

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ESTRUTURAL E CONSTRUÇÃO CIVIL
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

EMANUEL BARBOSA PAIVA

**CARACTERIZAÇÃO DE PROBLEMAS RECORRENTES EM PROJETO,
PLANEJAMENTO E EXECUÇÃO DE OBRAS EM ALVENARIA ESTRUTURAL**

FORTALEZA
2012

EMANUEL BARBOSA PAIVA

**CARACTERIZAÇÃO DE PROBLEMAS RECORRENTES EM PROJETO,
PLANEJAMENTO E EXECUÇÃO DE OBRAS EM ALVENARIA ESTRUTURAL**

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia Civil do Departamento de Engenharia Estrutural e Construção Civil da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do Título de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientador: Prof. Dr. Alexandre Araújo Bertini.

FORTALEZA
2012

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca de Ciências e Tecnologia

P166c Paiva, Emanuel Barbosa.

Caracterização de problemas recorrentes em projeto, planejamento e execução de obras em
alvenaria estrutural / Emanuel Barbosa Paiva – 2012.

77 f. : il. color., enc. ; 30 cm.

Monografia (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Tecnologia, Departamento de
Engenharia Estrutural e Construção Civil, Engenharia Civil, Fortaleza, 2012.

Orientação: Prof. Dr. Alexandre Araújo Bertini.

1. Alvenaria - manifestações patológicas. 2. Sistema construtivo e racionalização. 3. Construção
Civil - medidas preventivas. I. Título.

CDD 620

EMANUEL BARBOSA PAIVA

**CARACTERIZAÇÃO DE PROBLEMAS RECORRENTES EM PROJETO,
PLANEJAMENTO E EXECUÇÃO DE OBRAS EM ALVENARIA ESTRUTURAL**

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia Civil do Departamento de Engenharia Estrutural e Construção Civil da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do Título de Bacharel em Engenharia Civil.

Aprovada em 07/02/2013.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Alexandre Araújo Bertini (Orientador)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Aldo de Almeida Oliveira
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Eng. Civil Jody Campos
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Dedico este trabalho a Jesus Cristo, o filho de Deus.

AGRADECIMENTOS

A conclusão desta monografia marca o fim de uma etapa de renúncia, dedicação e conquistas. Conquistas essas, que não seriam realizáveis sem ajuda de todas as pessoas que estiveram comigo e me apoiaram de alguma forma. Espero expressar em seguida o meu reconhecimento por todos aqueles que me ajudaram a tornar o meu sonho em realidade.

Ao Soberano Deus que me proporcionou saúde para estudar e aprender, que me fortaleceu nas horas difíceis e não me deixou desfalecer.

A minha querida mãe, Terezinha, que me apoiou de todas as maneiras durante estes ano de sacrifícios e vitórias.

A minha amada noiva, Viviane, que me apoio nos momentos mais difíceis durante esse período.

Ao orientador, Alexandre Bertini, pelo excelente professor que foi durante a graduação e pela orientação neste trabalho, que sem sua importante ajuda não teria sido concretizado.

A todos os dedicados professores que se empenharam em transmitir o conhecimento para uma eficaz formação do profissional engenheiro civil.

Aos colegas da engenharia, Elder, Ramon, Michell, Fernando e Rodolfo, que compartilharam as árduas tarefas e os difíceis problemas que pareciam não terem soluções.

RESUMO

A caracterização dos problemas recorrentes de obras em alvenaria estrutural é importante para possibilitar a tomada de medidas preventivas. Garantir a exata execução e o cumprimento dos critérios de controle é requisito fundamental na construção em alvenaria estrutural. O objetivo deste trabalho foi caracterizar os problemas recorrentes nas fases de projeto, planejamento e execução de obras de alvenaria estrutural. Foram identificados, por meio de entrevistas e registros fotográficos, os problemas predominantes de projetos e na execução da estrutura de alvenaria estrutural dos cinco edifícios estudados. Foi elaborada uma entrevista estruturada para serem aplicadas as equipes de execução de alvenaria das obras em questão para verificar o grau de conhecimento sobre o sistema construtivo. Os resultados das entrevistas permitiram apontar causas para os problemas abordados. Entre os problemas encontrados na pesquisa de campo, os mais recorrentes foram os erros de paginação, incompatibilização entre projetos (arquitetônico, estrutural, elétrico, hidráulico), o não preenchimento de diversas juntas com a argamassa e a falta de padronização quanto às espessuras dessas juntas. Com a análise dos dados agrupados comprehende-se que a ausência de treinamento da mão de obra e equipamentos adequados para execução da alvenaria estrutural são os fatores que colaboraram para o surgimento dos problemas pesquisados. Isso demonstra que deve haver um investimento pelas empresas construtoras nesta área para sanar estas deficiências e assim evitar que estes erros se repitam em outras obras. Conclui-se que a utilização da alvenaria estrutural é viável desde que se sigam todas as recomendações e cuidados necessários descritos em normas técnicas no intuito de se evitar o aparecimento dessas falhas.

Palavras-chave: Alvenaria estrutural, problemas recorrentes, manifestações patológicas.

ABSTRACT

The characterization of recurring problems in structural masonry is important for taking preventive measures. It is necessary to ensure that the exact execution and the fulfillment of the control criteria are followed, as they are fundamental requirement in masonry construction. The goal of this paper was to characterize the recurring problems in the planning and development stage, as well as in the execution stage in masonry construction. It has been identified, through interviews and photographic record, the main problems in the planning and development stage and in the execution of masonry construction in all five buildings analysed. A structured interview was elaborated and applied to the masonry construction execution teams in the constructions in question to verify the level of knowledge about the construction system. The results of the interview named the causes for the approached problems. Among the problems found in the field research, the most recurring ones were the paging mistakes, the incompatibility between projects (architectural, structural, electrical, hydraulic), the non-repointing of joints with mortar and the lack of standardization regarding the thickness of those joints. By analysing the collected data, it is understood that the absence of labor force training and proper equipment to masonry construction are factors that collaborate in the appearance of the addressed problems. This shows that there must be an investment by the constructing companies in this area to address these shortcomings and thus prevent the recurrence of these problems in other constructions. One may conclude that the usage of structural masonry is viable, provided that all recommendations and necessary requirements depicted in technical norms are followed to avoid the appearance of these flaws.

Key words: Masonry construction, recurring problems, pathological manifestations.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Edifício Monadnock, Chicago	5
Figura 2 - Conjunto Habitacional Central Parque Lapa, São Paulo	6
Figura 3 - Blocos estruturais de concreto da família 39 e 29	8
Figura 4 - Blocos estruturais cerâmicos da família 29	8
Figura 5 - Junta de argamassa.....	9
Figura 6 - Grauteamento.....	11
Figura 7 - Armaduras.....	11
Figura 8 - Amarração direta	13
Figura 9 - Amarração indireta	13
Figura 10 - Ensaio de prisma.....	13
Figura 11 - Shaft Hidráulico.....	17
Figura 12 - Enchimento em pia de cozinha	17
Figura 13 - Sanca	18
Figura 14 - eletrodutos passando pelo furo dos blocos	19
Figura 15 - bloco cortado c/ espera para caixa de tomada.....	19
Figura 16 - amarração c/ modulação e largura iguais.....	21
Figura 17 - amarração no encontro de três paredes c/ modulação e larguras iguais, com uso de bloco especial de três furos.....	21
Figura 18 - amarração c/ modulação e larguras diferentes, sem uso de bloco especial.	21
Figura 19 - amarração c/ modulação e larguras diferentes, com uso de bloco especial.....	21
Figura 20 - amarração no encontro de três paredes c/ modulação e larguras diferentes, c/ uso de bloco especial.....	22
Figura 21 - amarração no encontro de três paredes c/ modulação e larguras diferentes, c/ uso de bloco especial de três furos.	22
Figura 22 - Modulação (planta baixa e 3D) para família 39	22
Figura 23 - Modulação (planta baixa e 3D) para família 29	23
Figura 24 - Ciclo de Planejamento	27
Figura 25 - Colher de pedreiro	29
Figura 26 - Fio Traçante	29
Figura 27 - Esticador de linha.....	29
Figura 28 - Broxa.....	29

Figura 29 - Esquadro metálico.....	30
Figura 30 - Régua de prumo e de nível	30
Figura 31 - Régua de prumo e de nível	30
Figura 32 - Nível Alemão.....	31
Figura 33 - Escantilhão.....	31
Figura 34 - Massaeira	32
Figura 35 – Andaime	32
Figura 36 - Bisnaga	32
Figura 37 - Canaleta	33
Figura 38 - Palheta.....	33
Figura 39 - Carrinho paleteiro	33
Figura 40 - Trena de 30 metros	34
Figura 41 - Funil para graute	34
Figura 42 - Gabaritos para portas	34
Figura 43 - Gabaritos para janelas	34
Figura 44 - tolerância para juntas de assentamento.....	37
Figura 45 - tolerância para desaprumo e desalinhamento de paredes	38
Figura 46 - tempo de experiência profissional em alvenaria estrutural.....	48
Figura 47 - recebeu treinamento em alvenaria estrutural	49
Figura 48 - acesso aos projetos de paginação e marcação.....	49
Figura 49 - ajuste da paginação por conta própria.....	50
Figura 50 - conferencia de esquadro em todas as elevações	50
Figura 51 - conhecimento da tolerância mínima de desaprumo e desalinhamento	50
Figura 52 - recebeu orientação sobre as janelas de inspeção para grauteamento.....	51
Figura 53 - conhecimento das implicações de não deixar a janela de inspeção.....	51
Figura 54 - conhecimento da dimensão mínimo da janela de inspeção	51
Figura 55 - conhecimento da dimensão da espessura das juntas	51
Figura 56 – espessura das juntas	52
Figura 57 - cordões de argamassa	53
Figura 58 - descida dos eletrodutos dentro dos blocos.....	54
Figura 59 - juntas fissuras.....	55
Figura 60 - Quebra em parede resultante de encaixe posterior de eletroduto e caixa de espera	55
Figura 61 - rasgos na alvenaria da parede da escada.....	56

Figura 62 - quebra de blocos para passagem de tubulação hidráulica.....	56
Figura 63 - passagem da instalação hidrossanitária entre os blocos	57
Figura 64 - Parede estrutural com problemas de paginação	58

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Variáveis de controle da produção de alvenaria, considerando juntas de 10 mm...	41
Tabela 2 - Fissuras Verticais - Principais tipologias e prováveis causas.....	42
Tabela 3 - Fissuras Inclinadas – Principais tipologias e prováveis causas.....	43
Tabela 4 - Fissuras Horizontais – Principais tipologias e prováveis causas.....	43
Tabela 5 - Principais causas das infiltrações em alvenaria.....	46
Tabela 6 - Caracterização das obras	47
Tabela 7 - Perguntas referentes ao sistema construtivo.....	48

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	1
1.1	Justificativa	1
1.2	Objetivo.....	3
1.2.1	<i>Objetivo geral.....</i>	3
1.2.2	<i>Objetivos específicos.....</i>	3
1.3	Estrutura da Monografia	3
2	ALVENARIA ESTRUTURAL.....	4
2.1	Histórico.....	4
2.2	Definições	6
2.3	Vantagens do sistema construtivo	13
2.4	Limitações do sistema construtivo	14
2.5	Projetos.....	15
2.5.1	<i>Coordenação de projetos</i>	15
2.5.1.1	<i>Projeto Arquitetônico.....</i>	15
2.5.1.2	<i>Projeto estrutural.....</i>	16
2.5.1.3	<i>Projeto hidráulico.....</i>	16
2.5.1.4	<i>Projeto elétrico.....</i>	18
2.5.1.5	<i>Projeto executivo</i>	19
2.5.2	<i>Coordenação modular</i>	20
2.6	Planejamento	23
2.6.1	<i>Conceito23</i>	
2.6.2	<i>Principais causas da ineficiência do Planejamento</i>	25
2.6.3	<i>Etapas do Planejamento</i>	26
2.6.4	<i>Níveis Hierárquicos do Planejamento</i>	28
2.7	Processo executivo	28
2.7.1	<i>Ferramentas</i>	28
2.7.2	<i>Marcação</i>	34
2.7.3	<i>Elevação da alvenaria.....</i>	36
2.7.4	<i>Instalações elétricas.....</i>	39
2.7.5	<i>Confecção das vergas e contravergas.....</i>	39
2.7.6	<i>Grauteamento.....</i>	39
2.7.7	<i>Cinta de amarração ou respaldo</i>	40

2.8 Recomendações para o controle tecnológico de construção em alvenaria estrutural	41
2.9 Manifestações patológicas na alvenaria estrutural.....	41
2.9.1 <i>Fissura</i>	42
2.9.2 <i>Eflorescências</i>	44
2.9.3 <i>Infiltrações</i>	45
3 MÉTODO DE PESQUISA	46
3.1 Caracterização das obras	46
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES	47
4.1 Dados coletados nas obras	47
4.1.1 <i>Questionário de perguntas referentes ao sistema construtivo</i>	47
4.1.2 <i>Registro dos problemas recorrentes</i>	52
4.1.2.1 <i>Juntas de assentamento de argamassa</i>	52
4.1.2.2 <i>Juntas Fissuradas</i>	54
4.1.2.3 <i>Rasgos em paredes estruturais</i>	55
4.1.2.4 <i>Incompatibilidade entre os projetos</i>	56
4.1.2.5 <i>Problemas de paginação</i>	57
5 CONCLUSÕES.....	59
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	61

1 INTRODUÇÃO

1.1 Justificativa

A alvenaria estrutural é um processo construtivo em que a estrutura e a vedação do edifício são executadas simultaneamente. O sistema dispensa o uso de pilares e vigas, ficando a cargo dos blocos estruturais a função portante da estrutura. Neste sistema, a parede não tem apenas a função de vedação, ela desempenha também o papel de estrutura da edificação. Esta solução permite construir desde simples muros, residências e edifícios de diversas alturas até hipermercados e indústrias (PARSEKIAN; HAMID; DRYSDALE, 2012).

Segundo Manzione (2007), este sistema exige grande integração de projetos mantendo o foco na produção e sendo responsável por organizar todos os outros subsistemas da edificação. Se utilizado plenamente, este sistema pode gerar grande economia e diversas vantagens na execução da obra.

