



FUNDAÇÃO PRESIDENTE ANTÔNIO CARLOS - FUPAC
FACULDADE PRESIDENTE ANTÔNIO CARLOS DE UBÁ
ENGENHARIA CIVIL

DANIEL CAMPOS FERRARI NOÉ

**MÉTODO DE EXECUÇÃO DE OBRAS EM ALVENARIA ESTRUTURAL COM
BLOCOS DE CONCRETO**

UBÁ
2014

DANIEL CAMPOS FERRARI NOÉ

**MÉTODO DE EXECUÇÃO DE OBRAS EM ALVENARIA ESTRUTURAL COM
BLOCOS DE CONCRETO**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de graduação Engenharia Civil da Faculdade Presidente Antônio Carlos de Ubá como requisito parcial para obtenção do título de bacharel em Engenharia Civil.

Orientadora: MSc Iracema Mauro Batista.

UBÁ

2014

MÉTODO DE EXECUÇÃO DE OBRAS EM ALVENARIA ESTRUTURAL COM BLOCOS DE CONCRETO

Resumo

O trabalho tem como objetivo demonstrar o processo construtivo de obras de alvenaria estrutural com blocos de concreto e ressaltar vantagens e desvantagens em comparação a outras metodologias construtivas. Este modelo de construção não utiliza elementos estruturais (pilares e vigas) como na alvenaria convencional, o que faz com que as paredes funcionem como elementos estruturais e de vedação. Para que isso ocorra, os materiais utilizados devem seguir características e normas para garantir a eficiência e segurança do processo construtivo. Identificou-se detalhes nos blocos estruturais de concreto, seus modelos de famílias e seu modo correto de armazenagem, especificando propriedades das argamassas e seus traços. Os projetos de alvenaria estrutural detalharam os modelos de blocos escolhidos pelo projetista, o posicionamento de cada bloco nas duas primeiras fiadas e também o projeto de elevação das paredes que permitem passar os tubos elétricos e hidráulicos, evitando corte nos blocos, o que não é permitido, uma vez que diminuiriam expressivamente a resistência da parede estrutural. Chegando aos procedimentos de execução, estes representam a marcação da obra, as elevações dos blocos, até a conferência de prumo e nível para garantir uma obra econômica, rápida e segura. Apesar de limitações arquitetônicas e reformas não previstas o método estudado garante uma economia considerável, motivada pela rapidez de execução, economia de material e mão de obra.

Palavras-chave: Alvenaria Estrutural. Sistema Construtivo. Blocos de Concreto.

METHOD OF EXECUTION IN STRUCTURAL MANSORY CONSTRUCTION WITH CONCRETE BLOCKS

Abstract

The object of this research is to show the constructive process of structural masonry constructions with concrete blocks and to highlight advantages and disadvantages in comparison with others constructive methods. This model of construction does not use structural elements (pillars and beams) as the traditional masonry, what makes the walls work as structural elements of sealing. For this to happen, the used materials have to follow standards and characteristics to guarantee the efficiency and security in the constructive process. It was identified details in the structural concrete blocks, its models of families and its correct way of storage, specifying the properties of mortar and its traits. The projects of structural masonry details the models chosen by the draftsman, the positioning of each block in the first two row of bricks and also the project of elevation of the walls that allows the passage of electrical and hydraulic tubes, avoiding cuts on the blocks, what it is not allowed, once they diminish meaningly, the resistance of the structural wall. Coming to the execution procedures, these represent the marking of the construction, from the elevation of the blocks until the conference of plumb and level to guarantee an economic construction, fast and safe. Despite architectural limitations and not expected reforms, the studied method guarantees a substantial economy, motivated by the speed of execution, economy of the material and workmanship.

Keywords: Structural masonry. Constructive System. Concrete blocks.

1 INTRODUÇÃO

A alvenaria estrutural é considerada por alguns autores sendo a primeira forma de construção desenvolvida e quando analisada a fundo, confunde-se com a própria história da humanidade. Seus feitos datam de antes das pirâmides do Egito, utilizada há centenas de anos para construção de habitações por diversos povos e também para o desenvolvimento de obras de grande porte.

Analisando de uma maneira prática, a alvenaria estrutural é a forma de empilhar blocos utilizando ou não material ligante entre eles, de modo a proteger um ambiente interno, semelhante ao feito nas pirâmides, coliseu de Roma, muralhas da China, castelos medievais e até mesmo em casas mais simples utilizando tijolos maciços de barro. Esses são exemplos que se destacam pelo processo construtivo, simplicidade, segurança e os materiais utilizados (SÁNCHEZ, 2013).

Segundo Tauil (2010) a alvenaria é o conjunto de peças justapostas coladas em sua interface, por uma argamassa apropriada, formando um elemento vertical coeso. Ele ressalta que a formação de um conjunto coeso serve para vedar espaços, resistir a cargas, promover segurança, resistir a impactos, a ação do fogo, isolar e proteger acusticamente os ambientes, contribuir para a manutenção do conforto térmico, além de impedir a entrada de vento e chuva no interior dos ambientes. A alvenaria de blocos de concreto, quando tratada de forma adequada, proporciona vantagens significativas no processo de racionalização da construção quando comparada a outros processos mais tradicionais.

Tendo em vista a praticidade de sua execução e simplicidade, alguns detalhes devem ser observados, pois a má execução pode levar a problemas sérios, desde trincas e rachaduras a ruína da edificação. Paredes desalinhadas, fora do esquadro e fora do prumo significam um risco considerável, o qual deve ser evitado ao máximo, pois em alvenaria estrutural não se utilizam pilares e vigas, as paredes têm função estrutural, e para que funcionem perfeitamente, as forças devem ser distribuídas de forma a se dissiparem uniformemente por todas as paredes até a fundação (TAUIL, 2010).

O sistema construtivo em alvenaria estrutural foi de forma pioneira implantado no Estado de São Paulo na década de 1970, passou por uma fase de desuso durante a década de 1980 e parte da década de 1990, a partir da qual foi retomada sua utilização nas regiões Sul e Sudeste. Após esse longo período de utilização, problemas enfrentados no passado, como fissuração por retração dos blocos, dilatação térmica da laje de cobertura e baixa resistência à compressão simples dos blocos já estão devidamente solucionados. Dessa forma, o sistema está atualmente em franca expansão pelo Brasil, sendo possível projetar e executar edifícios com 15, 18 e 20 pavimentos e flexibilização no layout (NASCIMENTO NETO, 2014, p. 46).

Com as aplicações de inúmeras tecnologias na construção civil para suprir a falta de mão de obra e com a crescente necessidade de obras rápidas, econômicas, ecologicamente corretas e com o mínimo de desperdício possível, a alvenaria estrutural ganha cada vez mais espaço na moderna construção civil e vence antigos preconceitos do método construtivo.

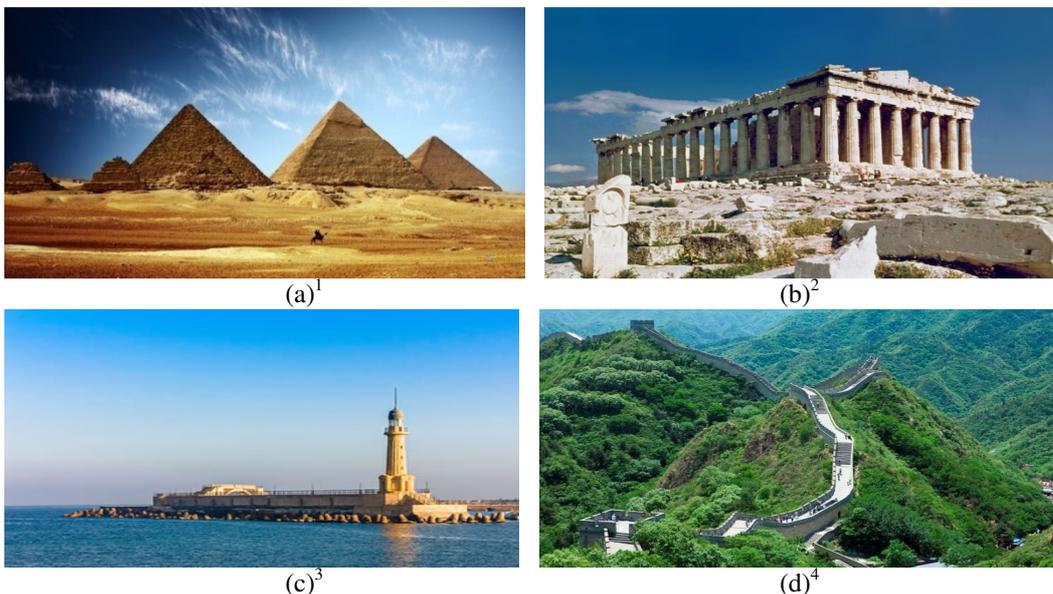
Diante do exposto o presente trabalho tem como objetivo demonstrar o processo construtivo de obras de alvenaria estrutural com blocos de concreto ressaltando vantagens e desvantagens em comparação a outras metodologias construtivas.

2 DESENVOLVIMENTO

2.1 Histórico

A alvenaria é um sistema construtivo muito antigo e tradicional, e tem sido utilizado desde o início da atividade humana para execução de estruturas para os mais variados fins. "Utilizando blocos de diversos materiais, como argila, pedra e outros, foram produzidas obras que desafiaram o tempo, atravessando séculos ou mesmo milênios e chegando até nossos dias como verdadeiros monumentos de importância histórica" (RAMALHO; CORRÊA, 2003, p. 2). Dentre tantas pode-se ressaltar algumas como: Pirâmides de Quéops, Quéfren e Miquerinos, FIG. 01 (a), 2600 anos a.C ; Parthenon, na Grécia, FIG. 01 (b), construído entre 480 a.C. e 323 a.C ; Farol da Alexandria, FIG. 01 (c), construído em 280 anos a.C ; Muralha da China, FIG. 01 (d), construída no período de 1368 a 1644.

FIGURA 01 - Monumentos históricos em alvenaria estrutural



Fonte: MATEMATICADEGRACA.COM.BR; HISTORIA.SEED.PR.GOV.BR; BRASILESCOLA.COM; VIAJEAQUIL.ABRIL.COM.BR

O ponto de partida da "moderna alvenaria estrutural" começou com o professor Paul Haller na Suíça, devido a falta de concreto e aço proporcionados pela demanda na Segunda

¹ Disponível em: < <http://matematicadegraca.com.br/exercicios-de-geometria-espacial/exercicios-sobre-piramides> >. Acesso em: 25 set. 2014.

² Disponível em: < <http://leitersblues.com/2010/02/el-partenon/> >. Acesso em: 25 set. 2014.

