uma obra de pequeno porte feita em alvenaria estrutural com bloco de concreto e em alvenaria convencional com bloco cerâmico e estrutura de concreto armado. Demonstra-se que a alvenaria estrutural é o método mais econômico, porém o planejamento e a execução de todas as etapas do processo construtivo são mais detalhadas e minuciosas, entretanto, para construções menores, a diferença de tempo de execução entre os dois métodos, de acordo com o cronograma realizado é pequena, contudo, esse resultado pode ser mais satisfatório para grandes obras. O intuito desse trabalho é criar maiores interesses para estudos mais específicos em relação a alvenaria estrutural que é um sistema que vem se popularizando no Brasil e no mundo. É uma alternativa construtiva para quem pensa em sustentabilidade, economia, racionalidade, rapidez e que pode ser cada vez mais aprimorada se tornando uma alternativa simples de execução.

Palavras-Chave: Alvenaria estrutural. Alvenaria convencional. Bloco de concreto. Bloco cerâmico. Orçamento. Planejamento.

1 INTRODUÇÃO

A parte estrutural de uma construção é o elemento que garante a solidez da edificação, pois é a etapa que receberá os maiores esforços que serão transmitidos ao solo. Dentre os principais tipos de sistemas estruturais existentes tem-se a alvenaria estrutural, que tem função tanto estrutural como de vedação, que abrange o bloco de concreto ou o bloco cerâmico. Já na alvenaria convencional a parte estrutural é executada com concreto armado ou com estruturas metálicas, e a vedação, com blocos cerâmicos ou blocos de concreto.

A alvenaria estrutural tem capacidade de resistir à compressão e esforços cortantes, ou seja, cargas verticais, e é indicada para locais onde não tenha possibilidade de ocorrência de abalos sísmicos, como é o caso do Brasil, devido ao fato desse tipo de estrutura não resistir a grandes esforços de tração (NETO, 1999).

A alvenaria convencional, também conhecida como alvenaria de vedação, tem como principal função dividir compartimentos; e deve suportar o seu peso próprio e as cargas de utilização, ou seja, resistir somente às cargas laterais estáticas e dinâmicas.

Diante disso, o estudo almeja apresentar comparações quantitativas e principalmente de custos para demonstrar a exequibilidade construtiva entre os métodos de alvenaria estrutural com bloco de concreto e de alvenaria convencional com bloco cerâmico e estrutura de concreto armado.

2 METODOLOGIA

O trabalho foi desenvolvido através de pesquisas bibliográficas e sites relacionados à construção civil. O foco se deu sobre o tema alvenaria convencional com bloco cerâmico e estrutura de concreto armado e alvenaria estrutural com bloco de concreto. Foi realizada a análise de projetos referentes a alvenaria estrutural de uma casa de pequeno porte, e sobre ele foi feito todos os projetos relacionados a alvenaria convencional e elaborado os dois orçamentos que serviram como suporte para a comparação entre os dois tipos de alvenaria.

3 FUNDAMENTOS TEÓRICOS

3.1 ALVENARIA CONVENCIONAL

Historicamente, a alvenaria vem sendo aplicada em construções de casa simples até igrejas e grandes aquedutos. O tijolo é classificado como o produto manufaturado que está há mais tempo no mercado. E devido à competitividade do mercado, se fez necessário a modernização do processo construtivo da alvenaria de vedação. (LORDSLEEM JÚNIOR, 2004).

A estrutura de um edifício em alvenaria convencional possui em sua composição pilares, vigas e lajes, formados por concreto armado e moldados com fôrma de madeira ou outro material, onde os vãos são preenchidos com unidades, que podem ser do tipo tijolo cerâmico, entre outros.

Nestas circunstâncias a fundação é o elemento que recebe o peso da edificação através dos pilares e que é responsável por descarregar no solo todos os esforços que a estrutura é submetida. O tipo de fundação deve ser determinada e projetada por um engenheiro especializado antes de iniciar a execução da superestrutura, que será constituída por pilares, vigas e lajes (OLIVEIRA, 2013).