Parsekian e Soares (2010) afirmam, em geral, a alvenaria é reconhecida como durável, esteticamente agradável, de bom desempenho térmico e acústico. Quando bem projetado, o sistema construtivo em alvenaria estrutural traz inúmeras vantagens, como ganho em rapidez, diminuição de desperdícios e custo competitivo. Em outras palavras, implica em Racionalização da obra.

De acordo com Parsekian e Soares (2010) é comum observarmos o uso da alvenaria estrutural em empreendimentos habitacionais de larga escala, onde as exigências de racionalização, planejamento, controle, rapidez e custo são melhores contempladas pela opção desse sistema construtivo.

Esse sistema construtivo está sendo selecionado por muitas construtoras para a execução de prédios residenciais, sobretudo as que fazem parte do Programa Habitacional Popular – Minha Casa Minha Vida, que tem como objetivo atender as necessidades de habitação da população de baixa renda nas áreas urbanas.

Diante do atual déficit habitacional e da necessidade de viabilizar as edificações quanto à aceitação mercadológica e competitividade econômica a alvenaria estrutural desperta a atenção cada vez maior de profissionais da construção civil.

O amplo emprego da alvenaria estrutural se dá devido às suas vantagens diante às outras tecnologias construtivas. Essas vantagens são devido à alvenaria estrutural congregar

facilmente os conceitos de racionalização construtiva e apresentar benefícios de custos quando comparadas a outras técnicas, como estruturas convencionais de concreto armado.

Apesar de todas as vantagens e do atual uso extensivo desse sistema, é insuficiente a bibliografia sobre conceitos de projeto de alvenaria estrutural, o que contribui para o pouco conhecimento sobre esse tema. Infelizmente, ainda hoje é possível encontrar engenheiros que realizam projeto ou execução de obras sem saberem ao menos o significado de um prisma de alvenaria (PARSEKIAN; SOARES, 2010).

Na construção civil as empresas têm apontado uma maior preocupação com a gestão de suas técnicas produtivas nos canteiros de obras. Com a crescente competitividade do mercado, a produtividade deve ser maior, visando o controle de desperdícios, qualidade, prazo e custo. O planejamento de execução das atividades, através de um melhor gerenciamento das equipes de produção e dos fluxos de materiais e equipamento, vem sendo empregada pelas empresas como forma de aperfeiçoar o desempenho dos processos produtivos.

A falta de planejamento em uma obra atrapalha seu desenvolvimento, podendo apresentar, desta maneira, dificuldades administrativas, financeiras e/ou executivas.

A alvenaria estrutural deve ser utilizada em sua total capacidade, e forma racionalizada, com todos os seus benefícios. É necessária uma gestão sobre todos os aspectos produtivos do sistema. Não adianta focar apenas nos aspectos técnicos e de projetos do sistema e não gerenciar e planejar a execução.

Alvenaria estrutural vem sendo utilizada já alguns anos no país, porém, foram diagnosticados diversos problemas na sua execução. Esses problemas são decorrentes de uma mão-de-obra não especializada ou sem as informações necessárias para execução do projeto, materiais de baixa qualidade ou empregados erroneamente (PRUDÊNCIO, OLIVEIRA; BEDIN, 2002).

Richter, Masuero, e Formoso (2010), afirmam que inúmeras obras estão sendo executadas sem uma preocupação maior com a qualidade do serviço, implicando para as construtoras somente velocidade e o volume da construção. Todos esses fatos resultam na manifestação de diversas irregularidades na alvenaria, ainda na fase executiva.

Perante o grande volume de obras em alvenaria estrutural que estão surgindo, torna-se interessante a caracterização desses problemas. Identificando quais são os principais problemas encontrados na fase de projeto, de planejamento e de execução da alvenaria estrutural. Quando identificados e caracterizados esses problemas, podem-se também sugerir as formas e as medidas para evitá-los.

1.2 Objetivo

1.2.1 *Objetivo geral*

Caracterizar os principais problemas recorrentes na fase de projeto, planejamento e execução em obras de alvenaria estrutural e diagnosticar as manifestações patológicas encontradas.

1.2.2 *Objetivos específicos*

- a) estudar as manifestações patológicas ocorridas em edifícios de alvenaria estrutural devido ao emprego de técnicas e materiais utilizados;
- b) analisar se as técnicas e os materiais empregados para construção de edifícios atendem os critérios mínimos de aceitabilidade das normas brasileiras que regem os projetos e as execuções de alvenaria estrutural em edifícios;
- c) mensurar os custos adicionais que esses problemas provocam devido às manifestações patológicas ocorridas.

1.3 Estrutura da Monografia

O Capítulo 1 (Introdução) apresenta-se o tema de estudo do projeto de graduação, mostrando os tópicos a serem pesquisados. Descrevem-se a justificativa, os objetivos e a estrutura do trabalho.

O capítulo 2 (Revisão Bibliográfica) descreve-se o tema com maiores proeminências, onde são apresentados os conceitos, noções básicas de projeto, de planejamento e de processo executivo da alvenaria estrutural.

O capítulo 3 (Método de pesquisa) descreve-se a metodologia como o trabalho foi concebido para alcançar seus objetivos.

O Capítulo 4 (Análise dos resultados) trata-se a análise dos resultados coletados e indica-se o tratamento para as manifestações patológicas encontradas.

O Capítulo 5 (Conclusões) apresenta-se as conclusões gerais do trabalho.

2 ALVENARIA ESTRUTURAL

2.1 Histórico

A alvenaria estrutural tem suas raízes na Pré-História. É assim um dos mais antigos sistemas de construção da humanidade. As primeiras alvenarias, em pedra ou em tijolo cerâmico seco ao sol, apresentavam grandes espessuras em suas obras mais imponentes, face ao desconhecimento das características resistentes dos materiais e de procedimentos racionais de cálculo.

As construções em alvenaria de pedra ou tijolo cerâmico queimado, assentados com barro, betume e mais tarde com argamassas de cal, pozolana e finalmente cimento Portland, predominaram até o início de nosso século (PARSEKIAN; HAMID; DRYSDALE, 2012).

Segundo Hendry (2002), a alvenaria estrutural passou a ser tratada como uma tecnologia de construção civil por volta do século XVII quando os princípios de estatística foram aplicados para a investigação da estabilidade de arcos e domos. Embora no período entre os séculos XIX e XX tivessem sido realizados testes de resistência dos elementos da alvenaria estrutural em vários países, ainda se elaborava o projeto de alvenaria estrutural de acordo com métodos empíricos de cálculo.

Nesta época (entre os séculos XIX e XX), edifícios em alvenaria estrutural foram construídos com espessuras excessivas de paredes, como por exemplo, o edifício Monadnock em Chicago, que se tornou um símbolo da moderna alvenaria estrutural, mesmo com suas paredes da base de 1,80 m. Este edifício foi considerado na época como limite dimensional máximo para estruturas de alvenaria calculadas pelos métodos empíricos. Acredita-se que se este edifício fosse dimensionado pelos procedimentos utilizados atualmente, com os mesmos materiais, esta espessura seria inferior a 30 cm (HENDRY, 2002).

A perda de espaço e baixa velocidade de construção evidenciam a baixa aceitação de edifícios altos em alvenaria portante na época frente à emergente alternativa de estruturas de concreto armado. Assim, os edifícios em alvenaria estrutural tiveram pouca aplicação durante um período de 50 anos. (HENDRY, 2002),

Somente na década de 50 houve novamente um aumento no interesse pela construção de edifícios em alvenaria estrutural, pois a segunda guerra mundial (1939 – 1945) causou uma escassez dos materiais de construção na Europa, principalmente do aço (HENDRY, 2002). Assim, nesta época foram construídos alguns edifícios em alvenarias

estruturais, principalmente na Suíça, pela inexistência de indústrias de aço na região (HENDRY, 2002).

Figura 1 - Edifício Monadnock, Chicago.



Fonte: <http://www.flickr.com/photos/fridonia/3006601672>. Acesso em: 2 jul. 2012.

Segundo Ramalho e Corrêa (2003), um edifício construído em 1950, na Basileia - Suíça, com 13 pavimentos foi um marco importante na história da alvenaria estrutural, pois suas paredes internas foram reduzidas à espessura de 15 cm e as paredes externas a 37,5 cm de espessura.

Nas décadas seguintes (60 e 70) o interesse pela alvenaria estrutural avançou para outros países da Europa, como, por exemplo, a Inglaterra, onde foram construídos diversos edifícios em alvenaria estrutural promovidos principalmente por programas públicos (HENDRY, 2002).

Ramalho e Corrêa (2003) afirmam que no Brasil a alvenaria estrutural foi introduzida em 1966, em São Paulo onde foram construídos edifícios com apenas quatro pavimentos. Em 1972 foi construído o Conjunto Habitacional Central Parque Lapa, formado de quatro blocos de doze pavimentos.

Figura 2 - Conjunto Habitacional Central Parque Lapa, São Paulo.



Fonte: <http://www.comunidadeaconstrucao.com.br/alvenaria-estrutural>. Acesso em: 2 jul. 2012.

Já nos anos 80 a alvenaria estrutural foi mais difundida com as construções de conjuntos habitacionais e o reconhecimento de ser um processo construtivo eficiente e racional de baixo custo, muito conveniente para famílias de baixa renda, apesar de se verificar naquele momento o aparecimento de muitas patologias durante e após a execução (FRANCO, 2008).

2.2 Definições

Alvenaria estrutural é um processo construtivo em que as paredes são utilizadas, simultaneamente, como elementos de vedação e como elementos resistentes às cargas verticais de peso próprio e de ocupação e às cargas horizontais devidas ao vento. (ROMAN; MUTTI, 1999).

Alvenaria Estrutural é o processo construtivo na qual, os elementos que desempenham a função estrutural são de alvenaria, sendo os mesmos, dimensionados e executados de forma racional. Além de desempenhos estruturais, a alvenaria estrutural ainda necessita resistir a impactos, garantir a vedação, estanqueidade e conforto térmico e acústico.

De acordo com Camacho (2006), a alvenaria estrutural é um processo construtivo que pode ser classificada da seguinte forma:

- a) quanto ao processo construtivo empregado:
 - alvenaria estrutural armada: é o processo construtivo em que os elementos resistentes possuem uma armadura passiva de aço. Essas armaduras são

dispostas na cavidade dos blocos que são posteriormente preenchidas com graute;

- alvenaria estrutural não armada: é o processo construtivo em que nos elementos estruturais existem somente armaduras com finalidades construtivas, de modo a prevenir problemas patológicos (fissuras, concentração de tensões, etc.);
- alvenaria estrutural parcialmente armada: processo construtivo em que alguns elementos resistentes são projetados como armados e outros como não armados. De forma geral, essa definição é empregada somente no Brasil;
- alvenaria estrutural protendida: é o processo construtivo em que existe uma armadura ativa de aço contida no elemento resistente.

b) quanto ao tipo ou e material utilizado:

- alvenaria estrutural de tijolos ou de blocos: função do tipo das unidades;
- alvenaria estrutural cerâmica ou de concreto: conforme as unidades (tijolos ou blocos) sejam de material cerâmico ou de concreto.

O sistema de alvenaria estrutural é formado por componentes. Entende-se por um componente da alvenaria uma entidade básica, ou seja, algo que compõe os elementos que, por sua vez, compõem a estrutura (PARSEKIAN; SOARES, 2010).

Os componentes principais da alvenaria estrutural são: blocos, ou unidades; argamassa; graute e armadura.

a) bloco: a unidade básica que forma a alvenaria. São eles que comandam a resistência à compressão e determinam os procedimentos para aplicação da técnica da coordenação modular nos projetos (PARSEKIAN; SOARES, 2010). Os blocos estruturais são divididos também entre grupos chamados de família. Cada família diferencia-se uma da outra pela dimensão do módulo básico, que será de fundamental importância para a modulação do projeto;

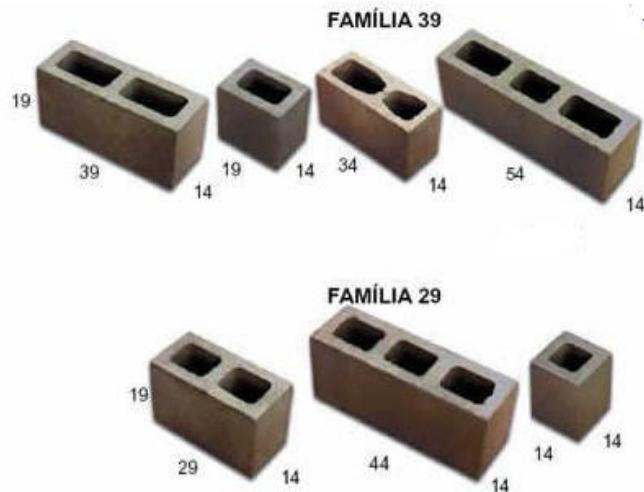
Kalil e Leggerini (2002), afirmam que os blocos que compõem a alvenaria podem ser constituídos e diferentes materiais, sendo os mais utilizados os cerâmicos ou de concreto.

Qualquer que seja o material utilizado segundo Kalil e Leggerini (2002), as propriedades desejáveis são:

- ter resistência à compressão adequada;
- ter capacidade de aderir à argamassa tornando homogênea a parede;

- possuir durabilidade frente aos agentes agressivos (umidade, variação de temperatura e ataque por agentes químicos);
- possuir dimensões uniformes;
- resistir ao fogo.

Figura 3 - Blocos estruturais de concreto da família 39 e 29



Fonte: <http://www.fazfacil.com.br/reforma-construcao/tamanhos-blocos-concreto>. Acesso em: 5 jul. 2012.

Figura 4 - Blocos estruturais cerâmicos da família 29



Fonte: http://www.terravitta.com.br/produtos_estruturais.php. Acesso em: 5 jul. 2012.

- b) junta de argamassa: componente utilizado na ligação entre blocos. As principais funções da argamassa de acordo com Parsekian e Soares (2010) são:
- unir os blocos, distribuindo as cargas por toda a área dos blocos;

- compensar imperfeições e variações dimensionais dos blocos e vedar a parede, protegendo-a da água e outros agentes agressivos;
- absorver as deformações naturais a que a parede é submetida, como variações devido ao gradiente térmico, retração por secagem, a pequenos recalques, sendo importante que a resiliência seja boa, isto é, a argamassa deve ser capaz de absorver essas deformações sem se romper;
- contribuir para a resistência da parede de maneira adequada.