³ Disponível em: < <http://www.brasilescola.com/historia/sete-maravilhas-mundo.htm> >. Acesso em: 25 set. 2014.

⁴ Disponível em: < <http://www.brasilescola.com/china/muralha-china.htm> >. Acesso em: 25 set. 2014.

Guerra Mundial surgiu a necessidade de se estudar e desenvolver parâmetros mais detalhados para assegurar viabilidade na construção de obras de maior porte (SÁNCHEZ, 2013).

No Brasil a alvenaria estrutural surgiu anteriormente a 1960 com o conhecimento empírico, uma técnica considerada como uma "alvenaria resistente", pois não haviam normas e regulamentos com os critérios de segurança no dimensionamento. Nessa época, as obras quase não passavam de quatro pavimentos e eram construídas com simples critérios de execução baseadas na experiência do construtor. Somente em 1966, foram utilizados os blocos de concreto em alvenaria estrutural para a construção do conjunto habitacional Central Park Lapa em São Paulo, realizado com paredes de 19 cm de espessura e quatro pavimentos. Em 1972, foi construído no mesmo conjunto habitacional quatro prédios de 12 pavimentos cada (SÁNCHEZ, 2013).

O aumento da construção em alvenaria estrutural sem uma normalização adequada ocasionou o surgimento de diversas patologias nas obras, especialmente no fator durabilidade. Em 1984 surge a primeira norma brasileira que trata dos blocos vazados de concreto, fornecendo parâmetros para escolha dos materiais, detalhes de execução e projetos.

2.2 Definições

Segundo Camacho (2006), conceitua-se alvenaria estrutural como processo construtivo no qual, os elementos que desempenham a função estrutural são de alvenaria, sendo os mesmos projetados, dimensionados e executados de forma racional em um sistema que alia alta produtividade com economia, desde que executado de maneira correta.

Já Sánchez (2013), descreve que a alvenaria estrutural é um sistema construtivo em que a unidade básica modular é o bloco e com a união proporcionada pela argamassa, solidarizam-se formando elementos denominados paredes, responsáveis por absorver a todas as ações atuantes.

Neste caso a alvenaria é a estrutura da edificação. Assim, recomenda-se a execução de um projeto detalhado, compatível com os produtos normatizados e a utilização de mão de obra qualificada. Na alvenaria estrutural, não se utilizam pilares e vigas, pois são as paredes que compõem a estrutura da edificação e distribuem as cargas, uniformemente, ao longo das fundações. Dessa forma, deve se levar em consideração a análise das armações e grauteamento dos blocos, para reforço nas paredes quando houver necessidade.

2.3 Materiais Constituintes

As paredes em alvenaria estrutural são compostas basicamente pela união de diferentes materiais, como bloco, argamassa, graute e aço, se necessário.

2.3.1 Blocos de Concreto

Elemento estrutural utilizado em grande quantidade, os blocos de concreto para alvenaria estrutural fazem parte do caminho crítico da estruturação de uma obra. Por dispensar a concretagem de elementos estruturais, os projetos de alvenaria estrutural precisam ser bem detalhados e modulados, representando claramente os blocos e especificando os modelos a serem utilizados, para que assim não ocorra recortes nos blocos, o que implica grande perda da capacidade estrutural.

"Os blocos de concreto são unidades estruturais vazadas (FIG. 02 e 03), vibro-compactadas a seco, os materiais que constituem são: areia, pedra, cimento, água e aditivos" (SÁNCHEZ, 2013, p. 76). O processo de fabricação e cura ainda deve assegurar a obtenção de um bloco de concreto suficientemente compacto, homogêneo e que mantenha suas propriedades de resistência. Os blocos de concreto começaram a entrar no mercado brasileiro no início da década de 1970, com isso as edificações em alvenaria estrutural ganharam agilidade e segurança.

O projetista no momento do dimensionamento deve definir qual a capacidade de resistência do bloco a ser utilizado na confecção do projeto e na obra, para isso deve escolher uma família de blocos, seguindo um padrão normatizado de dimensões e resistência.

FIGURA 02 - Modelos de blocos de concreto



Fonte: CONSTRUÇÃO MERCADO N° 158 (2014, p.82)

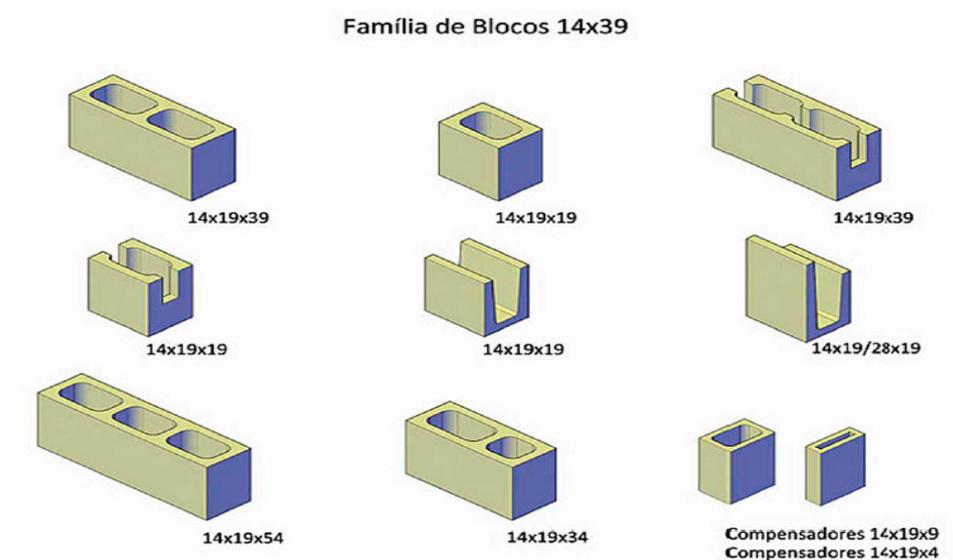
FIGURA 03 - Modelos de blocos de concreto



Fonte: CONSTRUÇÃO MERCADO N° 158 (2014, p.82)

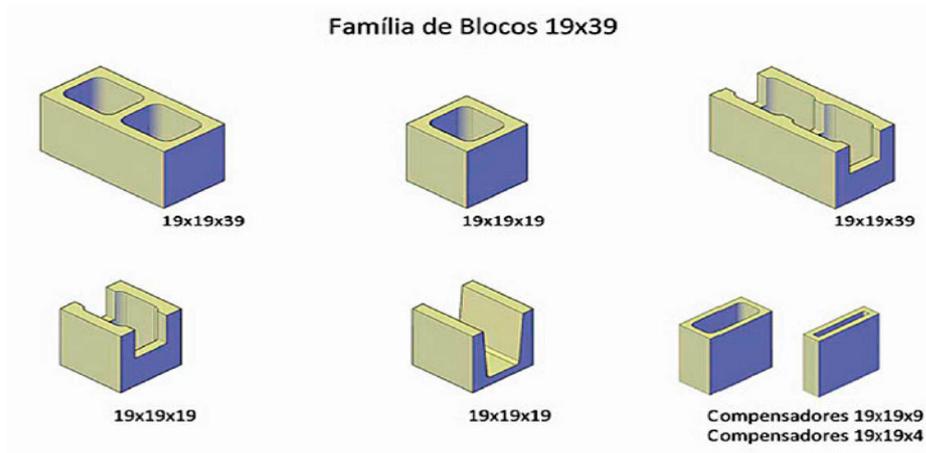
Segundo Giribola (2014), os blocos estruturais de concreto no mercado brasileiro podem ser encontrados agrupados nas famílias 29 e 39. A família 29 é composta por dois modelos básicos, de comprimento 29 cm e de 14 cm (bloco inteiro e meio bloco), ambos com altura de 19 cm. Já a família 39 (FIG. 04) é composta por blocos de 14 ou 19 cm de largura, ambos com 19 cm de altura. Os blocos com 14 cm de largura são encontrados com 39 cm, 19 cm, 54 cm, 34 cm de comprimento. Os blocos com 19 cm de largura possuem 39 cm ou 19 cm de comprimento. Dentre esses blocos ainda existem as canaletas, blocos J, blocos elétricos e compensadores, como-se demonstra na FIG. 04 e 05.

FIGURA 04 - Famílias mais usuais de blocos estruturais de concreto



Fonte: TAUIL (2010, p.65)

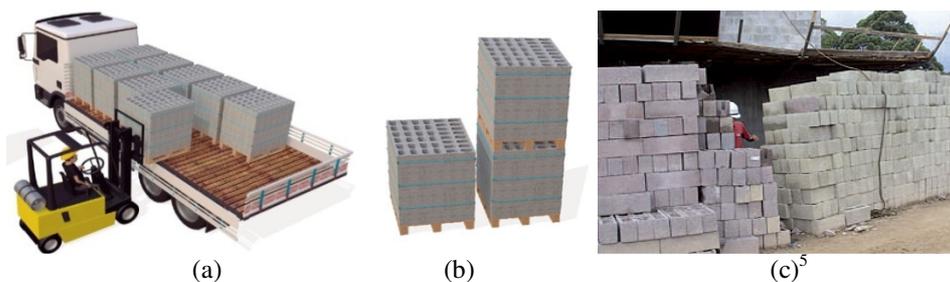
FIGURA 05 - Famílias mais usuais de blocos estruturais de concreto



Fonte: TAUIL (2010, p.65)

A estocagem dos blocos no canteiro de obra deve ser planejada antecipadamente pela equipe de engenharia da obra obedecendo às prescrições da Norma Brasileira (NBR) 6136 Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), 2014, que estabelece os requisitos para produção e aceitação de blocos vazados de concreto simples, destinados à execução de alvenaria com ou sem função estrutural. Segundo Mariane (2014), o ideal é que seja colocado em paletes, como mostra a FIG. 06 (b), e seja levado do caminhão direto para o local de aplicação, FIG. 06 (a). Caso este transporte direto não seja possível, os blocos devem ser armazenados em uma rota planejada, facilitando a sua distribuição na obra e a salvo das intempéries. A altura das pilhas dos blocos não deve ultrapassar nove camadas e para evitar perda da qualidade e da resistência, deve ser manuseado cuidadosamente, evitando empilhamento incorreto, como mostrado na FIG. 06 (c).