As paredes, também chamadas de paredes de vedação a qual não possuem nenhuma função estrutural, é definida desse modo, pois só é construída com a finalidade de separar ambientes e fechar vãos. Os blocos cerâmicos para vedação, além de ser utilizado para dividir cômodos, tem a finalidade de resistir o peso da alvenaria a que ele pertence e devem seguir as diretrizes da norma NBR 15270-1 (ABNT, 2017a). As propriedades geométricas devem seguir o padrão apresentado nos ensaios demonstrados na NBR 15270-2 (ABNT, 2017b).

Segundo Paula e Kazuhiko (2015), os pilares são estruturas responsáveis por garantir a estabilidade global da construção devido às ações verticais e horizontais. Sua estrutura é capaz de transmitir as cargas que atuam sobre ela para os elementos de apoio, a fundação. A viga é a estrutura responsável por receber os esforços que são aplicados na laje ou de outros elementos e transmiti-los para o pilar ou para colunas. Já as lajes, são apoiadas nas vigas e pilares capaz de distribuir e suportar o peso do telhado e receber as cargas oriundas das ações das construções as quais são conduzidas para as vigas.

3.1.1 Vantagens

Devido as características de execução da alvenaria convencional é possível construir ambientes com vão maiores. Esse método também possibilita maiores condições para os projetos arquitetônico proporcionando construções de edifícios mais esbeltos e altos. Como as paredes não possuem função estrutural, pode-se facilmente corrigir erros proporcionados na hora da execução, além da facilidade no caso de reforma futuras. Por ser um dos métodos mais utilizados, a gama de profissionais que possuem capacidade para execução de todas as etapas desse sistema é maior, neste sentido, também é há mais facilidade de encontrar produtos e serviços relacionados a esses métodos tradicionais.

3.1.2 Desvantagens

A alvenaria de vedação é o sistema mais utilizado em construções no Brasil, e pode ser utilizada em diversas categorias de projetos, até mesmo em edificações mais altas. A alvenaria convencional pode ser mais cara do que a alvenaria estrutural, devido ao tempo de execução ser normalmente mais extenso e no decorrer da obra são geradas grandes quantidades de entulhos e sujeiras. A construção gera ainda desperdício, pois é necessário fazer rasgos para inserir as instalações hidráulica e elétrica e realizar ainda o fechamento com argamassa (SANTOS, 2012).

3.2 ALVENARIA ESTRUTURAL

De acordo com Michelli Silvestre, engenheira civil da Associação Brasileira de Cimento Portland (ABCP, 2013) o início do uso da alvenaria estrutural no Brasil, por volta da década de 60, teve pouco sucesso. Com as pesquisas iniciadas na década de 70, o sistema construtivo conseguiu ser reconhecido e desde então passou a ser dimensionada a partir de conceitos técnicos que aliada aos estudos acadêmicos possibilitou a capacitação das empresas para a fabricação de blocos com melhores desempenhos. As evoluções tecnológicas e o custo competitivo possibilitaram que o Brasil se tornasse uma referência mundial em alvenaria estrutural

Alvenaria estrutural é um conjunto de peças, que são unidas através de juntas de argamassas e que resistem a esforços de compressão. Esse conjunto de unidades formam as paredes portantes que sustentam todo o peso da estrutura.

A alvenaria estrutural possui componente que são entidades básicas, ou seja, elementos que integrarão a estrutura. Os principais componentes são: blocos, ou unidades; argamassa; graute e armadura. As unidades são os constituintes fundamentais da alvenaria estrutural e são divididos em grupos conhecidos como Família que é a junção dos componentes de alvenaria que corresponde a sua dimensão modular. A modulação da alvenaria estrutural é uma etapa de suma importância para se garantir a economia e a racionalização desse sistema (RAMALHO & CORREA, 2003).

Os blocos de concreto simples para alvenaria estrutural são regidos pela NBR 6136 (ABNT, 2016) que estabelece parâmetros de determinação das condições para o recebimento desse produto na obra.