Figura 5 - Junta de argamassa



Fonte: ABCP (2009)

Como principais características da argamassa:

- trabalhabilidade, para permitir bom assentamento da argamassa. A consistência ideal deve permitir que a argamassa se espalhe sobre o bloco e adira nas superfícies verticais, não ocasionando o escorramento de argamassa, com o assentamento das fiadas subsequentes (ROMAN et al., 1999);
- alta retenção de água, para evitar a ocorrência de uma fraca ligação entre o bloco e a argamassa, pela sucção da água pelo bloco muito poroso, não permitindo a hidratação do cimento. A perda de água muito rápida também gera o endurecimento da argamassa, prejudicando o assentamento das fiadas subsequentes (ROMAN et al., 1999);
- plasticidade, para absorver deformações sem fissuras (RAMALHO; CORRÊA, 2003);

- aderência, que é a principal característica de uma boa argamassa. É a capacidade de absorver esforços de cisalhamento e de tração (ROMAN et al., 1999);
 - tempo de endurecimento, que é função de hidratação, ou seja, a reação química entre o cimento e a água. O endurecimento não pode ser muito rápido, porque gera problemas na execução do serviço, como no assentamento dos blocos, e nem muito lento, pois prejudica o andamento dos serviços, gerando tempos de espera dos assentadores para continuar a execução da alvenaria. Outros fatores como temperatura e o grau de homogeneidade da argamassa, podem influenciar o tempo de endurecimento (ROMAN et al., 1999);
 - durabilidade da argamassa, para que o conjunto possa no mínimo atingir a vida útil projetada (RAMALHO; CORRÊA, 2003);
 - resistência à compressão da argamassa é importante para a resistência final da estrutura, no entanto, grande rigidez não significa um a melhor solução, pois uma argamassa muito resistente pode ter problemas de fissuração por expansão térmica ou por movimentação da junta. Sendo assim, a resistência da argamassa deve ser suficiente para comportar as cargas da parede. (ROMAN et al., 1999).
- c) graute: componente utilizado para preenchimento de espaços vazios de blocos com a finalidade de solidarizar armaduras à alvenaria ou aumentar sua capacidade resistente.

Parsekian e Soares (2010), afirmam que as funções do graute são:

- aumentar a resistência em pontos localizados (vergas, contravergas, coxim);
- aumentar à resistência a compressão da parede;
- unir eventuais armaduras às paredes

De acordo com Manzione (2007),

O graute é um microconcreto de alta plasticidade, cuja função principal é aumentar a resistência da parede à compressão, através do aumento da seção transversal do bloco. Quando combinado com o uso de armaduras em seu interior, o graute combaterá também os esforços de tração.

Figura 6 - Grauteamento



Fonte: ABCP (2009)

d) armaduras: como no concreto armado a armadura é utilizada na alvenaria estrutural para resistir a esforços de tração e cisalhamento, para aumentar a resistência a cargas centradas e para permitir ductilidade em situações de ações excepcionais, como sísmicas (PARSEKIAN; HAMID; DRYSDALE, 2012).

Figura 7 - Armaduras



Fonte: ABCP (2009)

Já os elementos são uma parte suficientemente elaborada da estrutura, sendo formados por pelo menos dois dos componentes anteriormente citados (PARSEKIAN; SOARES, 2010):

- a) elemento da alvenaria não armada: elemento de alvenaria no qual a armadura é desconsiderada para resistir aos esforços solicitantes;
- b) elemento de alvenaria armado: elemento de alvenaria no qual são utilizadas armaduras passivas que são consideradas para resistência dos esforços solicitantes;
- c) elemento de alvenaria protendido: elemento de alvenaria no qual são utilizadas armaduras ativas impondo uma pré-compressão antes do carregamento.

Parsekian, Hamid e Drysdale (2012) classificam as paredes em alvenaria da seguinte forma:

- a) estrutural: Toda parede admitida como participante da estrutura (serve de apoio às lajes e a outros elementos da construção);
- b) não estrutural: Toda parede não admitida como participante da estrutura (apoia e impõe um carregamento as lajes ou a outro elemento da estrutura).

A amarração efetiva das paredes é uma questão determinante na execução da alvenaria. Na amarração da alvenaria nos cantos, o procedimento que melhor satisfaz a transmissão de esforços entre painéis e a simplicidade da execução, seria o de alternar um bloco de cada painel a cada fiada.

As amarrações segundo Parsekian (2012) podem ser do tipo:

- a) no plano da parede:
 - direta: padrão de distribuição dos blocos no qual as juntas verticais se defasam de, no mínimo, 1/3 do comprimento dos blocos;
 - indireta (não amarrada): quando o padrão de distribuição dos blocos não atende o acima (junta prumo), devendo as paredes construídas de esta forma ser consideradas de vedação ou ser comprovada experimentalmente a eficiência do detalhe utilizado.
- b) entre paredes
 - direta: existe intertravamento dos blocos, obtidos com a interpenetração alternada de 50% das fiadas de uma parede na outra;
 - indireta: existe junta a prumo no encontro das paredes, sem sobreposição dos blocos, devendo haver uma armação metálica (grampos ou telas) sobre a junta entre as paredes.

Figura 8 - Amarração direta



Figura 9 - Amarração indireta



Fonte: <http://meloalvenaria.com.br/plus/modulos/conteudo/?tac=publicacoes>. Acesso em: 27 jul. 2012.

O prisma é o corpo de prova obtido pela superposição de blocos unidos por junta de argamassa, grauteados ou não, a ser ensaiados a compressão. Oferece informação básica sobre a resistência à compressão da alvenaria estrutural e é o principal parâmetro para projeto e controle de obra. (PARSEKIAN, 2012).

Figura 10 - Ensaio de prisma



Fonte: <http://www.consultoriaeanalise.com/analise-do-comportamento-de-primas>. Acesso em: 27 jul. 2012.

2.3 Vantagens do sistema construtivo

De acordo Ramalho e Corrêa (2003) as características que representam vantagens na utilização da alvenaria estrutural em detrimento ao sistema convencional de concreto armado:

- a) economia de fôrmas: por de constituída quase que totalmente por elementos estruturais pré-fabricados esta estrutura elimina a necessidade de fôrmas, previstas somente na moldagem das lajes, quando não forem pré-fabricadas;
- b) redução acentuada nos revestimentos: Devido à utilização de blocos de qualidade controlada e maior qualificação da mão-de-obra para execução, a redução de revestimentos é significativa. Usualmente o revestimento interno é feito com uma camada de gesso aplicada diretamente sobre a superfície dos blocos. No caso de revestimento cerâmico, eles também podem ser colados diretamente sobre os blocos;
- c) redução nos desperdícios de material: Como as paredes não admitem intervenções posteriores significativas, como rasgos ou aberturas para a colocação de instalações hidráulicas e elétricas, é uma importante causa da eliminação de desperdícios e entulho que saem dos canteiros de obra o que onera a edificação;
- d) menor quantidade de pessoal especializado: não há necessidade da presença de muitos especialistas como armadores ou carpinteiros. As armaduras comumente utilizadas na estrutura são barras ou treliças pré-fabricadas;
- e) agilidade: Dependendo do tipo de laje que vai ser usado na estrutura, não vai ser preciso esperar o tempo de cura do concreto, que é o que normalmente determina o ritmo da obra nas estruturas de concreto armado.

2.4 Limitações do sistema construtivo

O projeto arquitetônico deve ser elaborado desde o estudo de viabilidade levando-se em consideração o princípio dos "painéis" e a modulação da família de blocos previamente escolhida. Desta maneira, o projetista desenvolve suas ideias oferecendo soluções beneficiadas pelo potencial do sistema construtivo e não avançando além de suas limitações.

Segundo Ramalho e Corrêa (2003) as limitações que o sistema de alvenaria estrutural apresenta ao ser comparado com estruturas convencionais:

- a) limitação na adaptação da arquitetura após a construção: após executada as paredes no sistema de alvenaria estrutural não existe a possibilidade para mudanças relevantes no layout arquitetônico;

- b) interferência entre projetos: existe uma grande interferência entre os projetos de arquitetura, estrutural e instalações quando adotado o sistema de alvenaria estrutural. A impossibilidade de se furar paredes, sem controle rigoroso, limita e condiciona o projeto de instalações elétricas e hidráulicas;
- c) utilização de mão-de-obra qualificada: a execução da alvenaria estrutural exige a aplicação de mão-de-obra qualificada para que sejam empregados os instrumentos adequados durante a execução. Isto significa selecionar e capacitar esta mão-de-obra para se evitar problemas durante a execução e riscos após a ocupação da edificação.

2.5 Projetos

2.5.1 Coordenação de projetos

A compatibilização dos projetos é indispensável para racionalização do sistema construtivo. A perfeita coordenação entre os projetos arquitetônico, hidráulico e elétrico impedirá a necessidade de tomada de decisões em obra, que muitas vezes geram um ônus maior do que se fossem adotadas previamente.

2.5.1.1 Projeto Arquitetônico

Do projeto arquitetônico dependerá o sucesso de todo a obra, pois todos os projetos o terão como base. É necessário que nessa fase já se contemple todas as próximas etapas, de maneira a se impedir problemas de incompatibilidade, complexos de serem resolvidos nos projetos complementares ou em obra. Os fundamentos para o projeto arquitetônico segundo Roman et al. (1999):

- a) verificar condicionantes de projeto;
- b) objetivar máxima simetria;
- c) utilizar modulação;
- d) compatibilizar os projetos arquitetônicos com o estrutural e os de instalações;
- e) prever as paredes que podem funcionar como vedação, utilizando-as para passagem de tubulações;
- f) apresentar os detalhes construtivos de forma clara e objetiva;

g) usar escalas diferentes para planta e detalhes.

2.5.1.2 Projeto estrutural

No projeto estrutural serão definidas as solicitações da estrutura, o material dos blocos a ser utilizado, a espessura das paredes, os esforços da estrutura, as juntas de dilatação, junta de controle e também os elementos de reforço estrutural a serem empregados (ROMAN et al., 1999).

Além das condicionantes usuais, comumente provenientes dos códigos de obra municipais, um projeto em alvenaria estrutural impõe restrições específicas aos projetistas. Entre essas se destacam as seguintes restrições estruturais (ROMAN et al., 1999):

- a) a limitação no número de pavimentos que é possível alcançarem por efeitos dos limites dos materiais disponíveis no mercado;
- b) o arranjo espacial das paredes e a necessidade de amarração entre os elementos;
- c) as limitações quanto à existência de transição para estruturas em pilotis no térreo ou em subsolos.

2.5.1.3 Projeto hidráulico

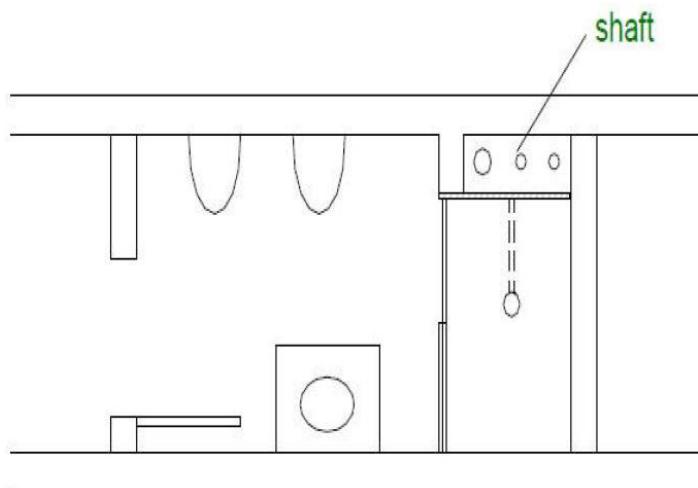
Na confecção do projeto hidráulico é necessária a comunicação com o projetista arquitetônico, determinando quem será o responsável pelo projeto executivo. No projeto hidráulico deve-se procurar, sempre que aceitável, posicionar as tubulações no mesmo alinhamento em todos os pavimentos viabilizando o emprego de shafts (ROMAN et al., 1999).

Shafts são passagens deixadas nas lajes, de alto a baixo do edifício, especialmente para a locação das prumadas primárias. Os shafts hidráulicos são construídos normalmente junto aos boxes de banheiros e em áreas de serviço. (ABCI, 1990). O uso de shafts é indicado, pois além de ser uma alternativa, mas prática e econômica impede que o rompimento ou vazamento de tubulações comprometa os blocos estruturais (ROMAN et al., 1999).

As tubulações de água quente e fria devem passar pela laje e seguir até a altura do forro, de onde descerão verticalmente pelos furos dos blocos até os pontos desejados. A descida pelos furos dos blocos não deve ser encorajadas, impedindo a passagem de tubulação

horizontalmente pelas paredes. Outra indicação é sempre que for necessário o embutimento horizontal de tubulações este deve ser feito em paredes hidráulicas, pois na precisão de manutenção a parede terá de ser cortada horizontalmente, ação proibida em alvenarias estruturais (ROMAN et al., 1999).

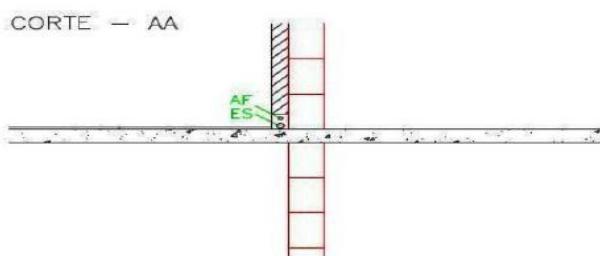
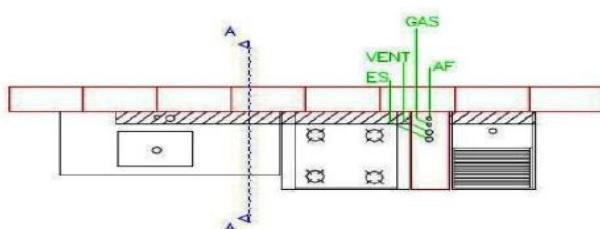
Figura 11 - Shaft Hidráulico



Fonte: Franco (1991)

A alternativa de enchimento consiste em majorar a espessura do revestimento em determinado trecho por onde passa a tubulação, que fica externa ao bloco (ABCI, 1990). É o fato que ocorre em situações como tubulação sob pia da cozinha, onde o enchimento sob a bancada não chega a comprometer os aspectos arquitetônicos (Figura 12).