FIGURA 06 - Armazenamento dos blocos estruturais de concreto



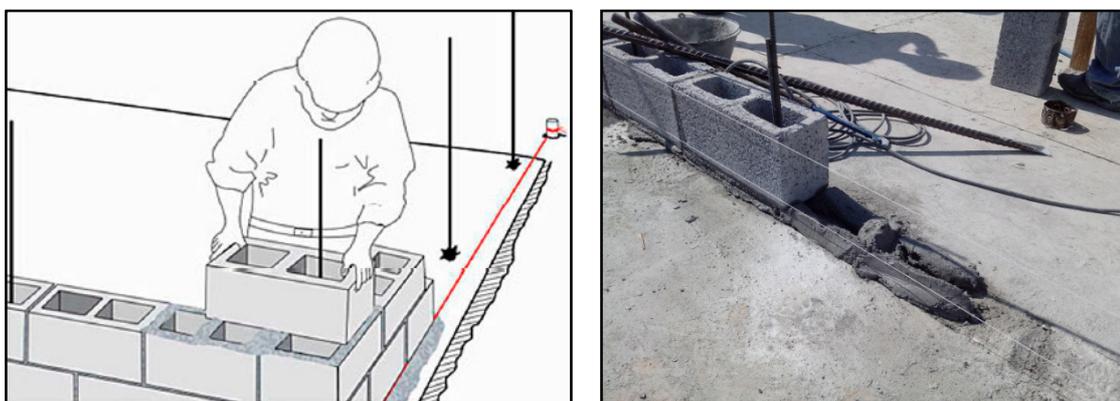
Fonte: CONSTRUÇÃO MERCADO Nº 158 (2014, p.84); PINIWEB.PINI.COM.BR

⁵ Disponível em: <<http://piniweb.pini.com.br/construcao/tecnologia-materiais/com-pouco-espaco-para-estoque-em-canteiro-schahin-usa-blocos-208938-1.aspx>>. Acesso em: 18 out. 2014.

2.3.2 Argamassa

Além das unidades de blocos é importante destacar o comportamento da argamassa de assentamento, pois é por meio desta que se garantem a solidez necessária nas paredes estruturais e a vedação das juntas. Segundo Sánchez (2013), a função principal da argamassa é transmitir todas as ações verticais e horizontais atuantes, de forma a unir as unidades de blocos (FIG. 07). Além desta função ela também é utilizada para absorver algumas deformações e compensar irregularidades causadas pela variação das dimensões dos blocos.

FIGURA 07 - Assentamento de blocos estruturais com argamassa



Fonte: TAUIL (2010, p.141); PRÓPRIO AUTOR

Normalmente, compostas pela união de cimento, cal, areia e água suficiente para produzir uma mistura plástica e com boa trabalhabilidade, proporcionando ligamento das unidades e uma boa vedação das juntas para evitar a entrada de ar e água.

Para a definição da argamassa de assentamento, segundo o anexo D da NBR 15.961-1 (ABNT, 2011), devem ser feitos ensaios com antecedência, utilizando-se preferencialmente os materiais dos mesmos fornecedores selecionados para obra. Os requisitos necessários estabelecidos no projeto estrutural são realizados através de ensaios de compressão: com três corpos de prova cúbicos com 4 cm de aresta moldados em duas camadas com 30 golpes por camada. Após cura de 24 a 48 horas é retirado do molde e curado por 28 dias e assim levado à prensa e rompido. O valor da carga em newtons (N) é dividido pela área de contato de uma face em mm². Esse dividendo é o resultado da resistência da argamassa em megapascal (MPa).

Segundo Prudêncio (2002), as normas americanas especificam quatro tipos de argamassas mistas, designadas pelas letras M, S, N e O, são estas compostas por cimento, cal hidratada e areia. Como apresentado na TAB. 01.

TABELA 01 - Tabela C270 de traço de argamassa, conforme ASTM (American Society for Testing and Materials), unidades em volume

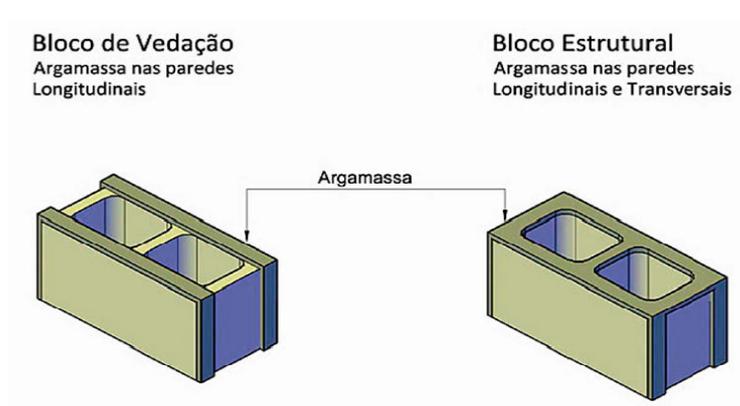
Tipo Argamassa	Resistência à compressão mínima (28 dias) MPa	Cimento Portland	Cal hidratada		Areia	
			Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo
M	175	1,00	-	0,25	2,81	3,75
S	126	1,00	0,25	-	2,81	3,75
			-	0,50	3,37	4,5
N	53	1,00	0,50	-	3,37	4,5
			-	1,25	5,06	6,75
O	25	1,00	1,25	-	5,06	6,75
			-	2,50	7,87	10,5

Fonte: TAUIL (2010, p.82)

- Argamassa tipo M: recomendada para alvenarias estruturais armadas e não armadas e para locais que terão contato com o solo, tendo como exemplo fundações, muros de arrimo, etc. Possui grande durabilidade e boa resistência à compressão.
- Argamassa tipo S: recomendada a alvenarias sujeitas ao esforço de flexão, tendo boa resistência à compressão e à tração na interface das unidades de alvenaria.
- Argamassa tipo N: recomendada para o uso geral em alvenaria, sem contato com o solo. Apresenta média resistência à compressão e boa durabilidade.
- Argamassa tipo O: recomendada para o uso em unidades de alvenaria maciças, onde a tensão de compressão não exceda 0,70 MPa e não esteja em contato com um meio agressivo. Tem baixa resistência à compressão, sendo mais utilizadas nas paredes de ambientes internos.

Segundo a NBR 15.961-2 (ABNT, 2011, p. 5), durante o uso, a argamassa poderá ter sua consistência alterada adicionando água, por no máximo duas vezes, evitando perda de suas propriedades plásticas e de resistência. Em locais de clima quente e ventos fortes, é recomendado cobrir o recipiente da argamassa. No momento do assentamento dos blocos de concreto na alvenaria estrutural, a argamassa deve cobrir todo o prisma do bloco, proporcionando dissipação uniforme das cargas da estrutura, conforme mostrado na FIG. 08.

FIGURA 08 - Aplicação correta da argamassa



Fonte: TAUIL (2010, p.83)

2.3.3 Graute

O graute é um microconcreto com fluidez suficiente para preencher os vazios dos blocos nos locais especificados no projeto de estrutura, de forma a unir as armaduras à alvenaria, preenchendo completamente as cavidades dos blocos onde se encontram. Assim, aumentando a resistência à compressão das paredes e conseqüentemente, aumentando sua capacidade de carga.

Composto dos mesmos materiais usados nos concretos convencionais, pedras, areia, cimento e água (BOTELHO, 2013). A diferença está na relação água/cimento utilizada e no tamanho do agregado graúdo, o qual deve ser o passante pela peneira de 12,5 mm, pois britas de maior calibre impossibilitam o preenchimento dos blocos de concreto. O graute é utilizado para reforço estrutural em todas as zonas de maior concentração de esforço e acúmulo de tensões. Segundo a NBR 15.961-1 (ABNT, 2011, p. 9), para a alvenaria estrutural armada, a resistência à compressão característica do graute deve ter valor mínimo de 15 Mpa.

De acordo com Sánchez (2013), inicialmente se desejava um graute com elevada trabalhabilidade e com excelente fluidez, pois era executada toda parede para depois preencher os vazios, o que muitas vezes, não dava certo e com isso a estrutura não obtinha a resistência esperada no projeto, podendo ocorrer patologias como trincas e perda da capacidade estrutural da edificação. Atualmente, para evitar tais problemas, o graute é lançado quando a parede está no meio pé-direito e depois quando está toda erguida, podendo ser utilizadas até três camadas de lançamento de graute dependendo da fluidez do material.

Esse aumento no número de camadas permite que um graute com menor fator água/cimento seja usado, assim, o preenchimento dos furos verticais dos blocos é mais

controlado, como representado na FIG. 09. Neste caso, a possibilidade de segregação e de ocorrência de vazios na parede é diminuída. Os vibradores não são muito comuns para o lançamento do graute, contudo, pode ser utilizado sem maiores danos. Uma prática mais comum é vibração manual das barras de aço que passam pelo bloco onde será colocado o graute.

FIGURA 09 - Lançamento do graute nos furos dos blocos



Fonte: TAUIL (2010, p.146); PRÓPIO AUTOR

O graute deve ser dosado para que atinja as características físicas e mecânicas necessárias para o bom desempenho estrutural da parede. Como ressalta Sánchez (2013), a dosagem dos materiais componentes deve ser feita de forma que as quantidades dos materiais utilizadas no traço não variem mais que 5% do traço adotado. A mistura dos materiais deve ser efetuada mecanicamente, normalmente por meio de uma betoneira, por tempo não menos que 5 minutos, para garantir homogeneidade da mistura. A granulométrica recomendada dos materiais estão destacados na TAB. 02 e 03 abaixo, juntamente com a dosagem (TAB. 04), a adição de cal hidratada para diminuir a rigidez pode ser feita em certos casos utilizando não mais que 10% do valor relacionado do cimento.

TABELA 02 - Granulometria recomendada para os pedriscos

Abertura da Peneira (mm)	% Retida Acumulada
12,5	0
9,5	0 ~15
4,8	70 ~90
2,4	90~100
1,2	95~100

Fonte: SANCHEZ (2013, p.103)

TABELA 03 - Granulométricas recomendadas para areias

Abertura da Peneira (mm)	Tipo 1	Tipo 2
9,5	0	0
4,8	0 ~ 5	0
2,4	0 ~ 20	0 ~ 5
1,2	15 ~ 50	0 ~ 30
0,6	40 ~ 75	25 ~ 60
0,3	70 ~ 90	65 ~ 90
0,15	90 ~ 98	85 ~ 98
0,075	95 ~ 100	95 ~ 100

Fonte: SANCHEZ (2013, p.102)

TABELA 04 - Proporções recomendadas para dosagem do graute

Tipos	Materiais Constituintes		
	Cimento	Areia	Pedrisco
Sem Pedrisco	1	3 a 4	-
Com Pedrisco	1	2 a 3	1 a 2

Fonte: SANCHEZ (2013, p.103)

2.3.4 Armadura

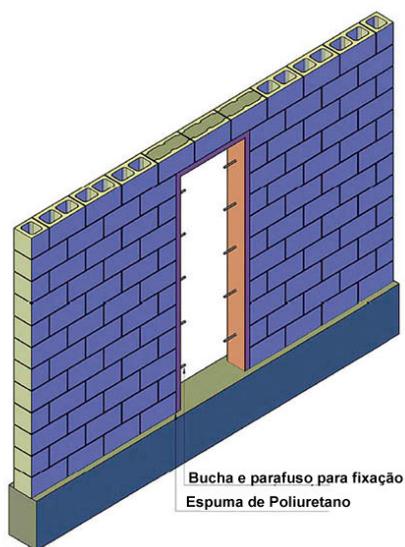
Apesar de não utilizar elementos estruturais a alvenaria estrutural utiliza artifícios para aumentar a resistência de pontos específicos e para suportar cargas de obras de maior porte utilizando ferragens em pontos estratégicos. Como ressalta Tauil (2010) a alvenaria estrutural é dividida em três tipos diferentes:

- Alvenaria estrutural não armada: Tipo de alvenaria em que simplesmente, o elemento de alvenaria é necessário para resistir aos esforços, não utiliza ferragem e nem graute para reforço estrutural, como se verifica na FIG. 10 (a), utilizando ferragem apenas para uso construtivo em vergas de portas e vergas e contravergas de janelas. Utilizando a ferragem somente para evitar futuras patologias como trincas e fissuras.
- Alvenaria estrutural armada: Sistema que emprega o uso de ferragem e grauteamento para reforço estrutural em algumas regiões, devido à exigência estrutural, como mostrado na FIG 10 (b). Utilizando armaduras passivas dentro dos vazios dos blocos, preenchidos com graute e total preenchimento das juntas verticais.