Segundo Ramalho e Correa (2003), a argamassa é uma espécie de pasta que ao ser homogeneizada deve conter características suficientes para cumprir suas funções, como: trabalhabilidade, plasticidade, resistência e durabilidade. É utilizada para aderir um bloco ao outro fazendo com que as tensões sejam uniforme entre eles. A argamassa ajuda a absorver pequenas deformações e protege contra a entrada de vento e água.

O graute é um concreto ou mesmo uma argamassa com características de alta resistência e plasticidade. Normalmente são empregados para preencher vazios dos blocos e de colunas de alvenaria estrutural e também é muito utilizada com função de consolidar o bloco e a armadura de modo que forme um único conjunto, cuja características inclui a resistência a tração já que o bloco em si, não suporta esse tipo de esforço (MANZIONE, 2004).

As mesmas barras de aço que são utilizadas no sistema de concreto armado, são também empregadas nos sistemas de alvenaria estrutural, mas sempre revestidas com graute para que o bloco, graute e a armadura trabalhem de maneira conjunta.

A fundação é destinada a receber todas as cargas provenientes da estrutura e transmiti-las ao solo. As tensões transmitidas ao solo, dos edifícios de alvenaria estrutural, são baixas, pois, os carregamentos são distribuídos entre as paredes estruturais, normalmente, espessas (PARSEKIAN; HAMID & DRYSDALE, 2012). Existe diversos tipos fundação que é compatível a qualquer tipo de solo ou obra. Cabe ao projetista, depois de pesquisar, analisar e avaliar todos os fatores que influenciam nessa decisão, a escolher o melhor tipo de fundação que se adapte as necessidades do projeto e da obra em si.

As lajes, no caso da alvenaria estrutural, são apoiadas nas próprias paredes portantes. As lajes que são utilizadas em estruturas de concreto armado também podem ser empregadas em alvenaria estrutural e a escolha pelo tipo de laje mais adequada depende das características do empreendimento.

3.2.1 Vantagens

Como a alvenaria estrutural não possui elementos estruturais como pilares e vigas a economia de fôrmas e armações são evidentes. Nesse caso, seria necessário fôrmas e armação apenas para execução da laje. Devido essas características estruturais, os gastos com profissionais, como carpinteiros e armadores também são reduzidos. Para execução desse sistema é necessário projetos bem detalhados que determine como será executado cada parede, incluindo o tipo e tamanho dos bloco, assim como projetos elétricos e hidrossanitários específicos e compatibilizados que consequentemente reduzem os desperdícios (RAMALHO & CORREA, 2003).

Pelo fato do sistema de alvenaria estrutural depender que suas paredes estejam o máximo possível em prumo e esquadro, a redução em revestimento é significativa, pois não será necessário grandes espessuras de emboço ou reboco. Normalmente o revestimento interno é realizado com uma camada de gesso que é aplicada diretamente sobre a superfície do bloco (HOFFMANN, *et al*, 2012).

3.2.2 Desvantagens

Como as paredes fazem parte da estrutura da edificação, essa não tem a possibilidade de adaptações de arquitetura, ou seja, a parede não pode ser deslocada ou quebrada, literalmente não é recomendável que o projeto estrutural sofra nenhuma alteração após finalizado. Esse processo construtivo sofre bastante em relação a compatibilização de projetos de arquitetura, estrutural e de instalações, pois a manutenção do módulo interfere diretamente no projeto arquitetônico devido a impossibilidade de rasgos e furos nas paredes (RAMALHO & CORREA, 2003).

Outra restrição que esse método construtivo tem é em relação a execução da alvenaria, pois é de suma importância que a equipe seja adequadamente treinada e qualificada para não ocorrer a possibilidade de falhas de execução, além também, da necessidade de instrumentos adequados.

4 ETAPAS DE DESENVOLVIMENTO DO PROCESSO CONSTRUTIVO

4.1 PLANEJAMENTO

A fase de planejamento deve ser sempre realizada no início, meio e fim de todas as etapas da materialização de um empreendimento, o que a torna dinâmica, pois é adaptada de acordo com as necessidades ou conveniências (QUEIROZ, 2001).