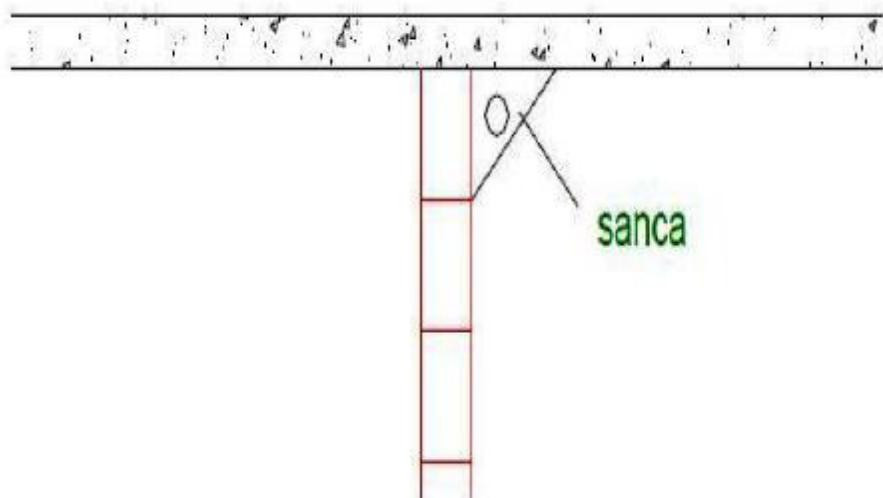
Figura 12 - Enchimento em pia de cozinha



Fonte: ABCI (1990)

As sancas são enchimentos construídos entre o teto e a parede, idêntico ao anterior, por onde podem passar tubulações horizontais (Figura 13). Juntamente com o forro falso de gesso, são alternativas bastante utilizadas para resolver o problema da passagem do trecho horizontal de tubulações de grande diâmetro (ABCI, 1990).

Figura 13 - Sanca



Fonte: ABCI (1990)

Preferencialmente é recomendável o emprego de paredes hidráulicas e do shaft hidráulico, por serem opções que propiciam maior racionalização e independência entre serviços. Estas também têm a vantagem de não interferirem na estrutura da edificação, bem como facilitarem a posterior manutenção das instalações, quando da edificação em uso. Outro motivo para o emprego dessas duas opções citadas é a redução de tempo conseguida na execução do serviço, em função de que, tanto a parede hidráulica como o shaft hidráulico são executados em conjunto com o assentamento das demais paredes de alvenaria. A escolha da melhor solução para a passagem das instalações hidro-sanitárias constitui, entretanto, uma decisão de cada projeto, em função das condicionantes e fatores intervenientes gerais de cada empreendimento. (Associação Brasileira da Construção Industrializada - ABCI, 1990).

2.5.1.4 Projeto elétrico

Bem como no projeto hidráulico é necessário à interação entre os projetistas arquitetônico e elétrico bem como a decisão de quem elaborará o projeto executivo. É indispensável que o projetista estrutural tenha conhecimento do posicionamento de todos os elementos, de maneira que possa determinar os reforços necessários (ROMAN et al., 1999).

O projeto elétrico deve prever a passagem dos eletrodutos pelos furos dos blocos. É aconselhável que os blocos cortados com esperas para as caixas de tomadas ou interruptores sejam posicionados concomitantemente com a elevação da alvenaria. As dimensões das

caixas de distribuição de energia e de passagem devem ser tais que se evite a necessidade de corte dos blocos. As posições e dimensões de todos os elementos devem ser previstas no projeto executivo (ROMAN et al., 1999).

Figura 14 - eletrodutos passando pelo furo dos blocos



Fonte: <http://www.pauluzzi.com.br/alvenaria.php>. Acesso em: 7 ago. 2012.

Figura 15 - bloco cortado c/ espera para caixa de tomada



Fonte: <http://www.pauluzzi.com.br/alvenaria.php>. Acesso em: 7 ago. 2012.

2.5.1.5 Projeto executivo

Segundo Roman et al. (1999) o projeto executivo é o que apresenta todas os elementos necessárias à execução da edificação. Neste são mencionados os materiais,

quantidades, posicionamento e os componentes a serem utilizados. Os seguintes elementos devem ser elaborados para a composição e apresentação de um projeto executivo:

- a) a planta baixa;
- b) os cortes e as elevações;
- c) as informações técnicas dos materiais a serem utilizados;
- d) os detalhes-padrão de amarrações e de ligações entre paredes e pilares;
- e) os detalhes de vergas e contravergas;
- f) os detalhes de passagens de tubulações e localização de pontos elétricos e hidráulicos;
- g) os detalhes especiais tais como pontos de grauteamento e amarrações de parede.
- h) armazenamento e transporte;
- i) sequência de execução;
- j) ferramentas e profissionais necessários.

2.5.2 Coordenação modular

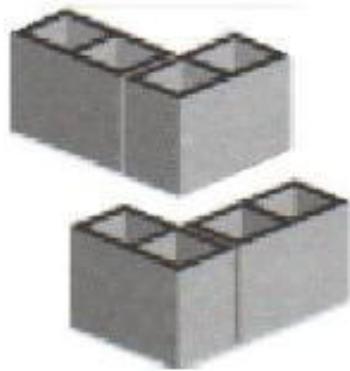
A modulação é um procedimento que tem por princípio que todas as dimensões da construção são múltiplas de um valor de referência (metade do comprimento do bloco na modulação). Com isto, a correta previsão e distribuição dos elementos modulares no espaço permite que se evitem quebras e desperdícios (PRUDÊNCIO, OLIVEIRA; BEDIN, 2002).

O projeto de norma de coordenação modular de projetos para edificação anuncia que a coordenação modular busca a compatibilização entre os elementos e componentes construtivos. A norma (ABNT, 2010b) cita que isso significa:

- a) ampliar a cooperação entre os agentes da cadeia produtiva da construção civil;
- b) racionalizar a variedade de medidas de coordenação empregadas na fabricação de componentes construtivos;
- c) simplificar o processo de marcação no canteiro de obras para posicionamento e instalação de componentes construtivos;
- d) aumentar a intercambialidade de componentes tanto na construção inicial quanto em reformas e melhorias ao longo da vida útil projetada da edificação.

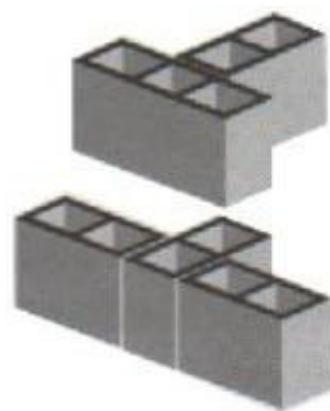
Ramalho e Corrêa (2003) informam que a utilização de blocos modulares simplifica muito o projeto e a execução, pois permite que as amarrações de paredes sejam feitas sem o uso de peças de dimensões especiais, como apresentado nas figuras 16 e 17.

Figura 16 - amarração c/ modulação e largura iguais.



Fonte: Ramalho e Corrêa (2003)

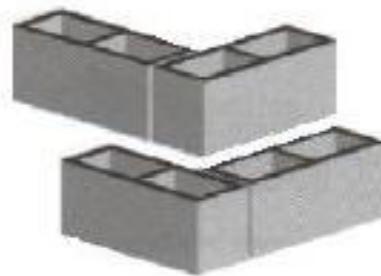
Figura 17 - amarração no encontro de três paredes c/ modulação e larguras iguais, com uso de bloco especial de três furos.



Fonte: Ramalho e Corrêa (2003)

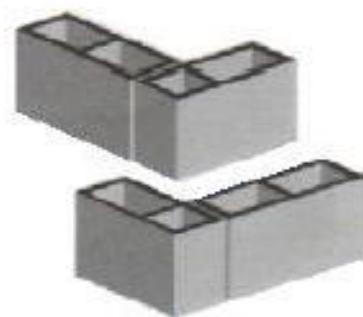
Ramalho e Corrêa (2003), afirmam que quando a largura do bloco é menor do que módulo, complicações são geradas para o arranjo como se pode ver na figura 18. Para correção é imprescindível o emprego de blocos de dimensões especiais, representado nas figuras 19 a 20.

Figura 18 - amarração c/ modulação e larguras diferentes, sem uso de bloco especial.



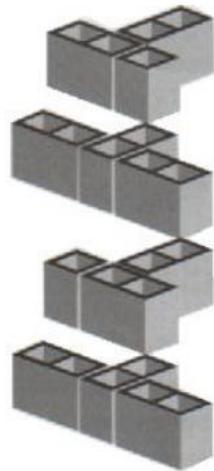
Fonte: Ramalho e Corrêa (2003)

Figura 19 - amarração c/ modulação e larguras diferentes, com uso de bloco especial.



Fonte: Ramalho e Corrêa (2003)

Figura 20 - amarração no encontro de três paredes c/ modulação e larguras diferentes, c/ uso de bloco especial.



Fonte: Ramalho e Corrêa (2003)

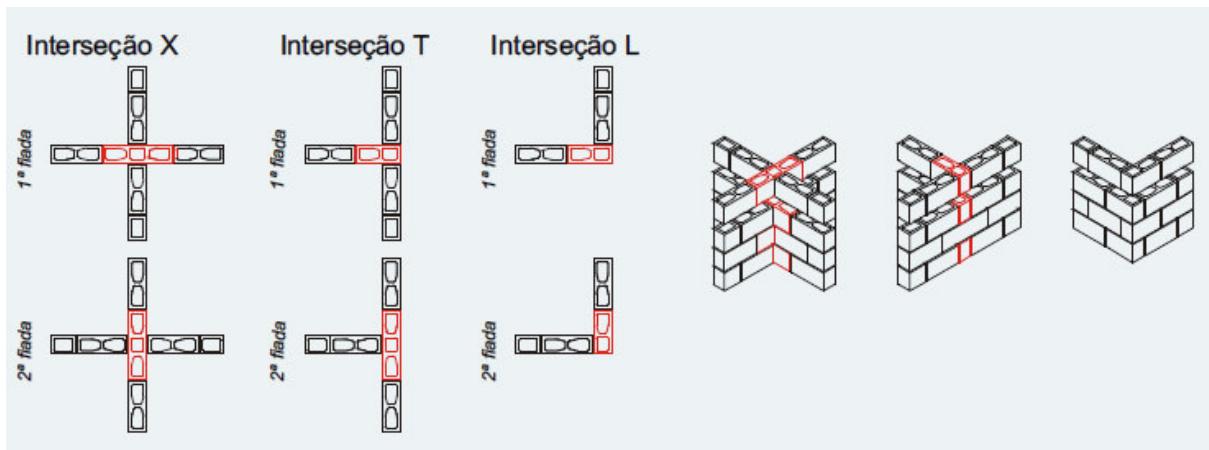
Figura 21 - amarração no encontro de três paredes c/ modulação e larguras diferentes, c/ uso de bloco especial de três furos.



Fonte: Ramalho e Corrêa (2003)

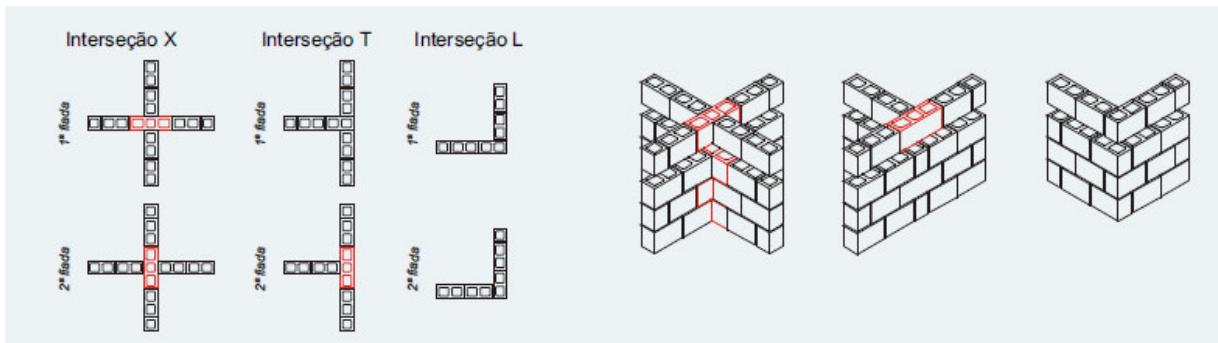
Com a utilização dos blocos adequados, garante-se o intertravamento das unidades de alvenaria de forma simples e lógica, em todas as situações. Isto é, uma sequência padronizada que representa a disposição dos blocos para cada uma das amarrações, conforme se vê nas figuras 22 e 23.

Figura 22 - Modulação (planta baixa e 3D) para família 39



Fonte: Curso de Análise de Alvenaria Estrutural (2009)

Figura 23 - Modulação (planta baixa e 3D) para família 29



Fonte: Curso de Análise de Alvenaria Estrutural (2009)

2.6 Planejamento

2.6.1 Conceito

O planejamento é necessário na vida de todas as pessoas, seja no ambiente profissional, familiar ou pessoal, podendo interferir de modo positivo ou negativo, transformando-se conforme sua necessidade.

No campo da construção civil não é diferente. Porém, este processo incide em uma análise meticolosa da lógica construtiva do empreendimento, incluindo todas as suas partes a um detalhado estudo de todos os métodos, materiais e práticas construtivas.

Devido o avanço da tecnologia no ramo construtivo aparecem novas técnicas, metodologias e processos que dirigem a necessidade de que sejam realizadas transformações no setor estratégico e na visão sistêmica, direcionando a implementação de tecnologias de informação que possam adequar um ambiente integrado e produtivo (Goldman, 2004)

Desta maneira, faz-se necessário estimular primeiramente a conscientização do caráter imprescindível de tais mudanças de posicionamento para depois partir efetivamente para a transformação.