- Alvenaria estrutural protendida: Sistema reforçado com barras de aço ativas (tracionadas), que submete a alvenaria a esforços de compressão. Pouco utilizado pois o custo dos materiais e mão de obra especializada é muito alto.

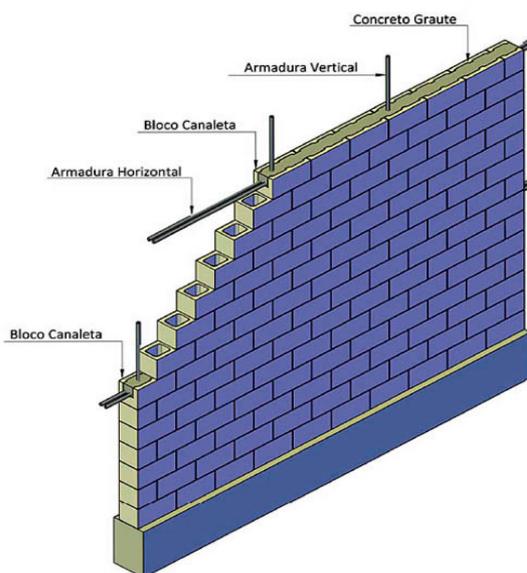
FIGURA 10 - Modelos de tipos de alvenaria

Alvenaria Estrutural Não Armada



(a)

Alvenaria Estrutural Armada



(b)

Fonte: TAUIL (2010, p.108)

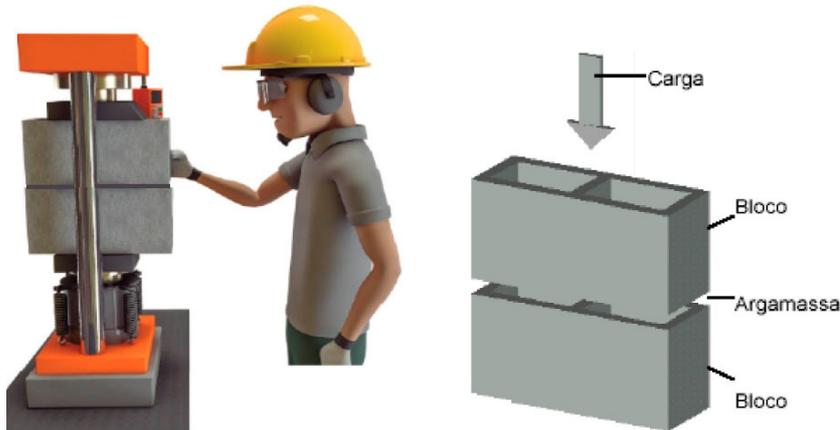
2.3.5 Prisma

A alvenaria estrutural é a união de materiais (blocos, argamassa e quando necessário graute e aço) e suas respectivas propriedades mecânicas são importantes na qualidade de edificação. Mas a parede de alvenaria estrutural deve ser analisada, não somente pela qualidade de seus materiais constituintes, mas sim como um material composto e fruto da integração de seus componentes.

Segundo Parsekian (2011) a união de bloco, argamassa e graute, quando necessário, leva-se o nome de prisma, e este terá seu comportamento e resistência analisada quando realizados testes de compressão (FIG.11). Nesse caso o procedimento consiste no rompimento de 12 prismas utilizando os blocos e a argamassa que será utilizada na obra, para obtenção da real resistência que será utilizada na edificação. Feito o ensaio utiliza-se o menor valor para

ser usado como base da resistência característica de compressão da alvenaria. Demais detalhes do ensaio estão disponíveis no anexo A da NBR 15.961-2 (ABNT 2011).

FIGURA 11 - Modelo de prisma e ensaio



Fonte: CONSTRUÇÃO MERCADO N° 158 (2014, p.84)

2.4 Parâmetros de Projeto

A escolha pela utilização do sistema construtivo de alvenaria estrutural implica certas restrições que devem ser consideradas pelo arquiteto, uma vez que o projeto arquitetônico e o estrutural estão relacionados.

Segundo Sanchez (2013), na construção de edificações de múltiplos pavimentos o princípio é sempre direcionado para que as paredes do andar superior sejam construídas apoiadas nas paredes do andar inferior, buscando configuração do tipo "parede sobre parede". É importante salientar que isso não significa inflexibilidade arquitetônica do método de alvenaria estrutural para a edificação, uma vez que as paredes possam sim ser removidas, desde que não exerça função estrutural. Isso deve ser definido na fase de projeto arquitetônico, juntamente com o engenheiro que irá calcular a estrutura, a fim de que haja conciliação da arquitetura da edificação com os limites possíveis no lançamento da estrutura.

2.4.1 Modulações

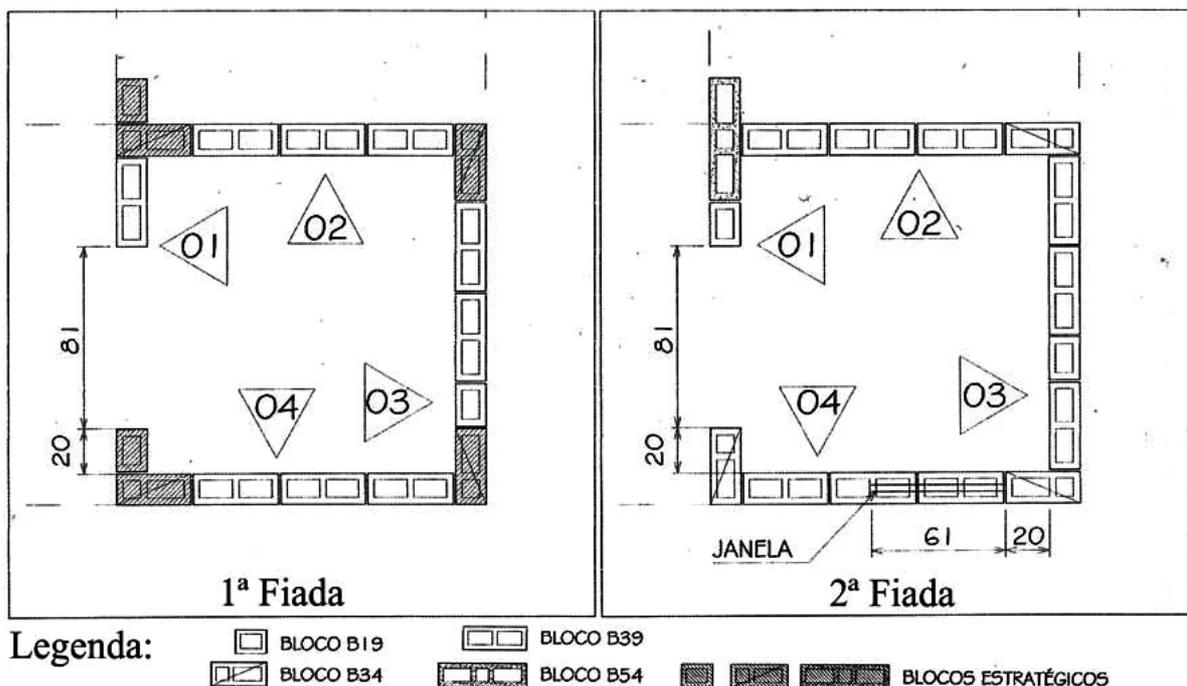
Em alvenaria estrutural o projeto de modulação é onde estão disponíveis as fiadas de blocos com as suas localizações e família, as quais são fundamentais para toda a parte de execução estrutural. Elas também contêm desenho das prumadas de água fria e esgoto, as

plantas dos locais a serem preenchidos com graute, as plantas dos locais onde serão colocados as armaduras dentre outros detalhes necessários no momento da execução.

A grande dificuldade de um projetista é adequar o projeto arquitetônico à modulação, pois as modulações dependem da família de blocos utilizada, levando em consideração suas dimensões. Como apresentado por Sanchez (2013), a utilização de blocos compensadores e meio bloco ajudam a adequar as medidas do projeto para a modulação correta, estes métodos ajudam a evitar problemas principalmente quando os projetos são elaborados inicialmente para o sistema estrutural em concreto armado e que necessitam ser adaptados para alvenaria estrutural.