É nessa fase que se tem noção do que precisa para iniciar e finalizar a fase de projeto, assim como, elaboração do orçamento, cronograma e execução da obra. De acordo com Mattos (2010), estudos realizados no exterior e no Brasil afirmam que umas das principais razões que ocasionam na baixa produtividade e qualidade, além de perdas e prejuízos é a falta de planejamento e de controle do setor.

Durante qualquer etapa, principalmente na de execução, pode-se acontecer imprevistos que obrigam o gerente da obra a tomar decisões imediatas sem que haja prejuízos tanto financeiros como de prazo. Dessa forma, o planejamento e o controle possibilita que o profissional tenha capacidade de entender a situação inesperada e agir de acordo com o que foi programado.

4.2 PROJETO

É de suma importância que antes de dar início a execução de uma obra sejam feitos os projetos necessários. No Brasil, essa etapa não é vista com seu devido valor, e provavelmente devido a isso, é fácil encontrar construções com falhas graves. Somado a isso, tem-se também profissionais que não se adequam as necessidades do mercado brasileiro da construção civil o que pode acarretar em erros de execução que é resultado da falta de mão de obra qualificada.

Conforme Resende (2013) afirma, a maioria dos erros que ocorrem durante a construção está relacionada a má qualidade dos projetos, tais como: alterações no decorrer do processo construtivo, falta de detalhamento e especificações de projeto, falhas de coordenação, assim como, vários procedimentos que dependem do projeto.

Para que não haja falhas na hora da execução é necessário a realização da compatibilização entre o projeto arquitetônico e os complementares. A falta dessa compatibilização pode resultar em uma construção de baixa qualidade podendo gerar num retrabalho que afeta no cronograma e no orçamento. Ramos (2013), afirma que pode haver uma economia de aproximadamente 5% a 8% quando há compatibilização.

É justo afirmar que a compatibilização de peças técnicas com projetos é uma etapa complicada, pois depende de muitas pessoas, já que, normalmente, cada projeto é elaborado por um profissional específico da área. Mas é algo indispensável para quem deseja cumprir os objetivos de boa qualidade e redução de custo e prazo.

4.2.1 Projeto de alvenaria estrutural

A fase de projeto de uma obra que será executada por meio de sistema construtivo de alvenaria estrutural, é essencial para se obter um empreendimento de qualidade e sem imprevistos durante a realização. Os projetos devem ser bem planejados, esquematizado, detalhado e compatibilizados entre si. A elaboração dos projetos deve seguir e estar de acordo com a norma NBR 15961-1 (ABNT, 2011) que determina sobre a alvenaria estrutural e dispõe de requisitos indispensáveis para o projeto de estruturas de blocos de concreto.

Além do projeto arquitetônico também é necessário um projeto de toda estrutura das paredes, pois, assim como já foi caracterizado, é um sistema em que as paredes são destinadas a serem parte estrutural de resistência dos esforços, além também de vedar e dividir os ambientes. De acordo com a NBR 15961-1 (ABNT, 2011), o projeto deve conter os desenhos com as plantas das fiadas diferenciadas, posicionamento dos blocos especiais, detalhe de amarração das paredes, determinação dos locais de graute e armação, além das juntas de controle e dilatação, quando houver.

A razão para se escolher o sistema executivo em alvenaria estrutural, é o fato de ser um método racionalizado e assim, econômico. Para que isso seja possível é necessário dar importância ao planejamento e projeto, pois caso contrário, pode-se surgir imprevistos que afetem diretamente no custo da obra.

4.2.2 Projeto de alvenaria convencional com estrutura de concreto armado

Provavelmente por não ter função estrutural e ser vista apenas como sistema de vedação, as obras realizadas em alvenaria convencional ainda são muito negligenciadas no Brasil, pois na maioria dos empreendimentos não há estudo, planejamento e ou mesmo um projeto arquitetônico do empreendimento, quiçá algum projeto complementar e se muito, normalmente se tem um croqui feito à mão.