Segundo Goldman (2004),

Planejamento se constitui atualmente em um dos principais fatores para o sucesso de qualquer empreendimento. Na construção civil, é essencial um sistema que possa canalizar informações e conhecimentos dos mais diversos setores e, em seguida, direcioná-los de tal forma que todas essas informações e conhecimentos possam ser utilizados pela empresa, sendo a realimentação do sistema uma de suas características.

Planejamento pode ser definido como um método de decisão adotada, realizado para antecipar uma ação futura almejada, usando de meios eficazes para materializá-la. O objetivo do planejamento é reduzir o custo, juntamente com o tempo de execução dos projetos e as incertezas relacionadas ao seu escopo.

De modo parecido, Santos e Mendes (2001) cita que:

Planejamento é considerado como processo de tomada de decisão que resulta em um conjunto de ações necessárias para transformar o estágio inicial de um empreendimento em um desejado estágio final.

O planejamento é o instrumento administrativo que permite compreender a realidade, avaliar os caminhos, organizar um referencial futuro, estruturando o caminho adequado e reavaliar todo o processo a qual o mesmo se destina, sendo, portanto, a parte racional da ação (SANTOS; MENDES, 2001).

Segundo Laufer (1990, apud BERNARDES, 2003), o planejamento é necessário por vários motivos:

- a) facilita a compreensão dos objetivos do empreendimento;
- b) define todos os trabalhos exigidos;
- c) desenvolve uma referência básica para processos de orçamento e programação;
- d) disponibiliza uma coordenação e integração vertical e horizontal (multifuncional), além de produzir informações para tomada de decisão;
- e) com base em decisões atuais, contribui para evitar tomada de decisões erradas em projetos futuros;
- f) melhora o desempenho da produção através da consideração e análise de processos alternativos;
- g) aumenta a velocidade de resposta para mudanças futuras;
- h) fornece padrões para o monitoramento, revisão e controle de execução do empreendimento;
- i) explora a experiência acumulada da gerência.

O planejamento é peça principal no campo da construção civil, podendo ser simples ou específico, pois à medida que o planejamento passa a ocupar um lugar de destaque no cenário da construção, tornam-se imprescindíveis a formação de profissionais. O planejamento visa à coordenação do trabalho, buscando sempre a utilização racional e

econômica da mão-de-obra, unificada aos equipamentos e materiais de construção, assegurando o bom desempenho na execução das atividades (CIMINO, 1987).

Em qualquer caso é necessário um planejamento adequado antes de dar início ao processo de produção, para evitar uma perda de tempo, ociosidade de mão-de-obra e equipamentos e distorções no abastecimento de materiais, resultando em perda de qualidade, baixa produtividade e perdas financeiras irrecuperáveis (CIMINO, 1987).

Segundo Maffei (2007) o planejamento requer muito tempo para a sua elaboração, necessita de profissionais com extensa experiência no ramo, representa um trabalho intenso e deve ser organizado no canteiro, utilizando-se das equipes mobilizadas. Caso o planejamento venha a ser elaborado nos escritórios centrais das empresas, por equipes afastadas dos problemas a serem enfrentados, seguramente, conterá deficiências.

O planejamento tem múltiplas funções, entre elas a de servir como assessor para Procedimento executivo de alvenaria estrutural aquisição de materiais, para fechamentos de contratos, para orientações técnicas nas aplicações de materiais ou nas execuções de serviços. O planejador deve deixar claro que planejamento não é um enigma. As principais funções do planejamento são: orientar, estudar, definir os processos construtivos e o caminho crítico, dimensionar os recursos e identificar as dificuldades da obra em tempo (GOLDMAN, 2004).

O resultado do planejamento deverá ser o mais sucinto e simples possível. Aqueles que contêm excesso de detalhes, inúteis à produção, são os mais cheios de falhas. Sendo assim com maiores possibilidades de não serem acompanhados e se converterem em fracasso e duras críticas (GOLDMAN, 2004).

A linguagem do planejamento deve ser a mais abrangente e natural, para ser entendida pelos envolvidos. Em outras palavras: o planejamento deve ser simples o bastante para que o mestre de obras possa entender, e substancial o suficiente para o presidente da empresa ter tempo para isto (GOLDMAN, 2004).

2.6.2 Principais causas da ineficiência do Planejamento

As deficiências no planejamento têm sido apontadas como causa do baixo desempenho de empreendimentos de construção. Diversos autores citados por Bernardes (2003) identificaram tais deficiências:

- a) O planejamento da produção não é encarado como processo gerencial, mas como o resultado de uma aplicação de uma ou mais técnicas de preparação de planos e que, em geral, utilizam informações pouco consistentes ou baseadas somente na experiência e intuição dos gerentes (LAUFER; TRUCKER, 1987);

- b) O controle não é realizado de maneira proativa e, geralmente, é baseado na troca de informações verbais do engenheiro com o mestre de obras, visando a um curto prazo de execução e sem vínculos com o plano de longo prazo, resultando, muitas vezes, na utilização ineficiente de recursos (FORMOSO, 1991);
- c) O planejamento e o controle da produção em outras indústrias são focados, em geral, em unidades de produção, diferentemente da indústria de construção, na qual eles estão dirigidos ao controle do empreendimento (BALLARD; HOWELL, 1997);
- d) A incerteza, inerente ao processo de construção, é frequentemente negligenciada, não sendo realizadas ações no sentido de reduzi-la ou de eliminar seus efeitos nocivos (COHENCA et al, 1989);
- e) Com frequência, existem falhas na implementação de sistemas computacionais para planejamento, por vezes adquiridos e inseridos em um ambiente organizacional, sem antes haver a identificação das necessidades de informações dos seus usuários (LAUFER; TUCKER, 1987);
- f) Existem dificuldades de se mudar as práticas profissionais dos funcionários envolvidos com o planejamento, principalmente devido à formação que eles obtêm nos cursos de graduação (LAUFER; TUCKER, 1987 e OGLESBY et al, 1989).

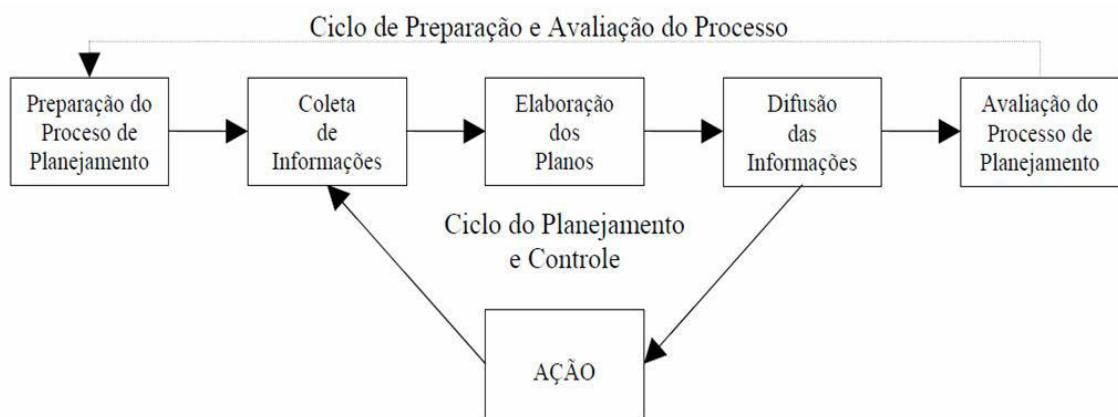
2.6.3 Etapas do Planejamento

Para compreensão do processo de planejamento, Laufer; Tucker (1987) propõem um modelo, representado pela Figura, conforme o qual o planejamento é subdividido em cinco etapas principais:

- a) preparação do processo de planejamento: tem por objetivo a definição de procedimentos e padrões a serem adotados na execução do processo de planejamento, inclusive com análise das condições que influenciam as atividades do próprio processo. Dentre as decisões a serem tomadas neste estágio pode-se destacar:
 - definição dos principais envolvidos no planejamento e controle, bem como de suas responsabilidades;

- níveis hierárquicos a serem adotados e periodicidade dos planos a serem gerados;
 - nível de detalhe em cada fase do planejamento e critérios para subdivisão do plano em itens;
 - técnicas e ferramentas de planejamento a serem empregadas.
- b) coleta de informações: segundo Formoso et al (1999), a qualidade do processo de planejamento e controle depende da disponibilidade de informações para os tomadores de decisão, sendo as mesmas produzidas em formatos e periodicidade variadas por diversos setores da empresa e também por outros intervenientes do processo, tais como: clientes, projetistas, subempreiteiros, poder público e consultores, além de literatura especializada.
- c) elaboração dos planos: é o momento quando é elaborado o produto do processo de planejamento – o plano de obra.
- d) difusão das informações: todas as informações geradas pelo plano de obra precisam ser difundidas entre os seus usuários.
- e) avaliação do processo de planejamento: o processo de planejamento necessita ser avaliado com frequência e realimentado com novas informações geradas pela obra, de modo a manter-se atualizado e servir de fonte de informações para empreendimentos futuros.

Figura 24 - Ciclo de Planejamento



Fonte: Laufer, Trucker apud Formoso (1999)

2.6.4 Níveis Hierárquicos do Planejamento

Devido às características dos empreendimentos de construção civil, é a sua complexidade e a variabilidade de seus processos que exigem a necessidade da divisão do planejamento em diferentes níveis hierárquicos. Formoso (1991) propõe essa divisão em três níveis:

- a) estratégico: aborda a definição dos objetivos do empreendimento, a partir do perfil do cliente, ou do mercado alvo;
- b) tático: comprehende a seleção e a aquisição dos recursos necessários para atingir os objetivos do empreendimento, bem como a elaboração de um plano geral para utilização desses recursos;
- c) operacional: trata do detalhamento das atividades a serem realizadas, dos recursos e momentos de execução.

2.7 Processo executivo

O processo executivo está apresentado em etapas sequenciais de execução descrevendo-se com detalhes as atividades essenciais da alvenaria estrutural. Para garantir a qualidade da construção, evitando-se perdas ou retrabalhos, apresentam-se também os cuidados e as técnicas adotadas durante a construção. A elevação das paredes deverá ser feita mediante um projeto que especifique com precisão a posição dos blocos, as técnicas de união entre paredes, à amarração entre fiadas, os detalhes construtivos, posição e características dos vãos (THOMAZ; HELENE, 2000)

2.7.1 Ferramentas

Para que a alvenaria estrutural seja executada com qualidade, é essencial a utilização das ferramentas adequadas, que auxiliarão a equipe tanto no fator qualidade, como na produtividade do serviço. A seguir estão descritas as principais ferramentas utilizadas na alvenaria estrutural:

- a) colher de pedreiro: utilizada principalmente para distribuir a argamassa para o assentamento dos blocos da primeira fiada, aplicar a argamassa nas juntas

transversais e retirar o excesso das mesmas. Evitar uso de colher de pedreiro para assentar blocos das demais fiadas (MANZIONE, 2007);

- b) fio traçante: utilizado na locação dos eixos, é um fio ao qual é incorporado um pó colorido, demarcando o eixo na laje, depois do rebatimento deste no chão (MANZIONE, 2007);

Figura 25 - Colher de pedreiro



Fonte: Autor (2012)

Figura 26 - Fio Traçante

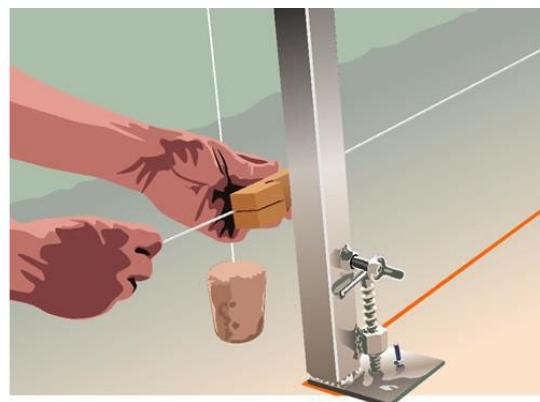


Fonte: Autor (2012)

- c) esticador de linha: serve alinhar e nivelar os blocos que serão assentados (MANZIONE, 2007);

- d) broxa: utilizada para molhar a laje antes da aplicação de argamassa para assentamento dos blocos de primeira fiada (MANZIONE, 2007);

Figura 27 - Esticador de linha



Fonte: ABCP (2009)

Figura 28 - Broxa



Fonte: Autor (2009)

- e) esquadro metálico: utilizado para aferir o esquadro da primeira fiada, deve ser utilizado também ao longo da elevação. Recomenda-se que o esquadro tenha medidas de, no mínimo, 80 cm de face;

Figura 29 - Esquadro metálico



Fonte: <http://www.pauluzzi.com.br/alvenaria.php>. Acesso em: 5 jul. 2012.

- f) régua de prumo e de nível: utilizada para aferir o nível e o prumo das paredes. Recomenda-se que a régua tenha comprimento entre 1,2m e 1,8m. (MANZIONE, 2007);

Figura 30 - Régua de prumo e de nível



Figura 31 - Régua de prumo e de nível



Fonte: <http://www.pauluzzi.com.br/alvenaria.php>. Acesso em: 5 jul. 2012.