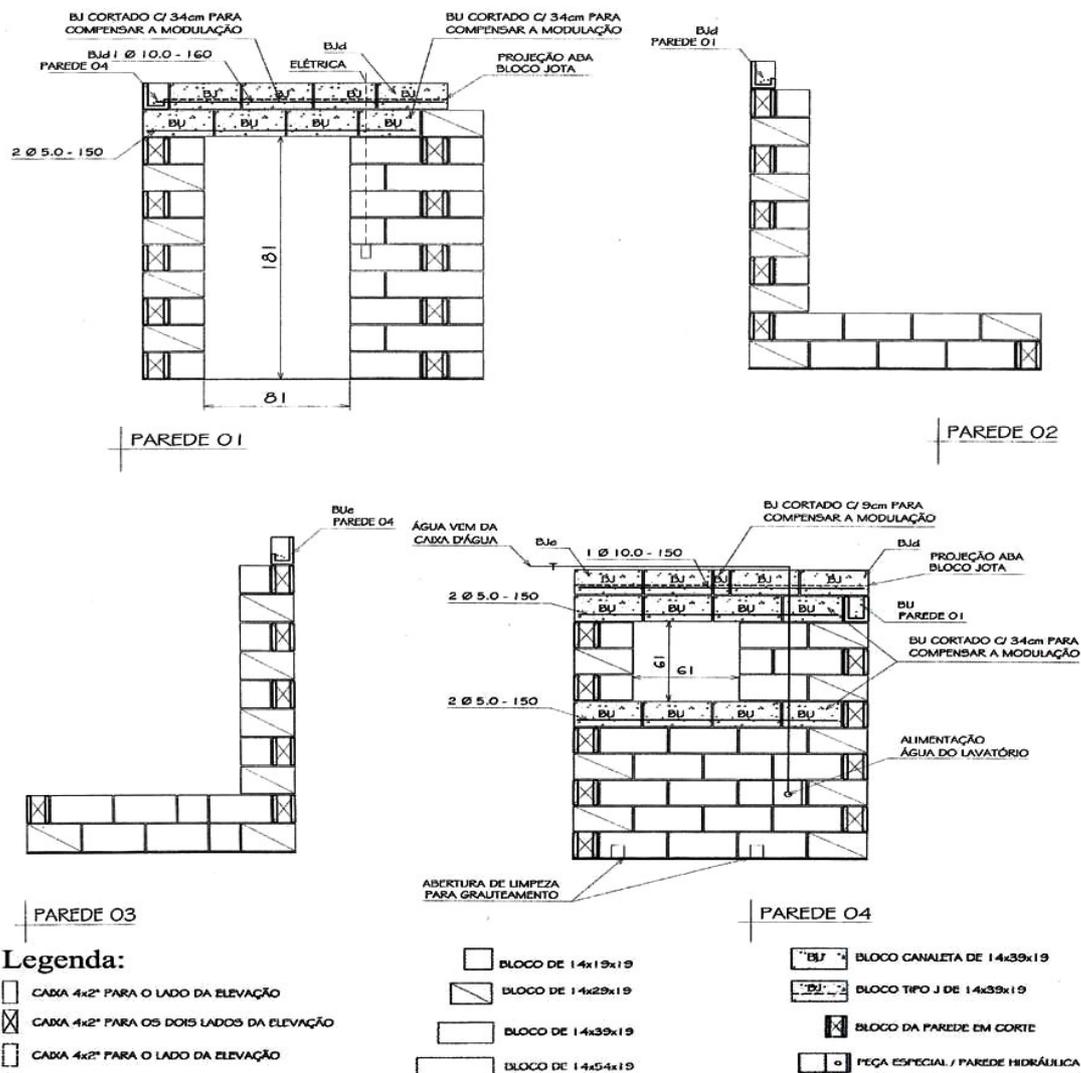
A modulação é responsável por grande parte da economia obtida na alvenaria estrutural, uma vez que o projeto detalha as alvenarias, gerando plantas da primeira e segunda fiada de blocos (FIG. 12), visando à implantação de todas as informações que possam ser necessárias para a execução do edifício, evitando-se os imprevistos no canteiro de obras e retrabalhos, que geram desperdícios e elevação nos custos. Bem como detalhes de elevação de cada parede (FIG. 13). Segundo Sanchez (2013), nas elevações devem constar o posicionamento de cada bloco, a existência de pontos hidráulicos e elétricos, vergas, contravergas e armaduras.

FIGURA 12 - Modulação da 1ª e 2ª fiada (travamento dos blocos)



Fonte: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND (2003, p.31)

FIGURA 13 - Elevação das paredes 1, 2, 3 e 4



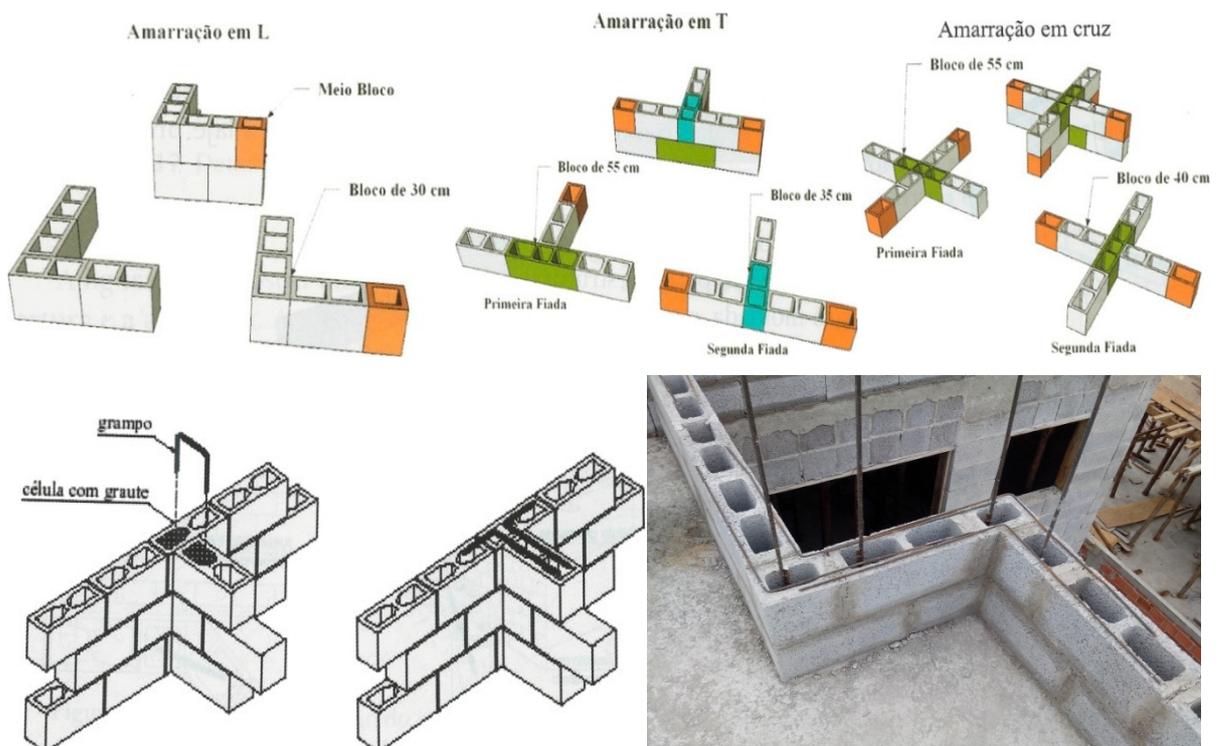
Fonte: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND (2003, p.32)

2.4.2 Amarração das Paredes

Os encontros de parede e suas amarrações são fundamentais no sistema construtivo de alvenaria estrutural, pois essa amarração garantirá rigidez da edificação. Segundo Sanchez (2013), a diversificação de famílias de blocos estruturais de concreto provoca uma variedade de amarrações de paredes que variam conforme a família utilizada no projeto. Basicamente as amarrações são apresentadas como os encontros em "T", "L" e "Cruz", como mostrado na FIG. 14. Para a correta modulação da parede é necessário o uso de blocos que se adéquem ao projeto e às normas de segurança da alvenaria estrutural. O uso de amarrações em T e Cruz faz-se necessário a utilização de blocos especiais para que se possa efetuar o travamento

correto das paredes que se encontram, enquanto a amarração em "L" não necessita fazer uso de nenhum tipo de blocos especiais, somente o uso do meio bloco que ira manter a modulação nas medidas padrão adotadas inicialmente. Segundo Ramalho e Corrêa (2003), a amarração pode ser efetuada basicamente como direta que é definida pela sobreposição dos blocos de uma parede na outra a cada duas fiadas e amarração indireta, onde não ocorre a sobreposição dos blocos das paredes feita por meio de colocação de armaduras nas juntas de argamassa.

FIGURA 14 - Exemplos de amarração de paredes



Fonte: SANCHEZ (2013, p.22); PRÓPRIO AUTOR

2.4.3 Escopo do Projeto

Definir o escopo do projeto significa definir o propósito do trabalho. É fundamental ouvir o cliente, suas metas, necessidades e expectativas. Previamente, ao início do projeto de edificação, questões sobre finalidade, dimensões desejadas, previsão de verba e meta de utilização devem ser respondidas para que o desenvolvimento do projeto não sofra perda de tempo e retrabalho desnecessários. Como retrata Tauil (2010), o escopo do projeto descreve as premissas de um conjunto de atividades que necessitam de avaliação e controle durante a fase de projeto.

Ainda faz parte do escopo do projeto detalhes técnicos do terreno, topografia, declividades, formação geológica, ruas e avenidas próximas, servidão, acessos e informações legais que envolvem o terreno e a edificação como: estudo de zoneamento da localização do lote, estudo da taxa de ocupação possível, aproveitamento do terreno e recuos de entorno.

O projeto deve prever local adequado para o reservatório de gás ou botijão, pois nesse caso deve ser reservado à passagem da tubulação, evitando cortes blocos estruturais. No uso de botijões alguns detalhes devem ser considerados visando minimizar possíveis abalos nas paredes estruturais em caso de explosões. Segundo a NBR 15.961-1 (ABNT, 2011, p. 38), paredes ao lado de ambientes onde seja possível a ocorrência de explosões, como cozinhas, visando ao possível vazamento de gás, devem ser consideradas passíveis de ser danificadas. Para esses casos, todos os elementos que estejam no entorno desses ambientes deverão ser desconsiderados no sistema estrutural.