Nesse tipo de método construtivo os projetos complementares, quando são elaborados, são feitos separadamente apenas em relação ao projeto arquitetônico e muitas vezes não é realizada a compatibilização por ser possível ocorrer imprevistos que provavelmente não afete a estrutura da edificação, como por exemplo, durante as instalações elétricas onde os rasgos nas paredes é por dedução.

A alvenaria convencional é caracterizada pela carência de padronização do processo de produção e de planejamento, onde as soluções para os problemas de execução são decididas no próprio canteiro de obra, sem necessariamente ter-se contato com projetista o que resulta em desperdícios e muitas vezes improvisações que podem ter consequências futuras (LORDESLEEM JÚNIOR, 2004).

4.3 ORÇAMENTO

Na construção civil é necessário fazer algumas estimativas, uma delas é o orçamento, no qual irá prever quanto irá custar a obra ou o serviço. O orçamento é dado por cálculos baseados em estimativas. Todos os insumos devem ser levantados de forma minuciosa, montando assim uma composição de custo unitário para cada serviço. Cada composição apresentará os índices quantitativos de cada insumo e valores

antecipadamente cotados, aplicando ainda encargos sobre a mão de obra. As categorias envolvidas em um item geralmente se dividem em mão de obra, material e equipamento.

É preciso atribuir durante o orçamento o valor da hora de cada insumo de mão de obra, sendo que um empregador não apresenta apenas custo de salário-base, pois soma-se a ele encargos sociais e trabalhistas, os quais são impostos pelas leis de trabalho. (MATTOS, 2010).

Os materiais representam parte significativa da obra, pode representar até a metade do custo unitário do serviço. Segundo Mattos (2010), é importante sempre apresentar as especificações dos produtos, como descrições técnicas, em que dimensão, peso e resistência, por exemplo, serão apresentadas, especificar a embalagem a ser enviado o material, a quantidade, prazo de entrega, condições de pagamento, validade da proposta e local e condições de entrega. São estes alguns dos itens mais relevantes.

BDI é o percentual que se aplica ao custo direto para se obter o preço de venda. Incide sobre esses fatores despesas indiretas de funcionamento da obra, impostos sobre o faturamento, custos da administração central, custos financeiros e lucro. Este benefício pode ainda ser chamado de bonificação. De acordo com Dias (2011), qualquer organização de engenharia demonstra custos indiretos, mas os valores podem variar, pois reflete na localização, porte do empreendimento, impostos aplicados e exigências pré-estabelecidas em projeto. Logo, esse custo varia para cada empresa.

Segundo Dias (2011), o cronograma é a sequência dos serviços da construção e estabelece uma relação entre eles. Todas as fases da execução devem ser apresentadas, desde o início do planejamento até o final da obra. O tempo da obra é inversamente proporcional ao custo mensal, logo, se o custo aumenta, diminui o tempo da obra.

5 ESTUDO DE CASO

O estudo de caso foi realizado tendo como base projetos já elaborados de uma casa popular em alvenaria estrutural com blocos de concreto de 11,5 cm de largura. Com os dados destes projetos foi feito um orçamento do custo total da obra, incluindo materiais e mão de obra e outro orçamento dos projetos relacionados a alvenaria convencional com bloco cerâmico que foram projetados pelos próprios autores. Posteriormente, fez-se a comparação entre os dois orçamentos com a finalidade de ter conhecimento de qual sistema possui técnicas mais vantajosas, eficientes e econômicas.

5.1 ELABORAÇÃO DOS PROJETOS

Primeiramente, foi executado o projeto arquitetônico de alvenaria convencional com a arquitetura toda referenciada no projeto arquitetônico da alvenaria estrutural com bloco de concreto. Com base no projeto arquitetônico foi executado os projetos estruturais. As fundações são do tipo bloco e viga baldrame que são fundações rasa e utilizadas para pequenas obras. Nesse caso, não foi adotado a mesma fundação utilizada para o projeto de alvenaria estrutural, pois o objetivo foi adaptar todos os projetos a realidade de como realmente são executadas obras de alvenaria convencional com bloco cerâmico.

