

ALVENARIA ESTRUTURAL E DE VEDAÇÃO: Uma análise comparativa de custos de dois empreendimentos multifamiliar

José Délio Silva

Laisa Cristina Carvalho

RESUMO

Este trabalho realiza uma comparação de custos de obras residenciais usando os métodos da alvenaria estrutural e de vedação. Tal abordagem se impõe sobre o fato das empresas buscarem meios de execução econômicas, mais rápidos de boa qualidade. A alvenaria estrutural é umas das mais utilizadas e reconhecida entre os profissionais do Brasil. Sua característica de produtividade alta e rapidez favorece o uso nos canteiros de obras, cada técnica apresentada tem suas particularidades demonstrada nesta pesquisa . O objetivo desse trabalho é direcionar o estudo das alvenarias (de vedação ou estrutural) a uma análise de vantagens e desvantagens na escolha de qual método utilizar, assim como realizar comparativo entre ambas técnicas de construção: levantamento de consumo de mão obra, custo benefício, a mais viável e a mais econômica. A pesquisa será baseada em pesquisas bibliográficas, aplicada de caráter quali quantitativo e estudo de caso, comparando os dois métodos de construção (estrutural e de vedação), características, etapas de construção de cada método, prós e contras. A pesquisa esclareceu que o bloco de encaixe possui elevado consumo de material se comparado ao de vedação, pois o número de pontos de grauteamentos são próximos e em contrapartida o consumo de argamassa é menor sendo assim executado em menos tempo a obra. Para agilidade da produção da edificação é mais viável o método estrutural.

Palavra-chave: Vedação. Estrutural. Execução.

1. INTRODUÇÃO

Conhecer os custos dos diferentes meios de construção que existem no mercado é muito vantajoso para fechar contratos e cortar custos. No Brasil, o uso da alvenaria de vedação é predominante na construção civil há anos, seja ela em tijolo cerâmico ou concreto, embora existam outros meios de execução. Outro tipo de alvenaria que é muito usada é a estrutural pela agilidade e pelo custo, já que suas despesas equivalem-se à tradicional. A alvenaria estrutural

também não restringe quanto ao porte da obra pode ser usada desde a pequena até a maior obra. Assim, sua característica de produtividade alta e orçamentária equivalente com as demais, favorece o uso nos canteiros de obras. Porém ela não é tão mencionada pelo fato de pouco conhecimento e pouca iniciativa construtiva no país. Um dos grandes problemas do Brasil é o quesito moradia, cujo preço influencia na compra. Diante dessa situação, são buscadas outras formas de execução para equilibrar os custos e lucro das empresas e ofertar melhores qualidades de casas e apartamentos.

A fim de contribuir para os estudos sobre a alvenaria estrutural, esta pesquisa tem como objetivo realizar uma análise comparativa dos custos de um empreendimento multifamiliar de 275,88 m² com 2 pavimentos contendo 4 apartamentos de 60 m² cada, onde um será executado em alvenaria de vedação, blocos cerâmicos com dimensões 19x19x9 e outro com estrutural, com blocos de concreto com medidas 14x19x39. Essa análise pretende demonstrar suas vantagens e desvantagens em cada modo de construção analisando os termos de qualidade, rapidez e com melhor custo benefício das alvenarias empregadas na construção no país.

2. ALVENARIA DE VEDAÇÃO

Também chamada de convencional é mais usada nas construções brasileiras, tendo como objetivo de vedar os ambientes internos da residência e fachadas. Sua estrutura é de concreto armado compostas por vigas e pilares, onde todo o peso é liberado sobre as mesmas no sentido do solo e suas paredes não possuem função estrutural e sim, delimitar ou dividir espaços, resistir a cargas vindas da gravidade, contribuir para o conforto térmico, impedir ventos e chuvas. Tem elevados desperdícios de materiais.

Para esse tipo de construção, vigas e pilares são colocados em fôrmas de madeira para moldar os elementos estruturais usando concreto e adicionando ferragem para então ser chamado de estrutura de concreto armado. O mesmo funciona como um esqueleto, dando sustentação para vigas, pilares e lajes. Um dos benefícios do concreto armado é não ter limitações de projetos, referentes a medidas na construção de vãos longos, tendo maior liberdade para trabalhar na obra. Por outro lado, esse tipo de construção (vedação) leva mais tempo para execução.

Na alvenaria de vedação é usado o bloco de concreto ou tijolos. O mais comum são os tijolos bahianos, que representam baixo custo. Assim como argamassa e ferragem fazem

parte dos componentes. Aditivos e adições a argamassa o uso é permitido observando a NBR 11768. Bloco mais usados são os de 10 cm, usados para paredes internas e com 15 para externa. Os blocos de cerâmica, mais conhecido como tijolos de 8 furos, tem a resistência menor que o bloco de concreto. Argamassa é a mistura de areia, água, cal e cimento, com ou sem aditivos (para melhorar as propriedades), a argamassa é colocada entre os vãos dos tijolos ou blocos de concreto com espessuras de 1 cm, juntas horizontais e verticais, segundo a NBR 15961-2/2011 e consumir em algumas horas, após o horário estipulado pelo fabricante descartar a massa. Argamassa industrializadas são as mais utilizadas no canteiro de obras pois são mais constante e homogêneo.

Para não ter suas funções primárias prejudicadas pelo excesso de água perdida, a argamassa deve ter capacidade de retenção suficiente para quando tiver absorção inicial, assim será capaz de ter resistência suficiente para absorver os esforços que atuam a parede após o assentamento. Segundo a NBR 15961-1/2011, a resistência deve ter no máximo o valor de 7 MPa para cada bloco.

Tabela 01 : Normas usadas na alvenaria de vedação

Norma	Título
NBR 6.136/2008	Blocos Vazados de Concreto Simples para Alvenaria
NBR 12.118/2007	Ensaio de Bloco Vazados de Concreto Simples para Alvenaria
NBR 8.798/1985	Execução e Controle de Obras em Alvenaria Estrutural de Blocos Vazados de Concreto
NBR 8.949/1985	Paredes de Alvenaria Estrutural – Ensaio a Compressão Simples
NBR 10.837/1989	Cálculos de Alvenaria Estrutural de Blocos Vazados de Concreto
NBR 14.312	Paredes de Alvenaria Estrutural – Determinação da Resistência ao Cisalhamento
NBR 14.322	Paredes de Alvenaria Estrutural – Verificação da Resistência a Flexão Simples ou á Flexo Compressão

NBR 7175/2003	Cal Hidratada para Argamassas, Requisitos
NBR 7211/2009	Agregados para Concreto, Especificação
NBR 15270-1	Componentes Cerâmicos parte 1: Blocos Cerâmicos para Alvenaria de Vedação – Terminologia e Requisitos
NBR 13281/2005	Argamassa para Assentamento e Revestimento de Paredes e Tetos, Requisitos
NBR 8.215/1983	Prisma de Blocos Vazados de Concreto Simples para Estrutural Preparo e Ensaio a Compressão

Fonte: ABNT (2018).