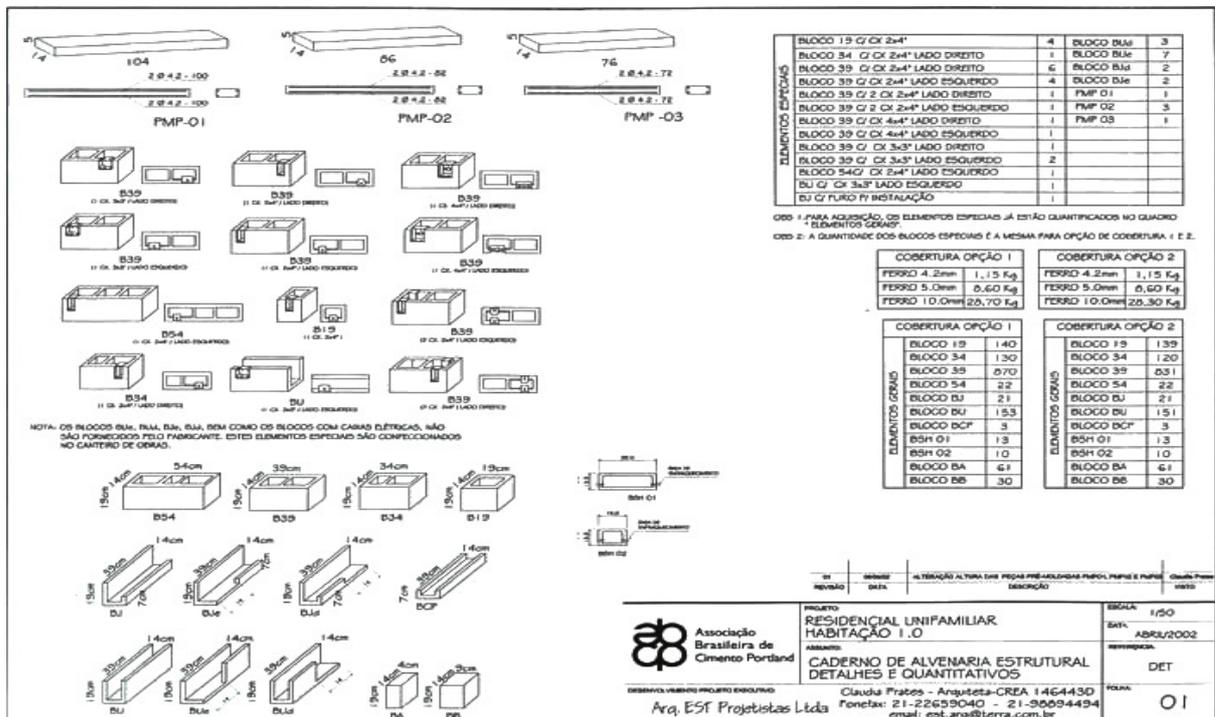
Segundo Cunha (2014), o setor da construção civil está precisando de qualificação da mão de obra em todos os níveis, pois quanto melhor o projeto e o planejamento, menos decisões serão tomadas no canteiro. "Quando delegamos a autonomia da produção para a ponta, é que tem alguma coisa muito errada. Quanto mais decisão houver no canteiro, menos planejamento e projeto foram feitos antes".

Os problemas decorrentes de falta de investimento em projetos são perceptíveis no custo final do empreendimento, conforme compara Falcão (2014), que normalmente em situações onde ocorre o acompanhamento do projeto há variação de custo e de 5% a 7%, durante a construção. Em obras sem projeto bem elaborado pode-se chegar a 20% e até 25%.

Após analisadas as questões técnicas e legais referentes aos lotes começa-se a desenvolver o projeto, o qual terá papel de suma importância, tanto para futuras vendas e aprovações legais como também para o bom desempenho e economia na etapa de construção, mantendo os operários bem-informados e com o menor número de dúvidas possíveis.

Na FIG. 15 observa-se a prancha de projeto com os detalhes sobre a família e tipos de blocos utilizados e o quantitativo de material gasto na execução.

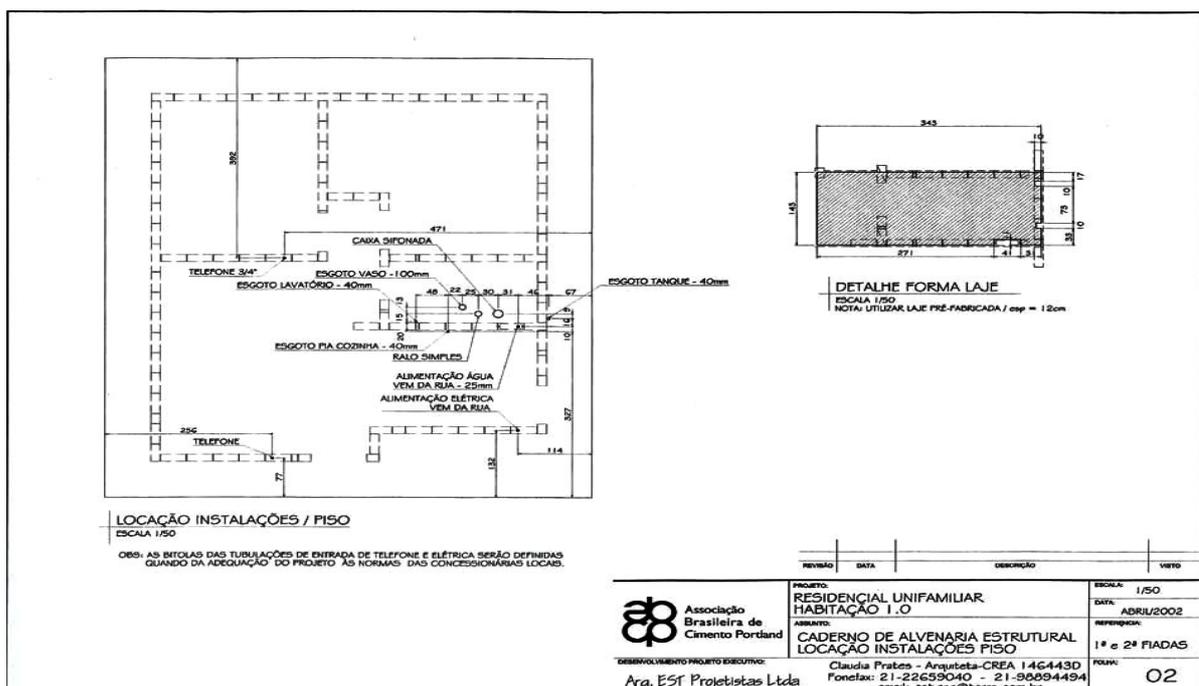
FIGURA 15 - Projeto de detalhes e quantitativo



Fonte: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND (2003, p.40)

Observa-se na FIG. 16 a prancha de projeto onde detalha a locação da edificação e detalhes sobre instalações elétricas, hidráulicas e detalhes sobre a forma da laje.

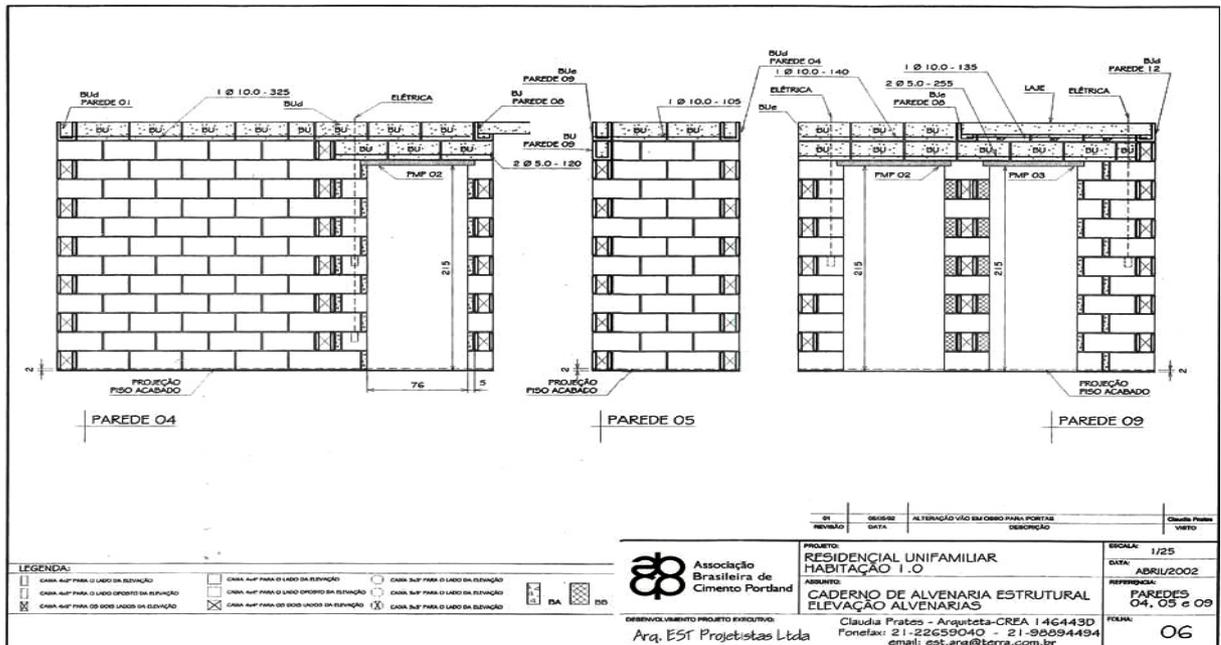
FIGURA 16 - Projeto de locação, instalações e piso



Fonte: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND (2003, p.41)

Na FIG. 19 é mostrada a prancha com detalhes executivos de elevação.

FIGURA 19 - Projeto de elevação das paredes 3 e 4



Fonte: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND (2003, p.44)

2.5 Processo Executivo

Para execução de obras em alvenaria estrutural com blocos de concreto sua equipe deve ser constituída de pedreiros e serventes, segundo Tauil (2010), carpinteiros e armadores serão contratados em menor número, uma vez que não serão executados vigas e pilares nesse sistema construtivo e que as barras de aço, quando necessárias, são lançadas nos vazados dos blocos de concreto e preenchidos com graute pelos próprios pedreiros, formando pequenos pilares e não exigindo montagem de formas.

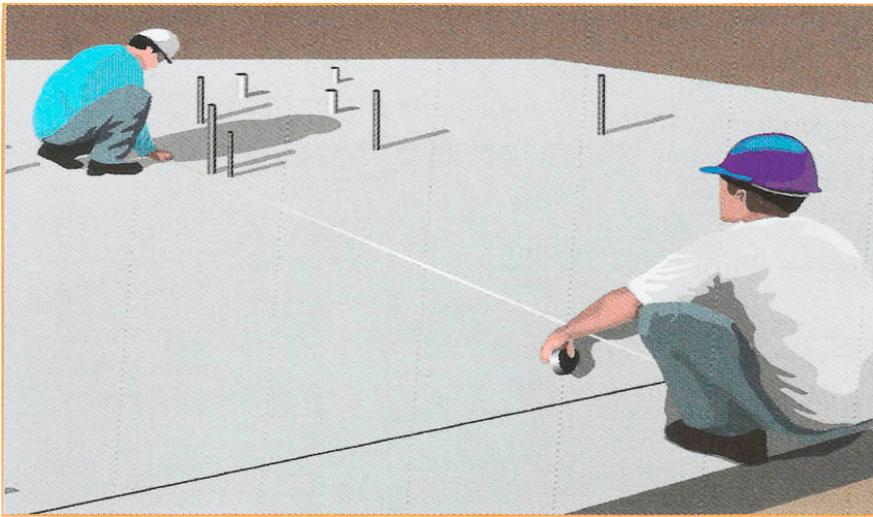
Para correta execução das paredes estruturais é necessário que se explique ao pedreiro, apenas detalhes exigidos para boa alvenaria. Conforme Tauil (2010), a experiência de muitos anos tem demonstrado que o operário da construção civil aprende rapidamente a executar uma boa alvenaria desde que devidamente orientado.