- g) nível alemão: equipamento constituído por um tripé com um reservatório de líquidos e uma mangueira acoplada a uma régua de alumínio com uma escala móvel e possibilita que uma única pessoa proceda à conferência dos níveis de diversos pontos da obra, reduzindo o tempo de serviço e garantindo maior precisão;

h) escantilhão: régua de marcação vertical, com graduação de 20 em 20 cm, a partir da parte superior da primeira fiada. Pode ser fixado na laje com o auxilio de buchas e parafusos e tem função de nivelamento vertical das fiadas, sendo assentado aos pares nos cantos das paredes durante a marcação da alvenaria (MANZIONE, 2007);

Figura 32 - Nível Alemão



Fonte: ABCP (2009)

Figura 33 - Escantilhão



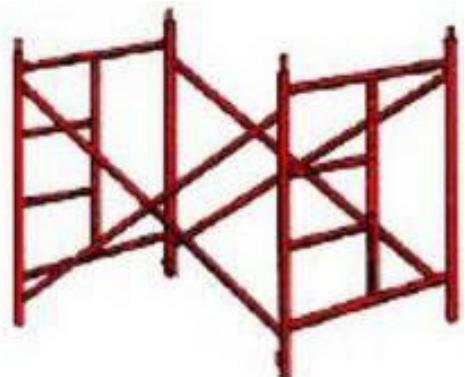
Fonte: ABCP (2009)

- i) caixa para argamassa (masseira): recomenda-se que as paredes do caixote sejam perpendiculares entre si para possibilitar o emprego das ferramentas específicas de assentamento (palheta e canaleta). O caixote não deve ser de material poroso que permita a perda de água da argamassa. Recomenda-se que o suporte do caixote tenha rodas para facilitar seu deslocamento;
- j) andaimes: plataforma montada sobre cavaletes para assentamento dos blocos das últimas fiadas (MANZIONE, 2007);

Figura 34 - Masseira



Figura 35 – Andaime



Fonte: <http://www.pauluzzi.com.br/alvenaria.php>. Acesso em: 7 jul. 2012.

k) bisnaga: A argamassa deve ser de alta plasticidade e pode representar um ganho de produtividade, pois esta tarefa pode ser delegada ao ajudante, permitindo ao pedreiro focar-se apenas na elevação da parede (MANZIONE, 2007);

Figura 36 - Bisnaga



Fonte: ABCP (2009)

l) canaleta ou palheta: utilizadas para distribuir os cordões de argamassa nas juntas longitudinais de assentamento dos blocos. Os cordões de argamassa (horizontais e verticais) devem ser distribuídos, preferencialmente, com dois cm de espessura, a fim de conduzir a uma espessura final de 1 cm de junta. (MANZIONE, 2007);

Figura 37 - Canaleta



Figura 38 - Palheta



Fonte: <http://www.pauluzzi.com.br/alvenaria.php>. Acesso em: 5 jul. 2012.

m)carrinho paleteiro: equipamento para transporte horizontal de blocos forma um pallet, permitindo cargas com até 18 blocos (MANZIONE, 2007);

Figura 39 - Carrinho paleteiro



Fonte: ABCP (2009)

n) trena de 30 metros: utilizado na fase de conferencia de medidas e esquadro do pavimento;
 o) funil para graute: utilizado no processo de grauteamento, se encaixa no furo do bloco, não permitindo desperdício de graute (MANZIONE, 2007);

Figura 40 - Trena de 30 metros



Fonte: Autor (2012)

Figura 41 - Funil para graute



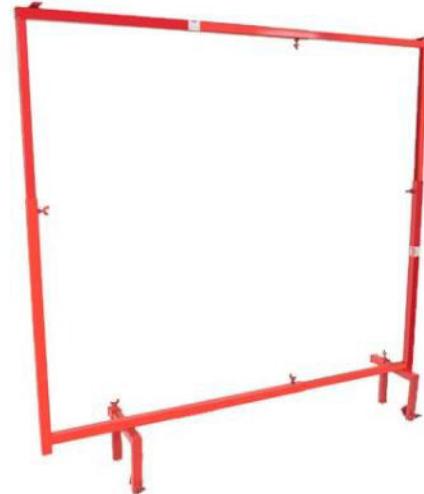
Fonte: Autor (2012)

- p) gabaritos de portas e janelas: é aconselhável a utilização de gabaritos metálicos ajustáveis e reutilizáveis para obter medidas exatas em todos os vão de portas e janelas (possibilita usar portas prontas).

Figura 42 - Gabaritos para portas



Figura 43 - Gabaritos para janelas

Fonte: <http://www.pauluzzi.com.br/alvenaria.php>. Acesso em: 7 jul. 2012.

2.7.2 Marcação

Para se dar inicio à atividade de marcação da primeira fiada da alvenaria, deve-se possuir o projeto específico. Segundo Manzione (2007) neste projeto devem constar algumas informações básicas:

- eixos de locação com medidas acumuladas a partir da origem;
- eixos de locação com medidas acumuladas até a face dos blocos;

- c) dimensões internas dos ambientes com medidas sem acabamento;
- d) indicação dos blocos estratégicos com cores diferentes;
- e) indicação de elementos pré-fabricados;
- f) posicionamento de shafts e furação de lajes;
- g) representação diferente entre as paredes estruturais e as de vedação;
- h) numeração das paredes e indicação de suas vistas;
- i) indicação dos pontos de graute;
- j) medidas dos vãos das portas;
- k) representação das cotas de forma direta evitando a obtenção de medidas por diferenças.

Os principais passos da etapa de marcação são descritos a seguir:

- a) esquadro e nível: primeiramente verifica-se o esquadro do pavimento, através das diferenças entre as diagonais de um retângulo; a tolerância para o esquadro é de 5 mm de variação a cada 10 m. Em seguida, com o auxílio de nível laser, busca-se o ponto mais alto da laje e neste ponto assenta-se um bloco inteiro que passa a ser referência de nível dos blocos da primeira fiada; a tolerância de variação do nível da superfície dos pavimentos não deve ultrapassar ± 10 mm em relação ao plano especificado. (MANZIONE, 2007; PARSEKIAN; SOARES, 2010)
- b) locação dos eixos: utilizando o fio traçante que contém o pó colorido, a direção das paredes. A marcação da alvenaria influencia na precisão geométrica do conjunto de paredes que serão elevadas. Os eixos de referência das medidas que localizam as paredes deverão estar indicados no projeto e devem ser seguidos em todas as etapas de alvenaria. Para não obstruir o trabalho de marcação é importante que não se armazenem os blocos no pavimento além da quantidade necessária à execução do serviço.
- c) assentamento dos blocos estratégicos: a partir dos blocos de referência de nível e dos eixos de locação marcados anteriormente na laje, devem ser assentados os blocos estratégicos e realizada a conferência do esquadro entre estes (MANZIONE, 2007);
- d) umedecer a superfície do pavimento na direção das paredes para assentar os blocos da primeira fiada. A argamassa para assentamento da primeira fiada será

aplicada com colher de pedreiro em toda a extensão da largura do bloco a ser usado (PARSEKIAN; SOARES, 2010).

- e) assentamento dos blocos de primeira fiada: os esticadores de linha deverão ser fixados na cabeça dos blocos para alinhamento e nivelamento da primeira fiada. Deve-se executar o assentamento dos blocos de primeira fiada com o auxílio de régua prumo. Os blocos com janelas de inspeção para limpeza das células a serem grauteadas devem obrigatoriamente ser assentados com o corte destas janelas já realizadas (MANZIONE, 2007)
- f) Concluir a execução da primeira fiada, assentado os demais blocos. Verificar o nível e alinhamento da primeira fiada e também a correta posição da armadura do graute. Caso ocorra locação incorreta, as armaduras devem ser retiradas e chumbadas novamente na posição correta. Os pontos de visita dos vazios a grautear devem ter dimensões mínima de 7,0cm de largura por 10 cm de altura e devem ser cuidadosamente limpos (PARSEKIAN; SOARES, 2010).
- g) Assentar os escantilhões, fazendo coincidir a primeira marca com o nível da primeira fiada dos blocos (PARSEKIAN; SOARES, 2010).

Segundo Manzione (2007), as principais verificações a serem feitas na fase de marcação são:

- locação e conferência dos vãos das portas;
- checagem dos pontos a serem grauteados e assentados de blocos com “janelas” para vazamento do graute;
- posicionamento dos conduítes elétricos;
- verificação geral das cotas.

2.7.3 Elevação da alvenaria

O serviço da elevação da alvenaria é iniciado a partir da execução da segunda fiada. Dependendo da necessidade de mais ou menos detalhes, a planta de segunda fiada pode ser encontrada no projeto de alvenaria (PARSEKIAN; SOARES, 2010).

Alguns pré-requisitos devem ser observados antes do início da elevação da alvenaria (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2010a):

- a) locação, esquadro e nivelamento devem estar dentro dos limites;
- b) tubulação de água, gás e elétrica devem estar posicionados de acordo com o projeto, bem como reforços estruturais;
- c) as superfícies e os elementos a serem assentados devem estar isentos de materiais que comprometam a aderência;
- d) após assentados os blocos, esse não devem ser movidos, respeitando o tempo de cura da argamassa;
- e) todos os elementos utilizados na elevação devem ser os previstos no projeto, não podem ser utilizados elementos quebrados, pré-fabricados ou moldados que não tenham sido previamente aprovados por responsável.

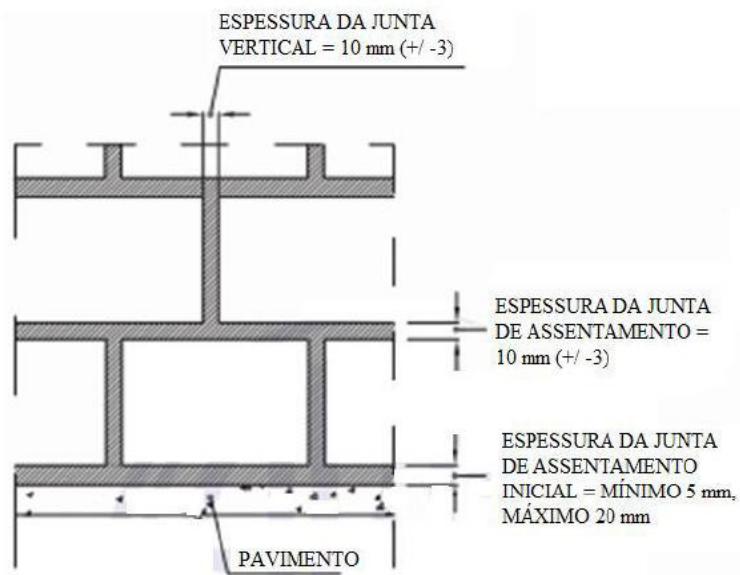
São considerados essenciais para o desempenho da parede o cumprimento das tolerâncias de prumo (alinhamento da parede vertical), de nível (alinhamento da parede horizontal), a execução correta das espessuras das juntas de argamassas de assentamento dos blocos e dos reforços na alvenaria quando especificados (ABNT, 2010a).

A NBR 15812-2 faz a seguinte recomendação sobre o assentamento de blocos:

Durante a elevação das paredes, os blocos devem ser assentados e alinhados segundo especificado em projeto e de forma a exigir o mínimo de ajuste possível. Os blocos devem ser posicionados enquanto a argamassa estiver trabalhável e plástica e, em caso de necessidade de reacomodação a argamassa deve ser removida e o bloco assentado novamente de forma correta.

Os cordões de argamassa devem ser aplicados sobre os blocos numa extensão tal que sua trabalhabilidade não seja prejudicada por exposição prolongada ao tempo e evitando-se a queda nos vazados dos blocos.

Figura 44 - tolerância para juntas de assentamento



Fonte: NBR 15812 (ANBT, 2010b)

Sequência de elevação da alvenaria:

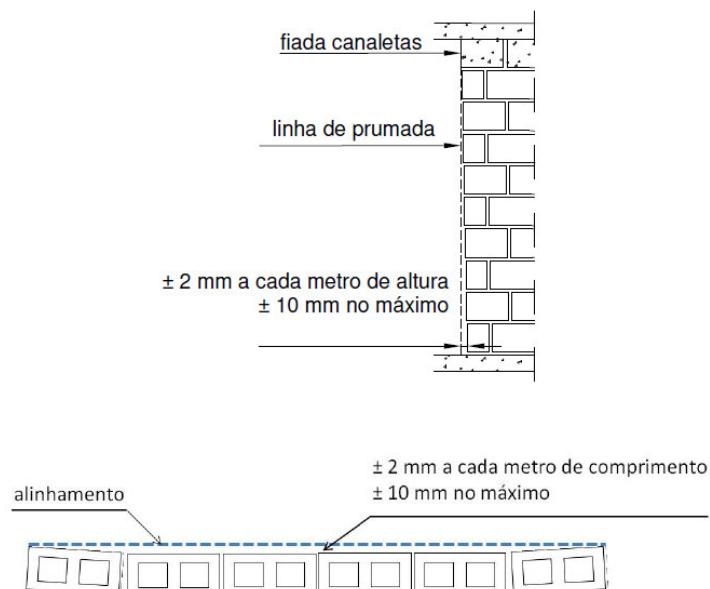
- assentar blocos até a altura do peitoril das janelas

O excesso de argamassa deve ser retirado com a colher logo após o assentamento dos blocos, de maneira a compor o plano da parede e sem apresentar rebarbas ou saliências. A argamassa não deve obstruir os vazios dos blocos e aquela retirada em excesso das juntas pode ser remisturadas à argamassa fresca; as argamassas em contato com o chão ou andaime não devem ser reaproveitadas (PARSEKIAN; SOARES, 2010).

Alvenarias recém-elevadas devem ser protegidas da chuva, evitando remoção da argamassa das juntas e também que o excesso de umidade através dos vazados dos blocos venham a provocar problemas como eflorescências (PARSEKIAN; SOARES, 2010).

- verificar tolerâncias quanto ao prumo, nível, planicidade, alinhamento e espessuras das juntas horizontais da alvenaria de maneira constante (Parsekian; Soares, 2010).
- O desaprumo e o desalinhamento máximo das paredes não podem ser superiores a 13 mm e devem atender os limites de 5 mm a cada 3 m e 10 mm a cada 6 m, conforme se vê abaixo.

Figura 45 - tolerância para desaprumo e desalinhamento de paredes



Fonte: NBR 15812 (ABNT, 2010a)

2.7.4 Instalações elétricas

Como regra geral, as tubulações devem caminhar sempre na vertical, utilizando os vazados dos blocos para as passagens das mangueiras, não sendo permitidos cortes horizontais para a interligação dos pontos (PARSEKIAN; SOARES, 2010).

Os eletrodutos horizontais devem ser embutidos nas lajes ou nos pisos. As caixas de tomadas e interruptores podem ser previamente fixadas nos blocos, que, por sua vez, serão assentados em posições predeterminadas, conforme indicado nas plantas de elevação das paredes (PARSEKIAN; SOARES, 2010).

Após a elevação da alvenaria, deve ser feita a passagem dos eletrodutos furando-se o fundo da caneleira e introduzindo-se o eletroduto com uso de uma guia metálica (PARSEKIAN; SOARES, 2010).

Mazione (2007) sugere que:

Como as paredes em alvenaria estrutural não podem ser quebradas, o caminhamento de todas as tubulações deve ser previsto em projeto. A premissa principal deverá ser a ausência de vínculos físicos entre as instalações e a obra civil, por isso, tanto os projetos de elétrica quanto de hidráulica devem prever shafts horizontais e verticais para o caminhamento das instalações, sem interferência com alvenaria.