O uso de blocos cerâmicos deve atender a norma NBR 15270-1 recomenda-se argamassa mista (composta de cal hidratado, areia e cimento) para assentamento, seguindo a norma NBR 13281. O cimento tem suas características importantes na construção civil, tais como, aderência e resistência mecânica. O tipo de cimento vai variar com a necessidade da obra, podendo ter utilização de alto forno (CP III) ou pozolânico (CP IV) misturado com aditivos (aceleração da cura). Para edifícios acima de 20 pavimentos e pé direito de 3 metros, recomendável blocos com maior ou igual a 5 MPa de resistência. Alvenaria é submetida às cargas de flexão de lajes e vigas, dilatação térmicas todos os dias, sendo assim o projeto deve ter capacidade para deformação compatíveis com as necessidades da edificação. A fixação entre alvenaria e pilar de concreto é usado tela metálica galvanizada, ferro dobrado ou bloco canaleta com ferragem, para dar aderência, evitando fissuras e rachaduras entre o pilar e alvenaria.

3. ALVENARIA ESTRUTURAL

A alvenaria estrutural sua origem foi determinada antes de Cristo, relatadas nas construções das pirâmides, no Egito, Coliseu Romano na Itália, Catedral de Notre Dame, França e possuem características cerâmicas inter travados (encaixados).

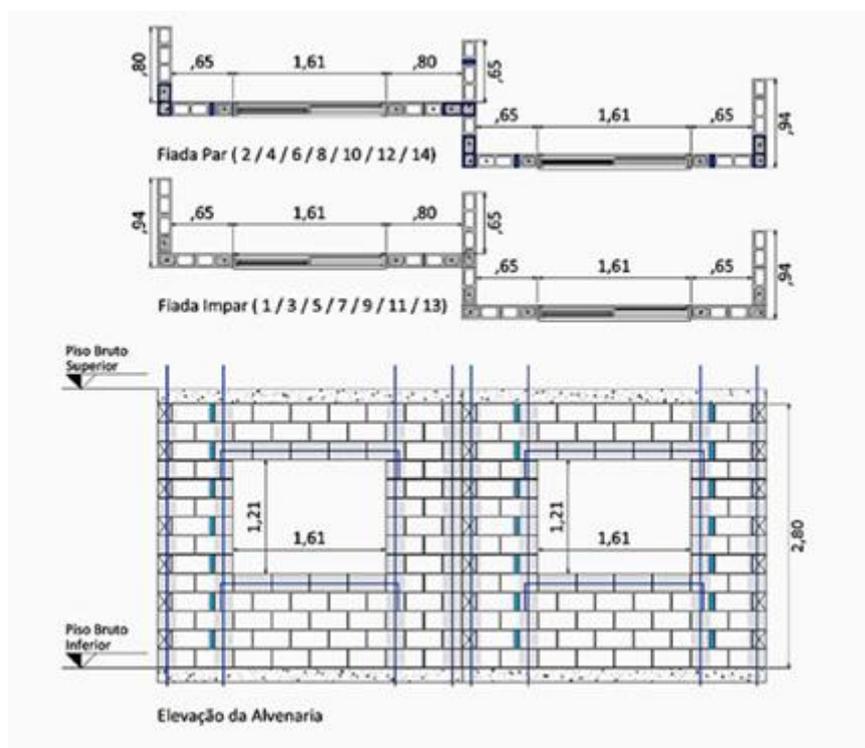
De acordo com Camacho (2006, p.5), "no Brasil, a introdução a alvenaria estrutural se deu no final da década de 60, sendo até pouco conhecida no meio técnico e empregada quase que somente nos grandes centros". As pesquisas sobre a alvenaria vieram somente na cidade

de São Paulo, nos anos de 60 e posteriormente nos anos 80 em Porto Alegre, Rio Grande do Sul. Essa técnica é nova, pouca usada, tem resultados excelentes para baratear, economizar e agilizar uma obra. Primeira utilização da mesma, aconteceu na cidade de São Paulo, foi construído o conjunto habitacional Central Park Lapa. A principal característica é a ausência de pilares e vigas, pois as próprias paredes compõem a estrutura da edificação e distribuem para as cargas uniformemente distribuídas os esforços, sendo assim, as paredes tem a função estrutural e vedação também. É de suma importância que as paredes sejam erguidas corretamente, evitando os cortes nos blocos de concreto. Tudo é projetado para ser instalado ao mesmo tempo, instalação elétrica e tubos hidro sanitárias. O ponto de graute é chamado como pilar (grauteamento o conjunto de paredes erguidas em modo de encaixe) a estrutura é analisada em pontos estratégicos para receber a ferragem, substituindo o pilar e depois argamassa completa o espaço vago dentro dos blocos e assim levantando as demais lajes. Sua mão de obra tem maior rendimento por metro quadrado por dia, tendo média de 15% em relação a estrutura de vedação, tendo uma boa aplicação e seu tempo é otimizado. Uma das desvantagens é reforma futura que não é um procedimento recomendado, já que suas paredes são projetadas como parte estrutural, sendo assim, a planta tipo é para todos os pavimentos podendo ser modificada algumas paredes no último andar (com auxílio de um engenheiro).

3.2 Tipos de alvenaria estrutural

Temos dois tipos de Alvenaria estrutural, a armada e a não armada. A armada recebe cargas em algumas regiões, pois existem elementos estruturais. Com armaduras passivas de fios, barras e telas de aço dentro dos blocos vazados e depois grauteados, e preenchidas (com concreto) as juntas verticais.