Por fim, foi elaborado os projetos complementares também baseado nos projetos complementares da alvenaria estrutural. As tubulações de esgoto do projeto sanitário foram executadas na mesma altura e com mesmo diâmetro assim como as peças iguais ou semelhantes as utilizadas no projeto de referência. Já o caminho das tubulações de água fria do projeto hidráulico foi pela laje e não pelo piso como foi elaborado o projeto hidráulico da alvenaria estrutural. Já as peças das entradas dos aparelhos e assim as

tubulações conectadas a elas foram preservadas na mesma altura e utilizando peças iguais ou semelhantes.

Diferente também do projeto elétrico de alvenaria estrutural que tem eletrodutos tanto no piso como no teto, o projeto elétrico elaborado para o sistema de alvenaria convencional possui apenas eletroduto passando na laje exceto o eletroduto que liga o quadro de medição ao quadro de distribuição de energia elétrica localizado no interior da casa. Os locais de instalação, as características e a quantidade de tomadas e interruptores foram mantidas iguais ao projeto de referência.

5.2 ELABORAÇÃO DOS ORÇAMENTOS

Antes de iniciar um empreendimento, o ideal é que seja elaborado um orçamento que sirva como base para entender o valor aproximado que será necessário para executa-lo. Visto isso, através dos projetos efetuados foram elaborados os orçamentos e previsto o preço da casa executada em alvenaria estrutural com bloco de concreto e da casa executada em alvenaria convencional com tijolo cerâmico.

O levantamento do quantitativo dos serviços foram recolhidos das listas de materiais dos projetos que também possuem as quantidades dos serviços, peças ou equipamentos. Outros quantitativos que não estão definidos em projetos tiveram seu levantamento feito com base em cálculos simples.

Os custos unitários foram retirados das composições da tabela SINAPI desonerada com data base de julho de 2018. No caso dos serviços que não existiam na tabela, foram criadas composições utilizando como referência os serviços semelhantes que a tabela possuía. Aos insumos que não continham na tabela, como os blocos de concreto estrutural, foi realizado cotações nas empresas de Anápolis.

Sobre o custo total do orçamento que levou em conta apenas os custos unitários dos materiais e da mão de obra, foi acrescentado a porcentagem de 28,35% referente ao BDI. Dessa forma, chegou-se aos valores da tabela 1 que mostra o custo de cada item da planilha orçamentária em relação a alvenaria estrutural e a alvenaria convencional.

Tabela 1 - Comparação dos itens dos orçamentos

(continua)

ITEM	ALVENARIA ESTRUTURAL		ALVENARIA CONVENCIONAL	
	SERVIÇOS	CUSTO (R\$)	SERVIÇOS	CUSTO (R\$)
1.1	SERVIÇOS PRELIMINARES	391,79	SERVIÇOS PRELIMINARES	391,79
1.2	LOCAÇÃO DE OBRA	1.271,07	LOCAÇÃO DE OBRA	1.271,07
1.3	FUNDAÇÃO	5.905,38	FUNDAÇÃO	8.732,09
1.4	LAJE MACIÇA	18.023,83	LAJE PRÉ MOLDADA	3.438,82
1.5	ALVENARIA ESTRUTURAL	11.104,84	ESTRUTURAL	13.786,22
			ALVENARIA BLOCO CERÂMICO	7.698,43
1.6	INSTALAÇÕES ELÉTRICAS	4.233,50	INSTALAÇÕES ELÉTRICAS	4.052,03
1.7	INSTALAÇÕES SANITÁRIAS	3.748,49	INSTALAÇÕES SANITÁRIAS	3.807,49
1.8	INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS	2.224,79	INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS	1.807,59
1.9	LOUÇAS E METAIS	1.046,62	LOUÇAS E METAIS	1.046,62
1.10	COBERTURA	4.381,54	COBERTURA	9.346,14
1.11	BANCADA	644,01	BANCADA	644,01
1.12	PORTAS E JANELAS	6.070,54	PORTAS E JANELAS	6.070,54
1.13	REVESTIMENTO INTERNO	3.586,59	REVESTIMENTO INTERNO	4.229,45
1.14	REVESTIMENTO EXTERNO	2.098,06	REVESTIMENTO EXTERNO	4.570,02