2.7.5 Confecção das vergas e contravergas

As aberturas são espaços nos quais as tensões se perturbam e se concentram. Portanto, a quantidade, o tamanho e a posição das aberturas influenciam diretamente no desempenho da parede como elemento estrutural (PARSEKIAN; SOARES, 2010).

As contravergas e vergas em vão de janelas e portas devem ser executadas com caneleiras preenchidas com graute e armadura, conforme especificações do projeto, com apoio lateral mínimo de 30 cm para cada lado da abertura, tomando-se os devidos cuidados para que em nenhum caso o cobrimento da armadura seja inferior ao especificado. Não é permitido o contato de metais de naturezas diferentes. Eventuais fios, barras ou telas de reforço imerso em juntas de argamassa deverão ser de aço galvanizado ou metal resistente à corrosão (PARSEKIAN; SOARES, 2010).

2.7.6 Grauteamento

Posicionar armaduras e executar grauteamento horizontal e vertical.

Os vazados não podem ter rebarbas de argamassa e as dimensões mínimas recomendadas 5,0 cm x 7,0 cm. O lançamento do graute, efetuado após a limpeza dos furos, deve ser feita, no mínimo, após 24hs do assentamento dos blocos. A altura máxima de lançamento do graute, desde que seja devidamente aditivado e garantida à coesão sem segregação, é de 2,8m. Recomenda-se, no entanto, lançamento em duas etapas com alturas não superiores a 1,6m (PARSEKIAN; SOARES, 2010).

O adensamento pode ser feito concomitantemente com o lançamento do graute. A armadura fixada anteriormente à fundação não deve ser usada como ferramenta de compactação. Para o adensamento manual, deve-se empregar outra haste de 10 mm ou 15 mm de diâmetro, devendo esta ter um comprimento tal que possa atingir o fundo do furo a preencher (PARSEKIAN; SOARES, 2010).

Nos locais previstos para grauteamento, é necessário à limpeza da argamassa de assentamento que se deposita nas cavidades dos blocos. Para isso, devem-se deixar aberturas laterais nos blocos da primeira e oitava fiadas. Nos casos onde há necessidade de armaduras, estas devem estar devidamente fixadas à estrutura da base ou da alvenaria inferior (PARSEKIAN; SOARES, 2010).

Antes de lançar o graute, os furos devem estar perfeitamente desobstruídos através da limpeza das rebarbas de argamassa (PARSEKIAN; SOARES, 2010).

2.7.7 Cinta de amarração ou respaldo

Na finalização das paredes de um pavimento, deve ser executada uma cinta de respaldo contínua, solidarizando todas as paredes. Esta cinta pode ser executada com blocos caneletas ou caneletas “J” e caneletas “compensadoras”, de acordo com o especificado no projeto; no primeiro caso, as paredes externas e internas terminam com a caneleta “U”.

Desta forma a distância do piso a teto é trabalhada em múltiplos de 20 cm e é necessário o uso de tabeiras para concretagem das lajes. A outra opção, a distância do piso a piso, irá variar de acordo com a espessura da laje adotada. Dispensa-se o uso de tabeiras para a concretagem das lajes (PARSEKIAN; SOARES, 2010).

Estas caneletas terão armaduras continuas, com um traspasse de no mínimo 60 cm, para garantir a amarração das paredes. Antes do grauteamento desta cinta, é imprescindível verificar se todos os pontos de passagens de elétrica foram feitos adequadamente (PARSEKIAN; SOARES, 2010).

A descontinuidade vertical de paredes de um andar para o outro pode ser no máximo de 10 mm (PARSEKIAN; SOARES, 2010).

2.8 Recomendações para o controle tecnológico de construção em alvenaria estrutural

A obtenção da qualidade especificada em projeto é garantida por algumas ações de controle durante o processo de construção. Segundo Parsekian e Soares (2010) a alvenaria deve passar por controle e atender as exigências dimensionais e de resistência previstas.

Na execução da alvenaria, devem ser empregados os materiais definidos na fase de caracterização, em função das especificações do projeto. Toda a alvenaria estrutural deve passar por controle e deve atender as exigências da tabela para aceitação, conforme NBR 15812/2010b.

Tabela 1 - Variáveis de controle da produção de alvenaria, considerando juntas de 10 mm.

Fator	Tolerância	
Junta Horizontal	Espessura	± 3 mm
	Nível	2 mm/m 10 mm no máximo
Junta vertical	Espessura	± 3 mm
	Alinhamento vertical	2 mm/m 10 mm no máximo
Alinhamento da parede	Vertical	± 2 mm/m ± 10 mm no máximo por piso ± 25 mm na altura total do edifício
	Horizontal	± 2 mm ± 10 mm no máximo por piso
	Variação no nível dentro da largura de cada bloco isoladamente	± 1,5 mm

Fonte: NBR 15961-2 (ABNT, 2011).

2.9 Manifestações patológicas na alvenaria estrutural

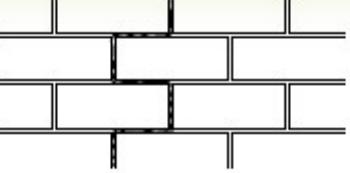
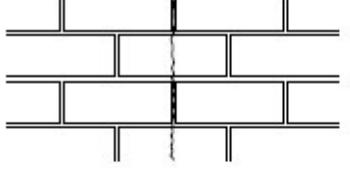
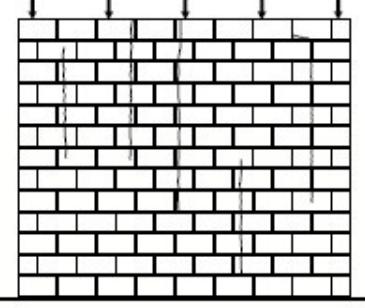
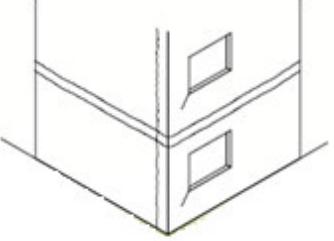
São vários os tipos de anomalias encontradas nas alvenarias estruturais e também várias são as causas dessas patologias, dentre todas as anomalias as fissuras são as mais frequentes.

2.9.1 Fissura

As fissuras ocupam o primeiro lugar na sintomatologia em alvenarias estruturais e pode acontecer por diversos fatores. A identificação das fissuras e de suas causas é de vital importância para a definição do tratamento adequado para a recuperação da alvenaria. (BAUER, 2007)

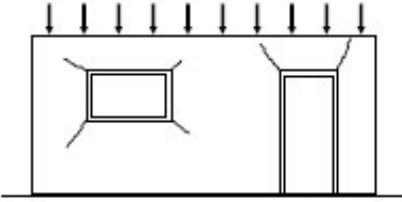
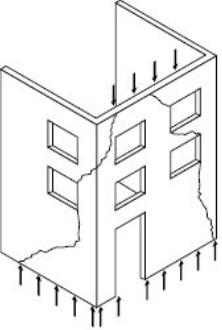
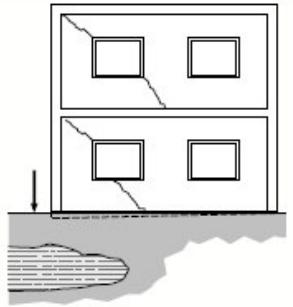
As Tabelas 2, 3 e 4 apresentam um resumo das diferentes configurações das fissuras ocorridas em alvenaria estrutural e as prováveis causas geradoras de cada uma destas tipologias.

Tabela 2 - Fissuras Verticais - Principais tipologias e prováveis causas

	<p>Resistência à tração do bloco vazado de concreto é superior à resistência à tração da argamassa.</p>
	<p>Resistência à tração do bloco vazado de concreto é igual ou inferior à resistência à tração da argamassa.</p>
	<p>Sob ação de cargas uniformemente distribuídas, em função principalmente da deformação transversal da argamassa de assentamento e da eventual fissuração de blocos ou tijolos por flexão local, as paredes em trechos contínuos apresentam fissuras tipicamente verticais.</p>
	<p>Sendo constituídas de materiais porosos, as alvenarias terão seu comportamento influenciado pelas movimentações higroscópicas desses materiais. A expansão das alvenarias por higroscopidade ocorrerá com maior intensidade nas regiões da obra mais sujeitas à ação da umidade como, por exemplo, cantos desabrigados, platibandas, base das paredes etc.</p>

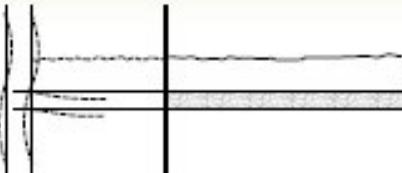
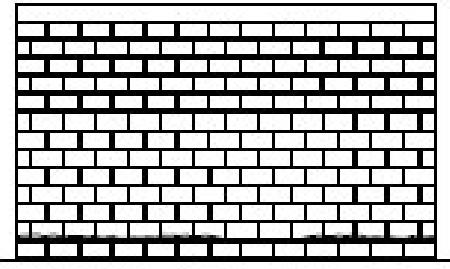
Fonte: Caderno Técnico de Alvenaria Estrutural. 13^a Edição (2007)

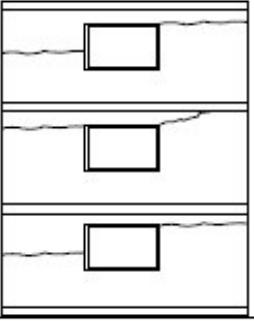
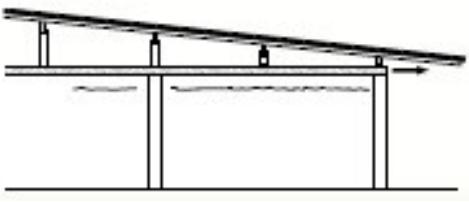
Tabela 3 - Fissuras Inclinadas – Principais tipologias e prováveis causas

	<p>Em trechos com a presença de aberturas, haverá considerável concentração de tensões no contorno dos vãos. No caso da inexistência ou subdimensionamento de vergas e contravergas, as fissuras se desenvolverão a partir dos vértices das aberturas.</p>
	<p>Devido a cargas verticais concentradas, sempre que não houver uma correta distribuição dos esforços através de coxins ou outros elementos, poderão ocorrer esmagamentos localizados e formação de fissuras a partir do ponto de transmissão da carga.</p>
	<p>Recalques diferenciados, provenientes, por exemplo, de falhas de projeto, rebaixamento do lençol, falta de homogeneidade do solo ao longo da construção, compactação diferenciada de aterros e influência de fundações vizinhas provocarão fissuras inclinadas em direção ao ponto onde ocorreu o maior recalque.</p>

Fonte: Caderno Técnico de Alvenaria Estrutural. 13^a Edição (2007)

Tabela 4 - Fissuras Horizontais – Principais tipologias e prováveis causas

	<p>As fissuras horizontais nas alvenarias, causadas por sobrecargas verticais atuando axialmente no plano da parede, não são frequentes; poderão ocorrer, entretanto, pelo esmagamento da argamassa das juntas de assentamento. Tais fissuras, contudo, não são muito raras em paredes submetidas à flexocompressão.</p>
	<p>Em alvenarias pouco carregadas, a expansão diferenciada entre fiadas de blocos pode provocar, por exemplo, a ocorrência de fissuras horizontais na base das paredes.</p>

	<p>Na retração por secagem de grandes lajes de concreto armado sujeitas a forte insolação poderá ocorrer fissuração, devido ao encurtamento da laje, que provocará uma rotação nas fiadas de blocos próximos à laje.</p>
	<p>Devido a movimentações térmicas, surgirão fissuras idênticas àquelas relatadas para a movimentação higroscópica e retração por secagem. Estas serão mais intensas nas lajes de cobertura e poderão ser evitadas com um cintamento muito rígido ou sistema de apoio deslizante.</p>

Fonte: Caderno Técnico de Alvenaria Estrutural. 13^a Edição (2007)

2.9.2 Eflorescências

É decorrente de depósitos salinos, principalmente de sais de metais alcalinos (sódio e potássio) e alcalino-terrosos (cálcio e magnésio) na superfície de alvenarias, provenientes da migração de sais solúveis nos materiais e componentes da alvenaria. Elas podem alterar a aparência da superfície sobre a qual se depositam e em determinados casos seus sais constituintes podem ser agressivos, causando desagregação profunda, como no caso dos compostos expansivos (BAUER, 2007).

Segundo Bauer (2007) para a ocorrência da eflorescência devem existir, concomitantemente, três condições:

- existência de teor de sais solúveis nos materiais ou componentes;
- presença de água: a água pode ser proveniente da umidade do solo; da água de chuva, acumulada antes da cobertura da obra ou infiltrada por meio das alvenarias, aberturas ou fissuras; de vazamentos de tubulações de água, esgoto ou águas pluviais; da água utilizada na limpeza e de uso constante em determinados locais.
- pressão hidrostática necessária para que a solução migre para a superfície.

Verifica-se que o transporte de água por meio dos materiais e a consequente cristalização dos sais solúveis na superfície ocorrem por capilaridade,

infiltração em trincas e fissuras, percolação sob o efeito da gravidade, percolação sob pressão por vazamentos de tubulações de água.

d) Para evitar esse fenômeno, deve-se eliminar uma das três condições. A remoção das eflorescências sobre a superfície da alvenaria só poderá ser realizada após a eliminação da causa da infiltração de água (umidade) e secagem do revestimento, sendo então procedida escovação da superfície e, se necessário, reparo.

2.9.3 Infiltrações

As infiltrações são anomalias referentes à presença de água na alvenaria. Entre as manifestações mais comuns referentes aos problemas de umidade em edificações encontram-se mancha de umidade, corrosão, bolor, fungos, algas, liquens, eflorescências, descolamentos de revestimentos, friabilidade da argamassa por dissolução de compostos com propriedades cimentícias, fissuras e mudança de coloração dos revestimentos (BAUER, 2007).

Segundo Bauer (2007) existe uma série de mecanismos que podem gerar umidade nos materiais de construção, sendo os mais importantes os relacionados a seguir: absorção capilar de água; absorção de água de infiltração ou de fluxo superficial de água; absorção higroscópica de água; absorção de água por condensação capilar; absorção de água por condensação.