Figura 1 - Alvenaria armada

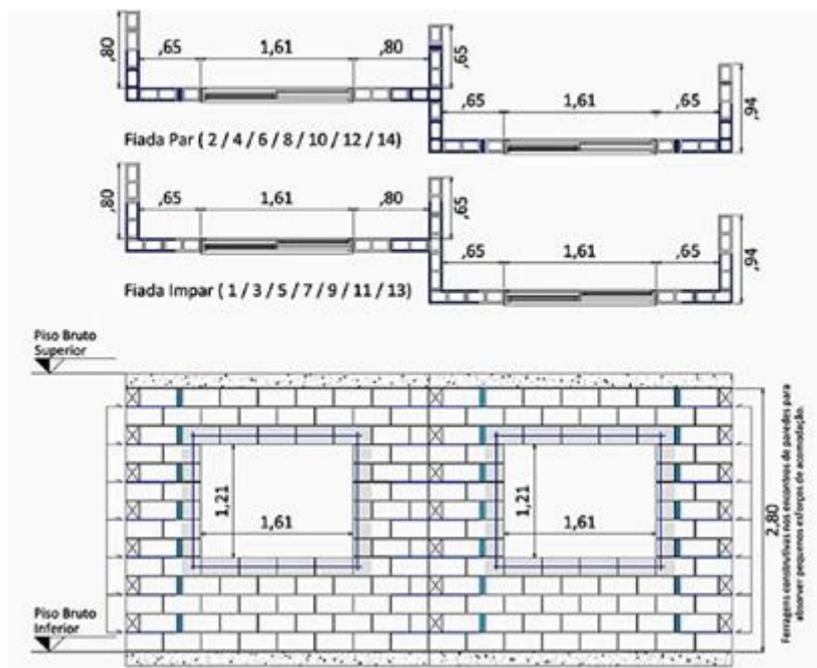


Fonte: (TAULI E NESSE, 2010, p.21).

Com segurança pode chegar a 25 pavimentos em uma única torre. Segundo Tauli e Nese (2010,p.23) , a alvenaria estrutural pode ser classificada como protendida, sendo uma alvenaria reforçada por uma armadura ativa (pré tensionada), que recebe cargas e esforços de compressão e é pouco utilizada por seu custo elevado na construção. Na figura acima, ferragens nas pontas, no meio e nas vergas (ligando as mesmas, entre a viga baldrame e a laje) para maior segurança.

Alvenaria não armada possui armaduras a fim de evitar trincas, fissuras, concentrações de tensões, geralmente situados em cantos de janelas e portas. Conforme figura abaixo a ferragem somente nas pontas das paredes e no meio delas.

Figura 2 – Alvenaria não armada



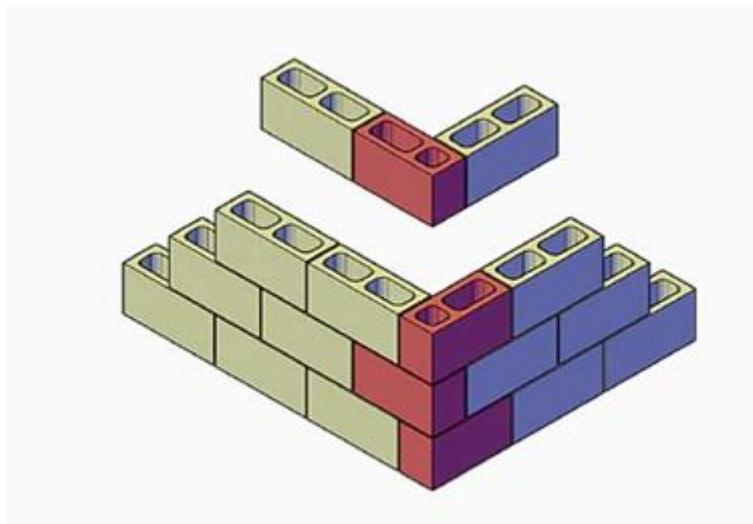
Fonte: (TAUIL E NESE, 2010. p.22).

Principais itens usados são: blocos, argamassa, graude e as ferragens. Aditivos e adições a argamassa será permitido o uso observando a NBR 11768. Blocos tem a função de resistência á compressão atendendo a NBR 6136/2014, onde estipula a resistência do mesmo. O graude é composto de agregados miúdos e graúdos com dimensão até 9,5mm, é concreto usado para preencher blocos e tem finalidade de aumentar a capacidade de resistência assim substituindo o pilar de concreto armado. As barras de ferro são colocadas no meio da parede horizontalmente ligando a barra vertical e preenchida de concreto. Logo repetir o processo 5 blocos para cima, assim apoiando as vigas e deve-se repetir em todo o perímetro do pavimento. No projeto deve ser descrito os pontos de graude tais como os pontos horizontais e verticais. A resistência da alvenaria com o ponto de graude tem seu valor mínimo de 15 MPa, segundo a norma NBR 15961-1/2011.

Armadura está presente na alvenaria de vedação e na estrutural, mas em pontos determinados pelo projetista, as armaduras são colocadas para absorver os esforços de tração, de modo que trabalhem uniformemente com os blocos. A NBR 15961-1/2011 especifica que o cobrimento deve ser no mínimo de 15mm, sua área transversal e não pode ser superior a 8% da área de seção do graude, estabelece também que não pode ter diâmetro superior a 6,3mm e normalmente usado aço CA-50 até o diâmetro de 25mm.

Amarração de bloco é um termo na construção que significa encaixar, de forma que sua quina fique no meio do outro bloco, assim dando sustentação e resistência para erguer uma parede. A compressão exercida sobre os de baixo é distribuída para todos os blocos por causa da formação (encaixe), conforme a figura abaixo.

Figura 3 – Bloco amarrado



Fonte: (TAUIL E NESSE, 2010, p.95).

Para assentamento de blocos a seco, apenas encaixe (sem argamassa do lado, apenas em sua base) não há necessidade de mão de obra treinada.