Tabela 1 - Comparação dos itens dos orçamentos

(conclusão)

ITEM	ALVENARIA ESTRUTURAL		ALVENARIA CONVENCIONAL	
	SERVIÇOS	CUSTO (R\$)	SERVIÇOS	CUSTO (R\$)
1.15	FORRO	102,74	REVESTIMENTO DO TETO	1.057,22
1.16	PAVIMENTAÇÃO INTERNA	1.937,55	PAVIMENTAÇÃO INTERNA	4.142,21
1.17	PINTURA INTERNA	2.701,79	PINTURA INTERNA	2.315,27
1.18	PINTURA EXTERNA	1.308,19	PINTURA EXTERNA	1.368,45
1.19	PINTURA ESQUADRIAS	156,29	PINTURA ESQUADRIAS	156,29
1.20	LIMPEZA FINAL	124,44	LIMPEZA FINAL	124,44
CUSTO TOTAL		71.062,05	CUSTO TOTAL	80.056,19
PREÇO TOTAL (BDI)		91.208,14	PREÇO TOTAL (BDI)	102.752,12

Fonte: PRÓPRIOS AUTORES.

O intuito da comparação entre os dois orçamentos é entender se o método de alvenaria estrutural também é vantajoso para obras de pequeno porte, pois de acordo com Manzione (2004), para edifícios de até 15 pavimentos a alvenaria estrutural é viável, mais que isso, é necessário comparar com a alvenaria convencional com estrutura de concreto armado qual método é mais econômico.

É possível verificar analisando a tabela que há itens que não tiveram alteração de valor de um sistema para outro, assim como também há serviços que a diferença é quase irrelevante. Entretanto, os serviços exclusivos de cada sistema apresentaram uma grande diferença. Percebe-se que a alvenaria estrutural que serve tanto como vedação como sistema estrutural da casa tem uma diferença de cerca de 19% só em relação ao item estrutura da alvenaria convencional e uma diferença de mais de 48% em relação ao item de estrutura somado ao de alvenaria de bloco cerâmico.

Em virtude do que foi apresentado, pode-se afirmar que, em relação aos projetos elaborados e ao custo total, haverá uma economia de 11,23% se for utilizado para a construção da casa o método de alvenaria estrutural com bloco de concreto. Entretanto, é válido ressaltar que foi efetuado uma estimativa de custo da obra utilizando composições de custos unitários e que alguns serviços podem ser interpretados diferentes em relação ao que foi elaborado.

6 CONCLUSÃO

A alvenaria estrutural pode gerar uma economia de aproximadamente 10% em relação a alvenaria convencional para uma obra de pequeno porte. Contudo, para se chegar a esse resultado, o planejamento, a elaboração dos projetos e orçamentos, além da compatibilização de todas as peças técnicas e correta administração do canteiro de obra são etapas indispensáveis para que esse sistema seja viável, pois, caso contrário, o resultado não será o esperado.

Outro fator, que pode servir como diferencial, é a sustentabilidade, uma vez que o sistema de alvenaria estrutural só é vantajoso quando é realizado um bom planejamento de projeto o que conseqüentemente reduz os níveis de desperdícios de materiais.