2.5.1 Primeira Fiada

Para começar a primeira fiada de blocos, deve-se primeiro marcar a obra transferindo os eixos de referência do projeto para o canteiro de obras (FIG.20). É muito importante ter

uma boa marcação, pois a primeira fiada que servirá de referência para as demais fiadas e demais paredes da edificação, evitando possíveis erros que possam aparecer mais adiante na execução, gerando a necessidade de demolir, acarretando aumento no custo e desperdiçando material. Após transferido o alinhamento das paredes e conferido os esquadros é então marcado os pontos onde serão chumbadas as ferragens que posteriormente receberam grauteamento.

FIGURA 20 - Marcação das paredes no canteiro de obras

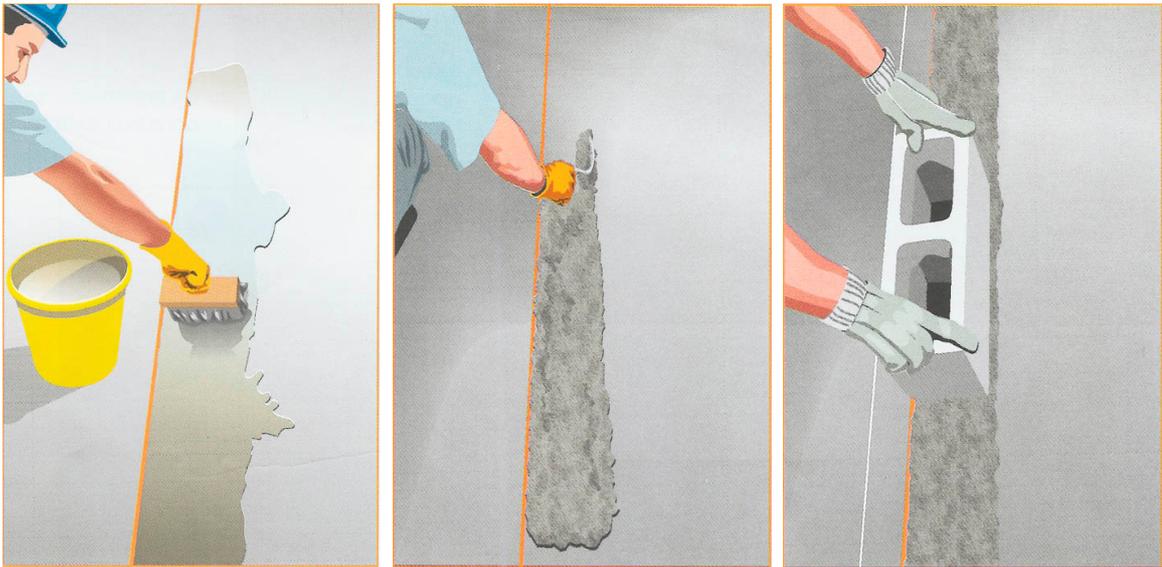


Fonte: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND (2003, p.14)

Além da marcação, deve-se esticar uma linha dupla para que o executor possa ser orientado tanto no alinhamento quanto no prumo da primeira fiada, partindo dos cantos da obra.

Para a execução da primeira fiada de blocos a superfície onde será colocado a argamassa deve ser limpa e umedecida. Feito isso, aplica-se a argamassa de assentamento (FIG.21), admitindo-se uma espessura de 1 a 2 cm para o nivelamento adequado dos blocos (SÁNCHEZ, 2013).

FIGURA 21 - Assentamento da primeira fiada de blocos



Fonte: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND (2003, p.25)

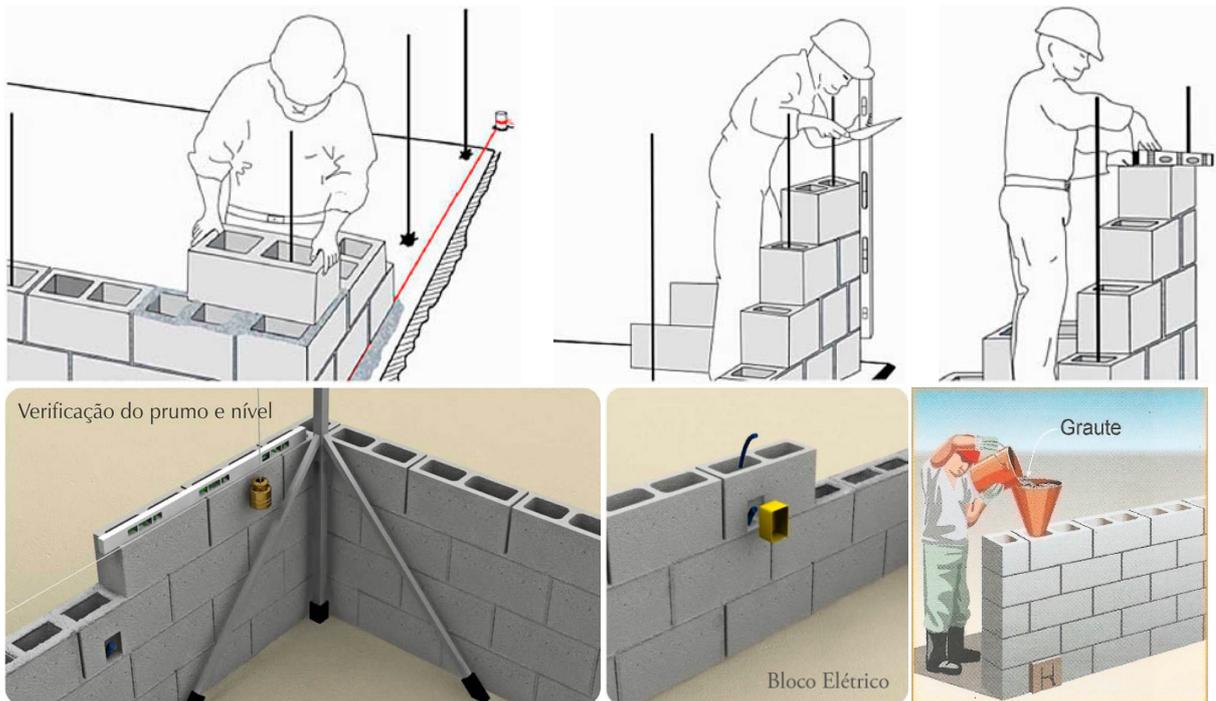
2.5.2 Elevação

Após executada a primeira fiada, começa o processo de elevação das paredes até meia altura, para que possa ser executado o grauteamento de canaletas usadas como contra verga de janelas e para preenchimento dos vazios dos blocos (FIG.22). Para a execução benfeita de uma parede estrutural devem-se considerar alguns pontos:

- Garantir posicionamento e bitola correta das ferragens da armação dentro dos vazios dos blocos de concreto onde será realizado grauteamento;
- Antes do grauteamento dos furos dos blocos e das canaletas elas devem estar limpas e os furos devem estar em contato visual com o fundo;
- Dar continuidade nas ferragens de para-raio até a próxima laje;
- Nos pontos de amarração indiretos assegurar que estão sendo colocadas as ferragens para travamento das paredes;
- Conferir as juntas tanto verticais como horizontais, evitando juntas secas, pois a argamassa que fará a distribuição uniforme das tensões para todos os blocos.
- Garantir alinhamento, nivelamento e prumo de todas as fiadas de blocos, assim mantendo uma parede que quando pronta executará bem sua função estrutural e evitando gastos desnecessários de correção no acabamento;

- Verificar se a passagem de tubos elétricos dentro dos blocos estão corretas e seguindo o projeto elétrico e assentamento de blocos elétricos;
- Assegurar que foram deixadas as passagens para tubulação hidráulica, para evitar perfurações de paredes que têm função estrutural.

FIGURA 22 - Detalhes na elevação de paredes estruturais

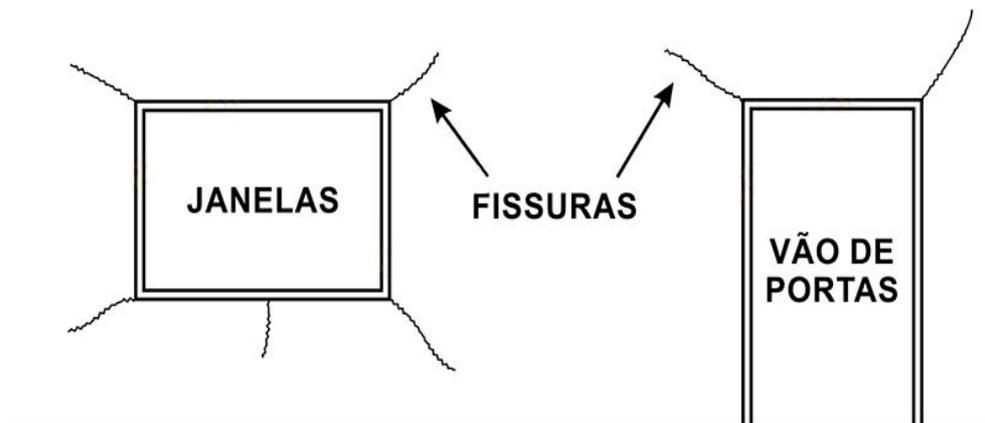


Fonte: TAUIL (2010, p.141); GOIARTE ARTEFATOS PREMOLDADOS; ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND (2003, p.14)

2.5.3 Verga, contraverga e cintas de travamento

A fim de garantir uma obra de alvenaria estrutural segura e estável, soluções são propostas para travar a obra como um todo e manter a obra sem patologias. Segundo Busian (2013), na alvenaria, os vãos que recebem janelas e portas são considerados regiões de concentração de tensões, principalmente em alvenaria estrutural onde as cargas provenientes de toda edificação está sendo sustentada pelas paredes. Para reduzir o risco de surgirem fissuras nas paredes, como se verifica na FIG. 23, é necessário melhorar a distribuição das cargas. Isso é obtido com o uso das chamadas vergas (na parte de cima) e contravergas (na parte de baixo).

FIGURA 23 - Patologias por falta de vergas e contravergas



Fonte: CONSTRUINDO.ORG⁶

Enquanto as cintas são pequenas vigas montadas dentro de blocos canaleta que percorrem por cima de todas as paredes da obra e que têm função de travar a obra como um todo, devendo, como recurso de segurança e estabilidade, ser executada em quaisquer estruturas de alvenaria estrutural com blocos de concreto.

A contraverga é utilizada apenas para vãos de janela, assentando os blocos canaleta com argamassa, conferindo o alinhamento com a régua, dispondo vergalhões de aço diâmetro especificado no projeto e aplicando concreto no interior do bloco.