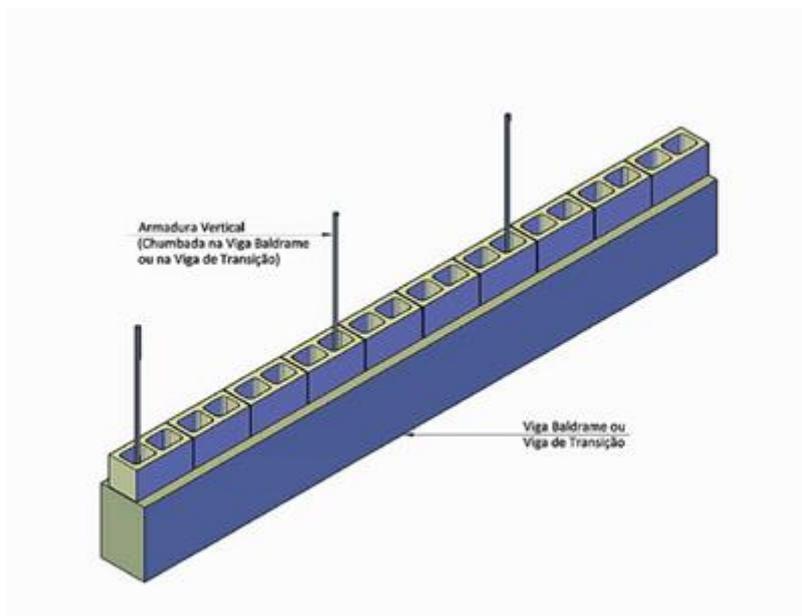
Tabela 02 - Normas usadas na alvenaria estrutural

Norma	Título
NBR 6136/2006	Blocos Vazados de Concreto Simples para Alvenaria - Requisitos
NBR 7184/1992	Blocos Vazados de Concreto Simples para Alvenaria – Determinação da Resistência á Compressão
NBR 12118/2006	Blocos Vazados de Concreto para Alvenaria - Ensaios
NBR 15270-1	Componentes Cerâmicos parte 1: Blocos Cerâmicos para Alvenaria de Vedação – Terminologia e Requisitos

Fonte: ABNT (2018).

Alvenaria estrutural não pode haver mudanças em sua estrutural depois de executado a obra pois suas paredes são blocos encaixados e fazendo parte estrutural do empreendimento. Para não ter erros e mudanças pelo caminho, organização de projeto é fundamental como o local exato das instalações das portas e janelas para as cargas suportarem os andares superiores. A verificação para não sair do esquadro, a cada 10m e com tolerância de 5 mm para não haver erros. O assentamento de blocos com argamassa é a mesma execução da alvenaria de vedação, porém não havendo pilares o espaço do mesmo será preenchido com blocos amarrados. Seguindo o projeto, os pontos de graute, serão colocados ferragens com argamassa na viga baldrame conforme a figura abaixo.

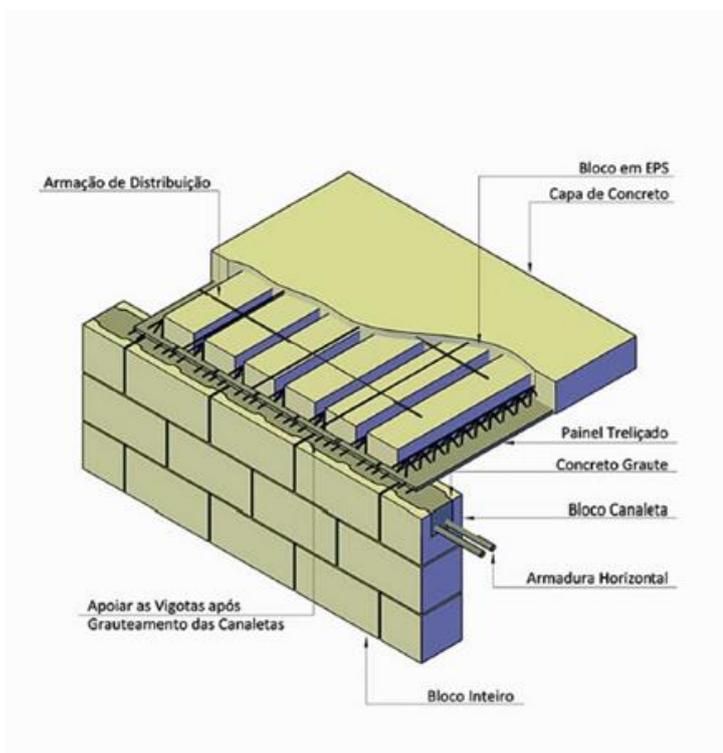
Figura 4 - Ponto de graute vertical



Fonte: (TAUIL E NESSE, 2010, p.70).

Após a base ser assentada, coloca-se ferragem horizontal com altura de 1,6 m ao encontro da ferragem vertical já chumbada na viga baldrame e preenchida o bloco canaleta de concreto.

Figura 5 - Junção da parede com a laje



Fonte: (TAUIL E NESSE, 2010, p.74).

Após posicionadas as tubulações para passar as instalações elétricas e hidrosanitárias, para depois colocarem as lajotas e isopores, posteriormente concretar com concreto usinado seguindo o procedimento até o último pavimento da obra.

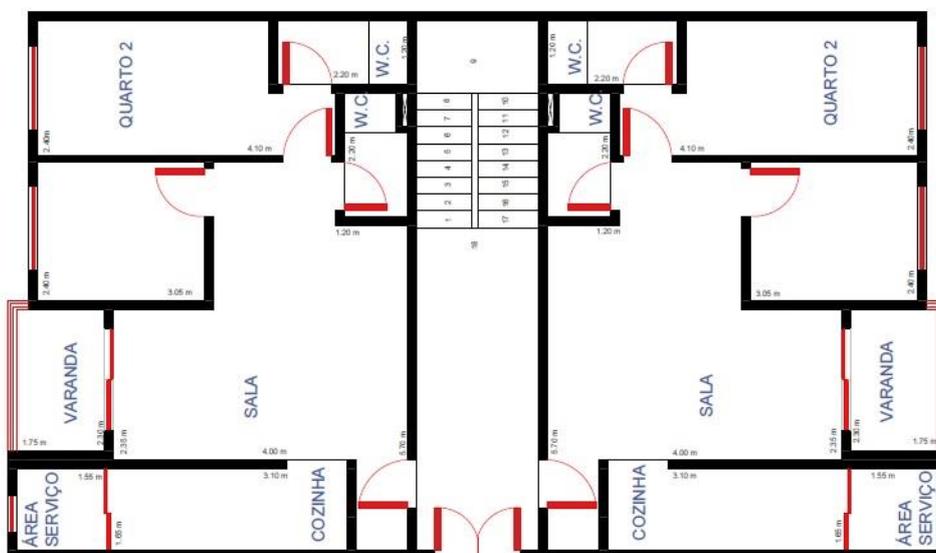
4. Metodologia

A pesquisa foi desenvolvida através de referências bibliográficas, com objetivo de buscar mais informações das alvenarias mais usadas no país, de vedação e estrutural e demonstrando um comparativo entre elas.