A alvenaria estrutural ainda não é bem vista como alternativa para uma obra pequena, por exemplo uma simples casa, pois no mercado há poucas pessoas habilitadas tanto para a elaboração de projetos de alvenaria estrutural como para execução de obras desse tipo, e provavelmente por esses motivos, o que poderia se tornar econômico, pode

ser caro devido à falta de profissionais e de concorrência. Visto isso, essa alternativa pode não ser tão compensadora para uma construção simples e sem fins lucrativos, mas para conjuntos habitacionais, onde exista repetição, pode ser uma ótima opção.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND (ABCP). **Brasil é referência mundial em alvenaria estrutural**. 2013. Disponível em: <<http://www.abcp.org.br/cms/imprensa/banco-de-pautas/brasil-e-referencia-mundial-em-alvenaria-estrutural/>>. Acesso em: 19 maio 2018.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMA TÉCNICAS (ABNT). **NBR 6136: Blocos vazados de concreto simples para alvenaria – Requisitos**. Rio de Janeiro: ABNT, 2016.

———. **NBR 15270-1: Componentes cerâmicos – Blocos e tijolos para alvenaria – Parte: Requisitos**. Rio de Janeiro: ABNT, 2017a.

———. **NBR 15270-2: Componentes cerâmicos - Blocos e tijolos para alvenaria – Parte 2: Métodos de ensaios**. Rio de Janeiro: ABNT, 2017b.

———. **NBR 15961-1: Alvenaria estrutural – Blocos de concreto – Parte 1: Projeto**. Rio de Janeiro: ABNT, 2011.

DIAS, P. R. V. **Engenharia de Custos: Uma metodologia de orçamentação para obras civis**. 9. Ed. Rio de Janeiro: 2011. Disponível em: <<http://paulorobertovileladias.com.br/wp/downloads/Engenharia%20de%20custos.pdf>>. Acesso em: 08 ago. 2018

HOFFMANN, L. G. *et al.* **ALVENARIA ESTRUTURAL: um levantamento das vantagens, desvantagens e técnicas utilizadas, com base em uma pesquisa bibliográfica nacional**. 2012. Disponível em: <<http://www.eventos.uem.br/index.php/simpgeu/simpgeu/paper/viewFile/944/747>>. Acesso em: 03 out. 2018

LORDSLEEM JUNIOR, A. C. **Execução e Inspeção de Alvenaria Racionalizada**. São Paulo. O Nome da Rosa, 2004.

MANZIONE, L. **Projeto e execução de alvenaria estrutural**. São Paulo. O Nome da Rosa, 2004.

MATTOS, A. D. **Planejamento e controle de obras**. São Paulo: Pini, 2010.

NETO, J. A. N. **Investigação das solicitações de cisalhamento em edifícios de alvenaria estrutural submetidos a ações horizontais**. 1999. Dissertação (Mestrado) – Curso de Engenharia Civil, Universidade de São Paulo, USP, São Carlos, 1999.

OLIVEIRA, C. **Guia minha construção**. Rio de Janeiro: Online Editora, 2013.

PARSEKIAN, G. A; HAMID, A. A e DRYSDALE, R. G. **Comportamento e dimensionamento de alvenaria estrutural**. São Carlos: EdUFSCar, 2012.

PAULA, A. A. e KAZUHIKO, I. U. **Análises comparativa de sistemas construtivos**. São Paulo, 2015.

QUEIROZ, M. N. **Programação e controle de obras**. 2001. Disponível em: <<http://www.ufjf.br/pares/files/2009/09/APOSTILA-PCO-JAN-20121.pdf>>. Acesso em: 23 jul. 2018.

RAMALHO, M. A e CORREA, M. R.S. **Projetos de edifícios de alvenaria estrutural**. São Paulo: Pini, 2003.

RAMOS, J. A. D. **A gerência de tempo na construção civil e suas interfaces com as demais áreas**. 2013. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Gama Filho - Ugf, Rio de Janeiro, 2012.

RESENDE, C. C. R. **Atrasos de obra devido a problemas no Gerenciamento**. 2013. 61 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2013.

SANTOS, A. **Sistema construtivo convencional em alvenaria**. 2012. Disponível em: <<http://www.forumdaconstrucao.com.br/conteudo.php?a=7&Cod=2116>>. Acesso em: 20 maio 2018.