Vergas são indicadas para portas e janelas. A verga exige uma escora de madeira com a mesma altura do vão apoiada na contraverga ou no piso (FIG. 24). Por isso, é preciso esperar que o concreto endureça e ganhe resistência. Segundo Busian (2013), com a colher de pedreiro, aplica-se a argamassa sobre o escoramento, colocam-se os blocos tipo canaleta e repete o processo da contraverga. O tempo de cura é de até dez dias e deve ser informado pelo projetista.

As cintas podem ser executadas junto com a concretagem da laje, devendo estar em uma diferença de nível com a laje, para que funcione como uma viga, sua armação deve estar prevista no projeto e deve ser armada junto com a laje, pois normalmente serão concretadas juntas, conforme FIG.24.

⁶ Disponível em: < <http://construindo.org/vergas-contravergas-cintas-de-amarracao/>>. Acesso em: 23 out. 2014.

FIGURA 24 - Detalhes de vergas, contravergas e cintas



Fonte: EQUIPEDEOBRA.PINI.COM.BR⁷ ; REVISTA MERCADO N° 158 (2014, p.86)

Basicamente, o que irá definir uma obra em alvenaria estrutural é o fato de não utilizar elementos estruturais (pilares e vigas), assim deixando suas paredes responsáveis por suportar todas as cargas oriundas da edificação. E são essas paredes que devem ser projetadas, calculadas e executadas com precisão. Por isso, elementos como de fundação e lajes não estão sendo detalhados neste estudo, pois podem ser executados normalmente, como em obras com processo executivo convencional.

2.6 Vantagens e desvantagens da tecnologia

2.6.1 Vantagens

O fundamental motivo da utilização da alvenaria estrutural com blocos de concreto é o custo, que pode ser reduzido em até 30% de economia quando comparado a estruturas convencionais, como apresentado na TAB. 05. A economia é percebida principalmente em edificações de até quatro pavimentos, enquanto diminui a economia em edificações de mais pavimentos e com o uso mesclado de alvenaria estrutural e concreto armado.

⁷ Disponível em: < <http://equipedeobra.pini.com.br/construcao-reforma/61/verga-e-contraverga-entenda-os-procedimentos-executivos-e-saiba-291329-1.aspx> >. Acesso em: 29 out. 2014.

Tal economia se dá por meio de fatores exclusivos desse método executivo, que consegue reduzir o custo com formas de madeira para pilares e vigas que não são utilizadas. Desta forma, o tempo de execução e a mão de obra de carpintaria são menores, com isso reduzindo também a mão de obra total da empresa. Ainda há uma diminuição no custo de aço e com mão de obra de armadores para os pilares e vigas que nesse caso não são necessários.

A obra de alvenaria estrutural com blocos de concreto e uma obra mais limpa, pois não pode se quebrar os blocos para passagem de canos hidráulicos nem de energia, gerando redução de despesas com a retirada de entulho e na não utilização de argamassa para preenchimento de furos para passagem das instalações.

Há também uma redução significativa no revestimento, pois a obra é acompanhada e constantemente verificada para seguir prumo e alinhamento correto na elevação e marcação das paredes. Isso possibilita utilizar o mínimo de revestimento possível e maior agilidade na sua execução. Deve-se considerar que o revestimento interno só é utilizado em áreas molhadas (banheiro, cozinha, varanda e área de serviço), nos demais cômodos pode-se aplicar diretamente o gesso no bloco de concreto, que representa um custo bem menor quando comparado a um revestimento convencional.

TABELA 05 - Relação de custos entre alvenaria estrutural de blocos de concreto e estruturas convencionais no Brasil.

Característica da Obra	Economia (%)
Quatro pavimentos	25~30
Sete pavimentos sem pilotis, com alvenaria não armada	20~25
Sete pavimentos sem pilotis, com alvenaria armada	15~20
Sete pavimentos com pilotis	12~20
Doze pavimentos se pilotis	10~15
Doze pavimentos com pilotis, térreo e subsolo em concreto armado	8~12
Dezoito pavimentos com pilotis, térreo e subsolo em concreto armado	4~6

Fonte: SANCHEZ (2013, p.10)

2.6.2 Desvantagens

Deve-se considerar que o projeto arquitetônico em obras de alvenaria estrutural tende a ser elaborado com limitações de balanço nas sacadas, no tamanho dos vãos e devem ter sua elaboração unificada com o projeto arquitetônico, estrutural, hidráulico, elétrico e de incêndio.

Deve-se tentar sempre utilizar matérias primas encontradas no mercado da região, observando parâmetros de qualidade para a escolha dos materiais, pois eles devem atender as normas estabelecidas e para que consiga uma obra com satisfatória segurança. Deve-se também obter mão de obra qualificada, sem faltar um acompanhamento constante, para evitar erros que possam gerar problemas e perda de desempenho econômico e estrutural da edificação.

E por fim, a restrição em casos de reformas, pois por terem função estrutural, as paredes não podem ser removidas sem serem substituídas por outro elemento que exerça a mesma função de estabilidade da estrutura.

3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho demonstrou as vantagens do método de construção em alvenaria estrutural com blocos de concreto, analisando desde os materiais utilizados no processo construtivo e suas especificidades, fornecendo um breve esclarecimento de leitura e entendimento do projeto até a execução construtiva e seus detalhes, os quais são cruciais para uma obra econômica, segura e rápida.

A qualidade do projeto e seus detalhes, evita que se tomem decisões no canteiro de obra, o que pode acarretar atrasos, desperdício, falta de segurança da edificação, implicando baixo desempenho econômico e estrutural. Levando em consideração que o tipo de obra que será executada influencia na porcentagem de economia, este método tem maior custo benefício, o que é melhor para obras de até quatro pavimentos e que diminui em edificações de mais pavimentos e que utilizem o uso mesclado de alvenaria estrutural e concreto armado.

Mesmo com as limitações apresentadas no estudo, quando comparado a outros métodos de execução as vantagens da alvenaria estrutural com blocos de concreto obtêm resultados satisfatórios, principalmente na economia, proveniente da rápida execução, redução do uso de formas e da mão de obra de carpintaria, menor área de aplicação de revestimento nas paredes internas por uso de blocos estruturais de concreto e por evitar que se quebrem os blocos para passagem de tubos e mangueiras elétricas, o que além de menos desperdício, evita gastos de materiais para encher esses buracos feitos nas paredes, os quais são executadas em outros métodos executivos.

Assim, esse método construtivo por ser seguro, executado de forma rápida e simples e ainda com custos acessíveis, continuará sendo aprimorado e evoluído para que continue atendendo as demandas atuais e futuras da construção civil.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALFONSÍN, R. **El Partenón, Erguido en la Acrópolis ateniense**. Disponível em: <<http://leitersblues.com/2010/02/el-partenon/>>. Acesso em: 25 set. 2014.

ALVENARIA ESTRUTURAL COM BLOCOS DE CONCRETO. Caderno do aluno. São Paulo: Associação Brasileira de Cimento Portland, 2003. 76p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6.136**, Blocos vazados de concreto simples para alvenaria — Requisitos. Rio de Janeiro, 2014. 10p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15.961-1**, Alvenaria Estrutural - Blocos de Concreto - Projeto. Rio de Janeiro, 2011. 41p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15.961-2**, Alvenaria Estrutural - Blocos de Concreto - Execução e controle de obras. Rio de Janeiro, 2011. 41p.

BOTELHO, M. H. C.; MARCHETTI, O. **Concreto armado eu te amo**. 7. ed. São Paulo: Blucher, 2013. 518 p. v. 1.

BUSIAN, F. Planejamento. **PINI - Equipe de obra**. Disponível em: <<http://equipedeobra.pini.com.br/construcao-reforma/61/artigo291329-1.aspx>>. Acesso em: 29 out. 2014.

CAMACHO, J. S. **Projeto de edifício de alvenaria estrutural**. São Paulo, UNESP, Universidade Estadual Paulista “Julio De Mesquita Filho”. 2006.

CUNHA, R. Soluções de projeto. **PINI - Construção mercado**, São Paulo, 158, p. 38-41, março. 2014.

FALCÃO, S. Soluções de projeto. **PINI - Construção mercado**, São Paulo, 158, p. 38-41, março. 2014.

FREITAS, E. Brasil escola. **Muralha da China**. Disponível em: <<http://www.brasilecola.com/china/muralha-china.htm>>. Acesso em: 25 set. 2014.

GIRIBOLA, M. Blocos estruturais de concreto. **PINI - Construção mercado**, São Paulo, 158, p. 82-83, setembro. 2014.

MARIANE, A. Blocos estruturais de concreto. **PINI - Construção mercado**, São Paulo, 158, p. 84-85, setembro. 2014.

NASCIMENTO NETO, J. A. Projeto de edifícios altos em alvenaria estrutural. **PINI - Técnica**, São Paulo, 205, p. 46-52, abril. 2014.

PARSEKIAN, G. A. A Nova Norma Brasileira de Projeto e Execução de Alvenaria Estrutural de Blocos de Concreto. **PINI - Técnica**, São Paulo, 168, p. 71-78, março. 2011.

PINTO, T. Brasil escola. **As Sete Maravilhas do Mundo Antigo**. Disponível em: <<http://www.brasilecola.com/historia/sete-maravilhas-mundo.htm>>. Acesso em: 25 set. 2014.

PRUDÊNCIO JÚNIOR, L. R.; OLIVEIRA A. L.; BEDIN, C. A. **Alvenaria estrutural de blocos de concreto**. Florianópolis: Gráfica Pallotti, 2002.

RAMALHO, M. A.; CORRÊA, R. S. **Projeto de edifícios de alvenaria estrutural**. São Paulo: Pini, 2003. 169 p.

SÁNCHEZ, Emil. **Nova normalização brasileira para a alvenaria estrutural**. Rio de Janeiro: Interciência, 2013. 401 p.

SANTOS, O. A. X. Matemática de graça. **Exercícios sobre Pirâmides**. Disponível em: <<http://matematicadegraca.com.br/exercicios-de-geometria-espacial/exercicios-sobre-piramides>>. Acesso em: 25 set. 2014.

SCHILLING, Y. Construindo. **Vergas, contravergas e cintas de amarração na alvenaria**. Disponível em: <<http://construindo.org/vergas-contravergas-cintas-de-amarracao/>>. Acesso em: 23 out. 2014.

TAMAKI, L. Pini Editora. **Tecnologia e Materiais**. Disponível em: <<http://piniweb.pini.com.br/construcao/tecnologia-materiais/com-pouco-espaco-para-estoque-em-canteiro-schahin-usa-blocos-208938-1.aspx>>. Acesso em: 18 out. 2014.

TAUIL, C. A.; NESE, F. J. M. **Alvenaria estrutural**. São Paulo: Pini, 2010. 183 p.