Para estudo de caso, posteriormente, foram desenvolvidos os projetos arquitetônico e estrutural da edificação para ambas as alvenarias, usando o software AutoCad 2010 para auxiliar na análise e comparativo dos mesmos e execução. Foi usado também o programa Excel para fazer o levantamento quantitativo do empreendimento. Para estudo de caso foi elaborado projetos residenciais, um alvenaria de vedação e outro estrutural (armada), multifamiliar com blocos. Para alvenaria de vedação foi usado blocos de cerâmicas com suas dimensões de 19x19x9 por ser viável economicamente, para alvenaria estrutural foi usado blocos de concreto de 9x19x39, pois são mais resistentes, como já mencionados, blocos tem função estrutural na edificação de receber cargas. Ambos os empreendimentos são compostos por dois pavimentos,

com duas unidades habitacionais em cada andar com 60 m² cada, contendo banheiro, um quarto, uma suíte, sala, varanda, cozinha e área de serviço totalizando quatro apartamentos, com pé direito de 3 metros e área total de 275,42 m². Conforme projeto abaixo:

Figura 6 - Pavimento tipo



Fonte: o autor.

Primeiramente foi elaborado o projeto usando o método de vedação, dimensionando os pilares e vigas. Com pé direito estipulado em 3 metros, multiplicamos pelo vão para termos o perímetro quadrado e dividimos pela área do bloco para termos a quantidade exata para levantar a alvenaria. As vigas e colunas foram estabelecidos com 4 barras verticais por pilar e estribos com espaçamento de 15 centímetros. Sabendo o perímetro das vigas e colunas, multiplicamos por dois, cada fase do elemento, para termos o consumo de fôrmas. Utilizando as medidas das formas, altura vezes comprimento vezes profundidade, descobrimos a quantidade em volume m³, multiplicamos pelo número de pilares e vigas para chegar ao consumo total. Após reunidos os dados de quantidade de materiais usados e seguindo os indicadores da tabela TCPO (Tabelas De Composições De Preços Para Orçamentos) e preços da tabela SINAPI (Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil), desenvolvemos a planilha de gastos dos edifícios. O segundo projeto foi o estrutural, indicando os pontos para receber o concreto e o aço, em todos os pontos de cantos e bordas, assim como cantos de janelas e portas segundo ABNT - NBR 15961 - 1 2011. A contagem do aço é calculado 3 barras por ponto de graute (1,60 m) e deixando arranque de meio centímetro para subir próxima fileira de blocos, nas vergas e contra vergas usados 3 barras também. O consumo

da massa é calculado pelas dimensões dos furos dos blocos, multiplicado pela quantidade de blocos acima do mesmo.

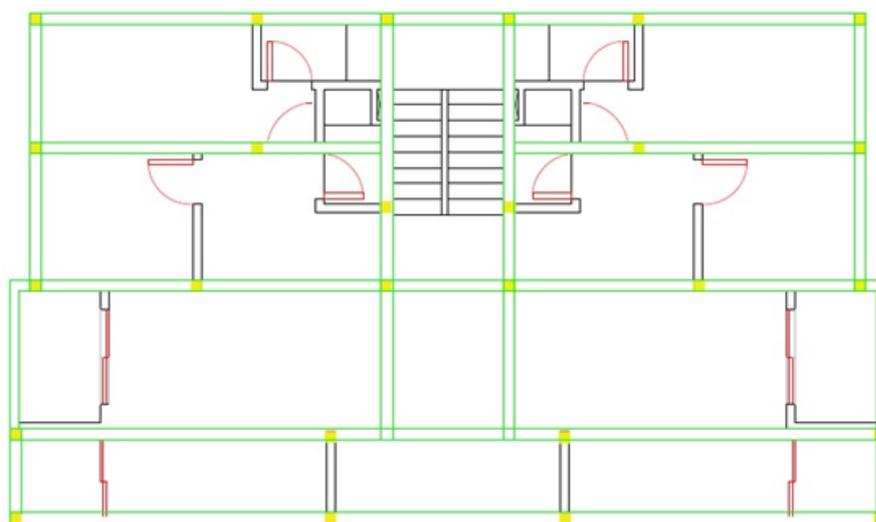
Após definidas as quantidades e guiando-se pelas tabelas, será possível resultar um levantamento quantitativo dos materiais e calcular o orçamento para os dois métodos. Com os resultados obtidos do levantamento das alvenarias, é apresentado qual dos dois processos possui o melhor custo benefício e menor custo, comparando com a quantidade de materiais usados e gastos com mão de obra, levando-se em consideração apenas a parte de alvenarias. Após resultados apresentados temos uma análise de qual dos sistemas é mais viável financeiramente.

5. RESULTADOS

5.1 Orçamento Alvenaria de Vedação

Para orçar o investimento da obra, usamos as tabelas SINAPI e TCPO, para ter parâmetro de preços para cada etapa e mostrar o consumo de materiais, mão de obra e seus preços finais, ressaltando que não foi levantado orçamento da laje, revestimento e fundação. Nos insumos da tabela estão incluso os encargos sociais, que equivale a 78,33% (INSS, FGTS normal e FGTS/Rescisão) no custo da hora trabalhada do funcionário como é mostrado abaixo na tabela 5.

Figura 7 - Pavimento tipo de vedação



Fonte: o autor.

Analisando a planta acima chegamos ao consumo de material para a edificação de 275,42 m². Com dois apartamentos por pavimento, temos o preço orçado em 56.398,47 reais para o empreendimento todo ser realizado, considerando apenas a alvenaria.

Tabela 5: Planilha de serviço e de consumo seguindo a tabela SINAPI

Planilha de serviço -Tabela TCPO item 04211.8.2					
ITEM	DESCRIÇÃO	UNI	QUANT	PREÇO	TOTAL
1.	Pedreiro e ajudante	h	275,88	39,86	R\$ 10.996,58
2.	Fôrmas 3x3 para pila	m ²	17,55	22,5	R\$ 394,88
3.	Carpinteiro, ajudante, tábua pilar	h	17,55	100,5	R\$ 1.763,78
4.	Fôrmas 30x3 viga	m ²	29	22,5	R\$ 652,50
5.	Carpinteiro, ajudante, tábua vigas	h	29	32,36	R\$ 938,44
6.	Aço CA-50 1/2 (40 mm)	kg	1.027,52	7,47	R\$ 7.675,57
7.	Aço CA-50 (10 mm)	kg	64,89	3,38	R\$ 219,33
8.	Arame recozido	kg	25	9	R\$ 225,00
9.	Armador, ajudante, espaçador, arame	h	1.092,41	7,47	R\$ 8.160,30
10.	Prego 17x21	kg	30	8,15	R\$ 244,50
11.	Bloco cerâmico furado 09x19x19	uni	17.881	R\$ 0,80	R\$ 14.304,80
12.	Argamassa mista - traço 1:2:8	m ³	29	R\$ 373,20	R\$ 10.822,80
					R\$ 56.398,47

Fonte: o autor.

A Planilha acima demonstra os gastos de materiais e mão de obra, podemos notar o consumo alto de aço e argamassa. Se tratando de desperdícios, dificilmente, as fôrmas serão usadas novamente, gerando mais entulho na obra e adicionando custo para a limpeza.

Figura 8 - Tabela de serviço com blocos cerâmicos

04211.8.2_ ALVENARIA de vedação com blocos cerâmico furados 9 x 19 x 19 cm (furos horizontais), juntas de 12 mm com argamassa mista de cimento, cal hidratada e areia sem peneirar traço 1:2:8 - tipo 1 - - unidade: m²

CÓDIGO	COMPONENTES	UNID.	CONSUMOS	
			ESPESSURA DA PAREDE (CM)	
			9	19
			04211.8.2.3	04211.8.2.4
01270.0.40.1	Pedreiro	h	1,00	1,50
01270.0.45.1	Servente	h	1,00	1,50
04211.3.2.1	Bloco cerâmico furado de vedação 9 x 19 x 19 (altura: 190 mm / comprimento: 190 mm / largura: 90 mm)	un	25,70	51,00
*04060.8.1.84	ARGAMASSA mista de cimento, cal hidratada e areia sem peneirar traço 1:2:8	m ³	0,0135	0,042
COMPOSIÇÃO DETALHADA INCLUINDO A PRODUÇÃO DE INSUMOS				
01270.0.40.1	Pedreiro	h	1,00	1,50
01270.0.45.1	Servente	h	1,135	1,92
02060.3.2.2	Areia lavada tipo média	m ³	0,01647	0,05124
02065.3.2.1	Cal hidratada CH III	kg	2,457	7,644
02065.3.5.1	Cimento Portland CP II-E-32 (resistência: 32,00 MPa)	kg	2,457	7,644
04211.3.2.1	Bloco cerâmico furado de vedação 9 x 19 x 19 (altura: 190 mm / comprimento: 190 mm / largura: 90 mm)	un	25,70	51,00

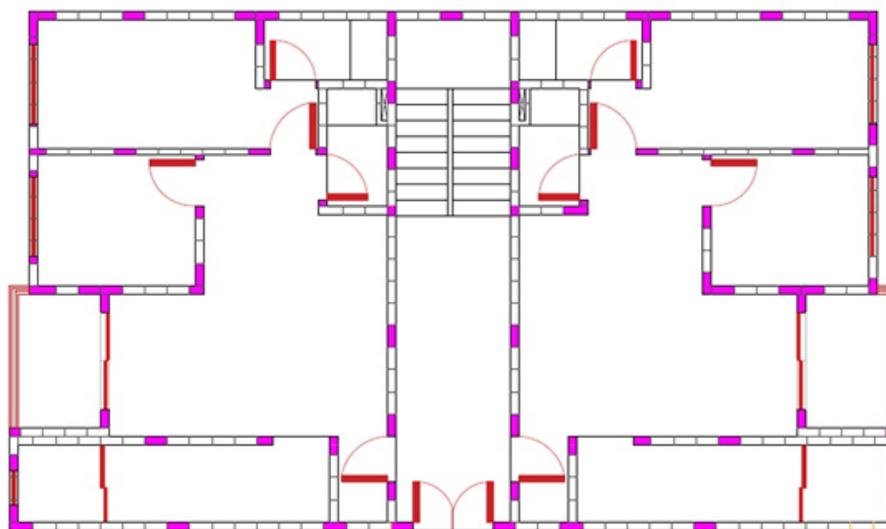
Fonte: TCPO - 13^o edição.

Utilizando a tabela da TCPO, serviço 04211.8.2, o insumo de produtividade a ser analisado será o bloco com dimensões 9x19x19, o pedreiro consome 1,5 h/m² ou seja, ele demora 1 hora e meia para executar 1 m², a produtividade é obtida atrás da divisão 1/RUP (Razão Unitária de Produção), de serviço a cada metro quadrado, sendo assim o pedreiro produz 0,66 m²/hora. O ajudante tem taxa de produção de 0,52 m²/ hora. Quando calculamos para definir o tempo de obra, dividimos área total, 645,50 m², pela produção que resulta em 978 horas, divide-se por 8 (horas diárias), chegamos a exatos 122 dias para executar somente alvenaria.

5.2 Orçamento Alvenaria Estrutural

Usando o mesmo procedimento, calculamos o consumo dos materiais e chegamos ao preço final do empreendimento. O orçamento é um dos processos mais importantes na obra. Estabelece os gastos e ganhos na execução do empreendimento e ajuda o engenheiro a ter controle sobre a obra.

Figura 9 - Pavimento tipo estrutural



Fonte: o autor.

O projeto realizado acima mostra, em roxo, os pontos a receber barras de aço e concreto, dando resistência para pavimentos superiores chamados pontos de graute. Neste processo não é usado carpinteiro, pois não será usada formas, assim diminuindo mão de obra.

São colocados 3 barras de 10 mm entre as portas, janelas e vergas e contra vergas

dentro de blocos canaletas. Para pontos que substituem as vigas, são colocados 3 barras de 10 mm horizontalmente ao redor de toda a estrutura, na quinta e na última fileira de blocos usando as canaletas e preenchido com concreto.

Tabela 6 - Planilha de serviço e consumo de material seguindo tabela SINAPI

Planilha de serviço -Tabela TCPO item 04212.8.1					
ITEM	DESCRIÇÃO	UNI	QUANT	PREÇO	TOTAL
1.	Pedreiro e ajudante	h	275,88	39,05	R\$ 10.773,11
2.	Bloco de concreto 14x19x39	uni	8.695	R\$ 1,40	R\$ 12.173,00
3.	Bloco de canaleta 14x19x39	uni	687	R\$ 1,80	R\$ 1.236,60
4.	Aço CA-50 3/8 (10mm)	kg	1.322,98	R\$ 3,38	R\$ 4.471,67
5.	Armador, ajudante, espaçador, arame	h	1.322,98	R\$ 7,47	R\$ 9.882,66
6.	Pontos de Graute (argamassa) ajudante	m³	23,8	R\$ 7,03	R\$ 167,31
7.	Argamassa - cimento, cal e areia traço 1:0,25:3	m³	23,8	R\$ 373,20	R\$ 8.882,16
					R\$ 47.586,52

Fonte: o autor.

A planilha acima mostra que a poucos funcionarios, sua mão de obra tem rendimento superior ao da alvenaria de vedação, por ser encaixe de blocos, levantando paredes mais rápido. Blocos canaletas, já mencionados, fazer as vergas e contra vergas, apenas colocando ferragem e concreto, economizando tempo. O armador, nesse método de construção, faz os cortes nas barras de aço e posteriormente são colocadas conforme projeto. A argamassa é despejada em pontos já determinados, facilitando a logística e agilizando a execução das atividades.

Figura 10 - Tabela serviço com blocos de concreto

04222.8.1. ALVENARIA estrutural com blocos de concreto, juntas de 10 mm com argamassa mista de cimento, cal hidratada e areia sem peneirar traço 1:0,25:3 - tipo 3 - - unidade: m²

CÓDIGO	COMPONENTES	UNID.	CONSUMOS	
			DIMENSÕES (CM)	
			14 X 19 X 39	19 X 19 X 39
			ESPESSURA DA PAREDE (CM)	
			14	19
			04222.8.1.1	04222.8.1.2
*04060.8.1.77	ARGAMASSA mista de cimento, cal hidratada e areia sem peneirar traço 1:0,25:3	m³	0,0134	0,0182
01270.0.40.1	Pedreiro	h	0,80	0,80
01270.0.45.1	Servente	h	0,80	0,80
04222.3.1...	Bloco de concreto estrutural - bloco inteiro	un	12,90	12,90
COMPOSIÇÃO DETALHADA INCLUINDO A PRODUÇÃO DE INSUMOS				
01270.0.40.1	Pedreiro	h	0,80	0,80
01270.0.45.1	Servente	h	0,934	0,982
02060.3.2.2	Areia lavada tipo média	m³	0,016348	0,022204
02065.3.2.1	Cal hidratada CH III	kg	0,8174	1,1102
02065.3.5.1	Cimento Portland CP II-E-32 (resistência: 32,00 MPa)	kg	6,5124	8,8452
04222.3.1...	Bloco de concreto estrutural - bloco inteiro	un	12,90	12,90

Fonte: TCPO - 13ª edição.

O serviço 04222.8.1, obtemos a produtividade da mão de obra na fileira do bloco 14x19x39. Com os mesmos cálculos, a produtividade do pedreiro é 1,25 m²/hora e servente tem rendimento de 1,07 m²/ hora. Divide-se área total pela produção resultando 515 horas, dividindo por 8 horas trabalhadas, o funcionário gastará 64 dias para executar o serviço de alvenaria.

5.3 Vantagens e desvantagens

O método convencional, como dito anteriormente, é o mais usado do país, apresentando baixa produtividade, grande desperdícios e gerando muito resíduos sólidos. Com base na pesquisa, podemos definir algumas vantagens e desvantagens tais como: estanqueidade à água, sem limites para execução de edifícios altos, vigas alcançando maiores vãos, isolamento térmico e acústico. Tem como desvantagens a mão de obra especializada, bloco não pode ser reutilizado após assentamento, maior volume de massa, formas para vigas e colunas, e aberturas nas paredes para passagem da tubulações.

A alvenaria estrutural traz como vantagens o assentamento de blocos a seco, não necessita de mão de obra especializada, maior organização no canteiro de obras, tubulações elétricas e de água embutida nos blocos, fácil treinamento da mão de obra, técnica de execução mais simples execução mais rápida, consumo de fôrmas de madeira e prego reduzidos; Desvantagens desse método são: altura máxima de 12 pavimentos, não permite cortes na horizontal, peso mais elevado do empreendimento, necessário revestimento interno (rodapé) com argamassa para não haver infiltração, arquitetura restringidos pela distâncias e tamanho dos blocos. As formas são usadas somente quando a necessidade de executar lajes no local da obra. Outro fator determinante, está na dificuldade em alterar paredes, pois tem função estrutural, sendo assim, remover pode comprometer a segurança da estrutura. A principal diferença entre as alvenarias está em sua composição. Enquanto a alvenaria de vedação tem sua estrutura usada para vedação, dividir e proteger ambientes internos, suas colunas e vigas têm a função de recebem as cargas, enquanto alvenaria estrutural tem suas paredes como finalidade estrutural, suportar cargas, e de vedação. Trabalhadores mais qualificados são importantes na alvenaria de vedação, tais como eletricitista, pedreiro, servente, encanador e em contrapartida na estrutural, o número de funcionários qualificados é reduzido. As vantagens diferenciam no orçamento final, quando se usa menos formas, aço, mão de obra e concreto.

6. CONCLUSÃO

A pesquisa apresentada objetivou a uma análise comparativa de custos em uma obra residencial multifamiliar, utilizando os métodos da alvenaria estrutural e de vedação. Devido as grandes necessidades do mercado de impor prazos, devemos estar à procura de novas e práticas execuções construtivas que nos atendam tanto financeiramente quanto em eficiência. O sistema construtivo em alvenaria estrutural é um dos métodos que corresponde as necessidades da construção civil, mínimos desperdícios de matérias, maior agilidade, garantia de resistência contra futuras patologias, sua tubulação é passada durante o andamento do assentamento dos blocos, maximizando o tempo da execução. Por fim foram apresentadas as vantagens e desvantagens de suas utilizações. Tornando a alvenaria estrutural uma boa opção de escolha do método construtivo. É recomendado o uso da alvenaria não armada sempre que possível, pois tem execução mais simples e proporcionam maior economia. A escolha do tipo de bloco estrutural a ser utilizada é vinculada a vários fatores: nível de exigência quanto ao aspecto estético, disponibilidade dos blocos existentes no mercado, facilidade de manuseio em obra, resistência e tipos. Fator negativo, a não existência de paredes estruturais em uma das direções compromete os apoios para as lajes, não é aconselhável mudanças de paredes internas, já que seus blocos tem funções estruturais.

A madeira utilizada nas formas para alvenaria de vedação e os tijolos de dimensões pouco precisas, de baixa resistência empregados, cortes nas paredes contribuem para a mão de obra ser menos produtiva elevando o tempo de obra e gerando mais desperdícios durante o decorrer da concepção. Necessidade de mão-de-obra especializada na vedação como: pedreiro, armador, carpinteiro, eletricista, encanador e servente para executar mesmas tarefas da estrutural, sendo que na mesma, este plantel é reduzido pela simultaneidade das etapas de execução, a qual induz à polivalência do operário através de relativamente fácil treinamento. Por outro lado, a vedação tem uma grande liberdade de concepção do projeto arquitetônico, podendo vencer grandes vãos. Alvenaria estrutural é mais viável, neste estudo de caso, por ser mais produtiva e ser 18% mais econômica, porém tem limitações para empreendimentos altos e não podendo ter mudanças internas.

**STRUCTURAL AND SEALING MASONRY: A comparative cost analysis of
two multifamily enterprises**

ABSTRACT

The present research aimed at a comparative analysis of costs in a multifamily residential project, using structural masonry and sealing methods. Due to the great market needs of imposing deadlines, we must be looking for new and practical constructive executions that meet both financially and efficiently. The construction system in structural masonry is one of the methods that corresponds to the needs of civil construction, minimum waste of materials, greater agility, guarantee of resistance against future pathologies, its piping is passed during the progress of the laying of the blocks, maximizing the time of execution. Finally, the advantages and disadvantages of its uses were presented. Making structural masonry a good choice of constructive method. The use of non-reinforced masonry is recommended whenever possible, as it is simpler to execute and provides greater savings. The choice of the type of structural block to be used is linked to several factors: level of aesthetic requirement, availability of existing blocks in the market, ease of handling on site, strength and types. Negative factor, the absence of structural walls in one direction compromises the supports for the slabs, it is not advisable to change internal walls, since its blocks have structural functions. The wood used in the masonry forms of sealing and the bricks of small dimensions, of low resistance employed, cuts in the walls contribute to the workmanship to be less productive the time of workmanship and generating more wastes during the course of the design. The need for specialized labor in the fence, such as: bricklayer, shipbuilder, carpenter, electrician, plumber and servant to perform the same tasks of the structural, and in the same, this establishment is reduced by the simultaneity of the execution stages, which induces the versatility of the worker through relatively easy training. On the other hand, the fence has a great freedom of conception of the architectural project, being able to conquer great gaps. Structural masonry is more feasible, in this case study, because it is more productive and is 18% more economical, but it has limitations for high ventures and can not have internal changes.

REFERÊNCIAS

ABNT – **Associação Brasileira de Normas Técnicas**. NBR 15270-1 Blocos cerâmicos para alvenaria de vedação -Terminologia e requisitos. Rio de Janeiro. 2005.

_____. NBR 11768: Aditivos para concreto de cimento Portland. Rio de Janeiro, 1992.

_____. NBR 6136: Blocos vazados de concreto simples para alvenaria — Requisitos. Rio de Janeiro, 2007.

_____. NBR 8798: Execução e controle de obras em alvenaria estrutural de blocos vazados de concreto – Procedimento. Rio de Janeiro, 1985.

_____. NBR 15961: Alvenaria estrutural - Blocos de concreto. Rio de Janeiro, 2011.

ASSOCIAÇÃO, Brasileira de Cimentos Portland. **Soluções para cidades.**{online}. Disponível na Internet via <http://solucoesparacidades.com.br/habitacao/6-normas-habitacao/normas-tecnicas-da-abnt-para-alvenaria-de-vedacao-com-blocos-de-concreto/Arquivo> capturado em 15 de abril. 2018.

CAMACHO, Prof.Dr.Jefferson Sidney. UNESP. **Projeto de Edifícios de Alvenaria Estrutural**. Ilha Solteira – SP.2006.

CONSIST. **Produtos:** Vantagens na utilização de blocos de concreto. Disponível em: <http://www.blocosconsist.com.br/crbst_5.html>. Arquivo capturado em 11 de junho. 2018.

ELLER, Mariana. **Mãos aobra.**{online}.Disponível na Internet via <http://maosaobra.org.br/perguntas_respostas/o-que-e-alvenaria-de-vedacao/>. Arquivo capturado em 15 de abril. 2018.

FISHER, R. **Paredes;** tradução de Luis M. J. Cisneros. Barcelona: Editorial Blume, 1976.

FK. **Tijolo Baiano**. Disponível em: <http://www.fkcomercio.com.br/tijolos_ceramicos.html>. Arquivo capturado em 11 de junho. 2018.

GOMES, N. S. **Normalização técnica de blocos para alvenaria**. In: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA CONSTRUÇÃO INDUSTRIALIZADA. Manual técnico de alvenaria. São Paulo: Projeto Editores Associados, 1990.

IPORÃ. **Bloco de Concreto de Vedação**. Disponível em: <<http://www.iporablocos.com.br/bloco-concreto-vedacao.html>>. Arquivo capturado em 11 de junho. 2018.

MARTINS, João Guerra. Alvenarias: Condições Técnicas de Execução. Series materiais, Porto: 2009. Universidade Fernando Pessoa. 2009.

SABBATINI, F. H. **Argamassa de assentamento para paredes de alvenaria resistente**. Boletim Técnico da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, 1986.

SINAPI – **INDICES DA CONSTRUÇÃO CIVIL**.Relatorio Insumos e Composição – Disponível em <http://www.caixa.gov.br/poder-publico/apoio-poder-publico/sinapi/Paginas/default.aspx>>. Arquivo capturado em 15 de abril.2018.

TAULI, Carlos Alberto.Nesse, Flávio José Martins. **Alvenaria Estrutural**. 1 ed. São Paulo: Editora Pini, 2010. p.183.

PEREIRA, Caio. **Escola Engenharia** Disponível em:
<<https://www.escolaengenharia.com.br/alvenaria-estrutural/>>.Arquivo capturado em 12 de junho. 2018.

PRUDÊNCIO JR, L. R.; OLIVEIRA, A. L., BEDIN, C.A. Alvenaria estrutural de blocos de concreto. Editora Gráfica Palloti, Florianópolis, 2003.