Nos fenômenos de absorção capilar e por infiltração ou fluxo superficial de água, a umidade chega aos materiais de construção na forma líquida; nos demais casos a umidade é absorvida na fase gasosa.

Bauer (2007) cita que na fase de projeto é necessário analisar os seguintes itens, visando a minimizar os efeitos advindos da penetração de umidade:

- orientação das fachadas em relação aos ventos predominantes;
- detalhes arquitetônicos e técnicos das fachadas e muros, tais como frisos, pingadeiras, rufos e contra-rufos, beirais, platibandadas, tipo de cobertura e respectivos detalhes, juntas de movimentação ou de controle em paredes e muros externos e respectivos materiais de selagem das mesmas;
- intensidade e duração das precipitações na região da edificação;
- conhecimento das propriedades dos materiais constituintes das alvenarias, quanto à higroscopidade, porosidade e absorção d'água.

Tabela 5 - Principais causas das infiltrações em alvenaria

Anomalias	Causas geradoras
Fissuras verticais contínuas na argamassa de assentamento Fissuras horizontais e verticais (tipo escada) Fissuras horizontais e verticais	As principais causas geradoras foram analisadas no item Fissuras
Fissuras na própria argamassa de assentamento	Retração hidráulica da argamassa: argamassa excessivamente rígida - baixa retenção de água da argamassa
Fissuras na interface argamassa de assentamento e bloco vazado de concreto	Deficiência de execução (espessura elevada da argamassa > 1,0 cm - blocos excessivamente secos ou com contaminação - argamassa com baixa retenção de água).
Infiltração pela argamassa	Argamassa preparada com excesso de água de amassamento (elevada porosidade e permeabilidade à água).

Fonte: Caderno Técnico de Alvenaria Estrutural. 13^a Edição (2007)

3 MÉTODO DE PESQUISA

Os dados coletados neste trabalho foram baseados em levantamento de campo de cinco empreendimentos (Edifícios residenciais) em Fortaleza, utilizando o método construtivo em alvenaria estrutural para a execução dessas obras.

A metodologia aplicada neste trabalho dividiu-se da seguinte maneira:

- entrevista com os profissionais: realizaram-se perguntas em forma de questionário com os pedreiros (assentadores de blocos) para avaliar o conhecimento que esses profissionais têm sobre esse o sistema construtivo;
- registros fotográficos: registraram-se fotograficamente os problemas recorrentes encontrados quando realizada a coleta de campo nas obras com o objetivo de identificar os problemas mais recorrentes.

Após coleta de dados realizou-se análises dos problemas recorrentes de projeto e execução em obras de alvenaria estrutural.

3.1 Caracterização das obras

Os cinco empreendimentos são financiados pela Caixa Econômica Federal para atender ao Programa Minha Casa Minha Vida do Governo Federal. A tabela 06 registra a caracterização básica das obras.

Tabela 6 - Caracterização das obras

Empreendimentos (Edifícios residenciais multifamiliares)					
Informações	A	B	C	D	E
Número de torres	3	2	6	3	4
Número de pavimentos/torres	4	4	4	10	3
Nº de apartamentos/pavimento	8	8	8	8	8
Total de apartamentos	96	60	192	240	84
Qual a área dos apartamentos	63 m ²	63 m ²	45 m ²	60 m ²	45 m ²
Quantidade de pedreiros	12	10	18	16	12
Tipo de família de blocos	29	29	29	29	29
Percentual construído	100%	85%	72,5%	83%	92%
Material dos blocos	cerâmico	cerâmico	concreto	concreto	cerâmico

Fonte: autor, 2012

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Neste capítulo abordaram-se os critérios adotados para a análise dos dados coletados e os resultados obtidos.

4.1 Dados coletados nas obras

4.1.1 *Questionário de perguntas referentes ao sistema construtivo*

Foram entrevistados 30 pedreiros, o que representam cerca de 44% do total da amostra desses profissionais que trabalham como assentadores de blocos nas obras, onde foram aplicado o questionário referente a perguntas sobre o sistema construtivo abordado neste trabalho.

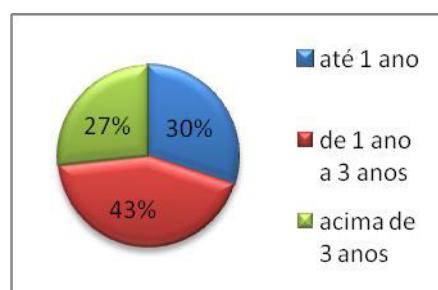
Tabela 7 - Perguntas referentes ao sistema construtivo

Nº	Perguntas	Menos de 01 ano	01 ano a 03 anos	Acima de 03 anos
01	Quanto tempo de experiência profissional assentando blocos de alvenaria estrutural?	09 - pedreiros	13 - pedreiros	08 - pedreiros
		SIM		NÃO
02	Recebeu algum tipo de treinamento formal referente à alvenaria estrutural?	07 - pedreiros	23 - pedreiros	
03	O que é um projeto de paginação?	21 - pedreiros	09 - pedreiros	
04	Tem acesso ao projeto de paginação no momento da execução da alvenaria?	12 - pedreiros	18 - pedreiros	
05	O que é um projeto de marcação?	21 - pedreiros	09 - pedreiros	
06	Você tem acesso ao projeto de marcação?	12 - pedreiros	18 - pedreiros	
07	Você realiza algum ajuste da paginação por conta própria?	20 - pedreiros	10 - pedreiros	
08	Você confere o esquadro em todas as elevações?	09 - pedreiros	21 - pedreiros	
09	Você sabe quais as implicações provocadas pelos erros de esquadro?	22 - pedreiros	08 - pedreiros	
10	Sabe qual é a tolerância de desaprumo de paredes?	07 - pedreiros	23 - pedreiros	
11	Sabe qual é a tolerância de desalinhamento de paredes?	07 - pedreiros	23 - pedreiros	
12	Foi orientado a deixar janela de inspeção dos blocos da primeira fiada nos locais previstos para grauteamento?	08 - pedreiros	22 - pedreiros	
13	Conhece as implicações de não deixar a janela de inspeção para o graute	11 - pedreiros	19 - pedreiros	
14	Sabe qual é o dimensionamento mínimo dessa janela de inspeção?	07 - pedreiros	23 - pedreiros	
15	Sabe qual a espessura de assentamento das juntas de argamassa entre os blocos?	22 - pedreiros	08 - pedreiros	
		MESTRE	ENCARREGADO	
16	Quando surge alguma dúvida, a quem recorre?	07 - pedreiros	23 - pedreiros	

Fonte: autor (2012)

Percebe-se que somente 27% dos assentadores de blocos de alvenaria estrutural tem experiência profissional acima de 3 anos, conforme se observa na figura 46. Esse dado demonstra-se que há uma carência de profissionais experientes nessa área de atuação.

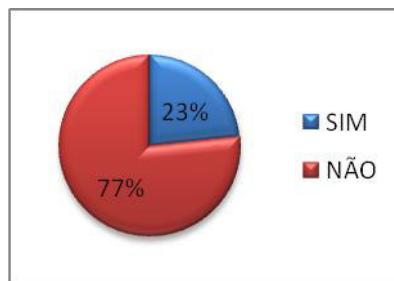
Figura 46 - tempo de experiência profissional em alvenaria estrutural



Fonte: autor (2012)

Somente 27% dos entrevistados realizaram treinamento formal e percebe-se que de acordo com a figura 47 que um percentual expressivo não fizeram nenhum treinamento. Verifica-se que a falta de uma qualificação por parte desses profissionais pode acarretar uma má execução nas paredes de alvenaria estrutural.

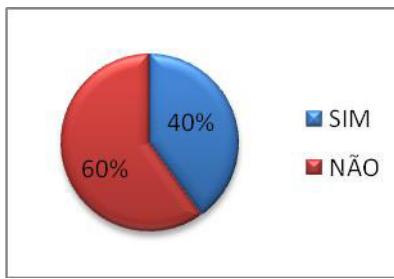
Figura 47 - recebeu treinamento em alvenaria estrutural



Fonte: autor (2012)

Quando os entrevistados foram questionados sobre as perguntas 03 e 05 (Tabela - 07), verificou-se que 70% sabem o que são os projetos de paginação e marcação, mas quando se referiram as perguntas 04 e 06 (Tabela 07), cerca de 60% informaram não terem acesso aos projetos de paginação e marcação conforme figura 48.

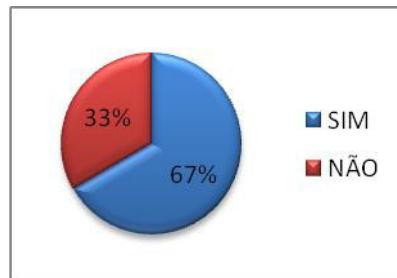
Figura 48 - acesso aos projetos de paginação e marcação



Fonte: a autor (2012)

Foi observado que somente 33% dos questionados afirmaram que não realizam ajuste da paginação por conta própria (figura 49). De acordo com a pergunta 16, cerca de 23% dos entrevistados recorrem ao mestre e 77% ao encarregado para solucionar alguma dúvida, mesmo assim 67% dos pedreiros fazem ajuste da paginação por conta própria, um percentual muito expressivo.

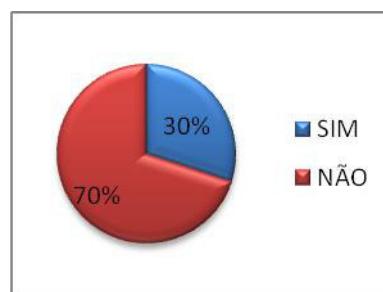
Figura 49 - ajuste da paginação por conta própria



Fonte: autor (2012)

Setenta e três por cento afirmaram ter ciência das implicações provocadas pelo erro de esquadro (pergunta 09), mas somente 30 % dos entrevistados conferem o esquadro em todas as elevações (pergunta 08), conforme se observa na figura 50.

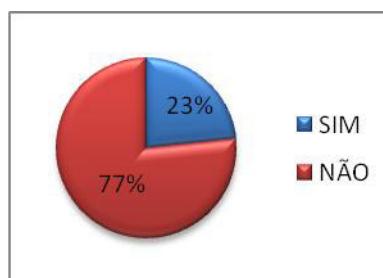
Figura 50 - conferencia de esquadro em todas as elevações



Fonte: autor (2012)

Quando perguntados sobre as tolerâncias de desaprumo (pergunta 10) e desalinhamento (pergunta 11), somente 23% afirmaram ter conhecimento, de acordo com a figura 51. Há necessidade dos profissionais conhecerem as tolerâncias para que possam executar uma parede bem prumada e alinhada, o que repercutirá de forma positiva nas fases de revestimento.

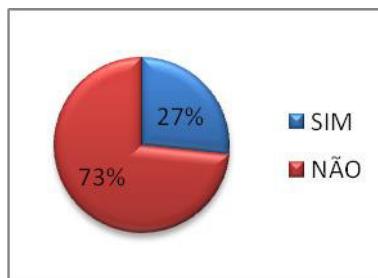
Figura 51 - conhecimento da tolerância mínima de desaprumo e desalinhamento



Fonte: autor (2012)

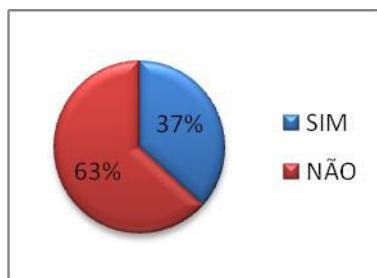
As perguntas 12, 13 e 14 são referentes ao grauteamento. Cerca de setenta e três por cento afirmam que não tiveram qualquer orientação sobre deixar as janelas de inspeção para grauteamento, conforme se vê na figura 52. Dos entrevistados somente 37% tem conhecimento sobre as implicações de não se deixar as janelas de inspeções para o grauteamento (Figura 53) e 23 % sabem da dimensão mínima dessa janela (Figura 54).

Figura 52 - recebeu orientação sobre as janelas de inspeção para grauteamento



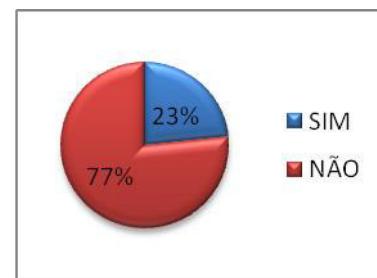
Fonte: autor (2012)

Figura 53 - conhecimento das implicações de não deixar a janela de inspeção



Fonte: autor (2012)

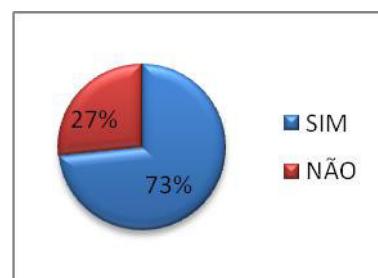
Figura 54 - conhecimento da dimensão mínima da janela de inspeção



Fonte: autor (2012)

Em relação à espessura de assentamento das juntas (verticais e horizontais) de argamassa 73% souberam informar os valores destas espessuras (Figura 55).

Figura 55 - conhecimento da dimensão da espessura das juntas



Fonte: autor (2012)

4.1.2 Registro dos problemas recorrentes

Os problemas recorrentes foram catalogados a partir de uma coleta das obras visitadas.

4.1.2.1 Juntas de assentamento de argamassa

Nota-se que na figura 56, há uma grande variabilidade em relação às espessuras das juntas, principalmente as que se referem às juntas verticais. Quando não há o devido preenchimento das juntas verticais ocorre um redução na resistência das estruturas aos esforços laterais e uma menor rigidez à flexão e ao cisalhamento.

Figura 56 – espessura das juntas



Fonte: autor (2012)

Verifica-se que na figura 57 alguns problemas foram identificados:

- alto desperdício de argamassa;
- uso inadequado da ferramenta (colher de pedreiro) para assentamento de blocos estruturais.

- Sugestão de melhoria: utilizar a bisnaga ou a canaleta (colher meia-cana) para a execução dessa tarefa, ambas tem a vantagem de controlar rigorosamente o volume de argamassa a ser consumido.

Figura 57 - cordões de argamassa



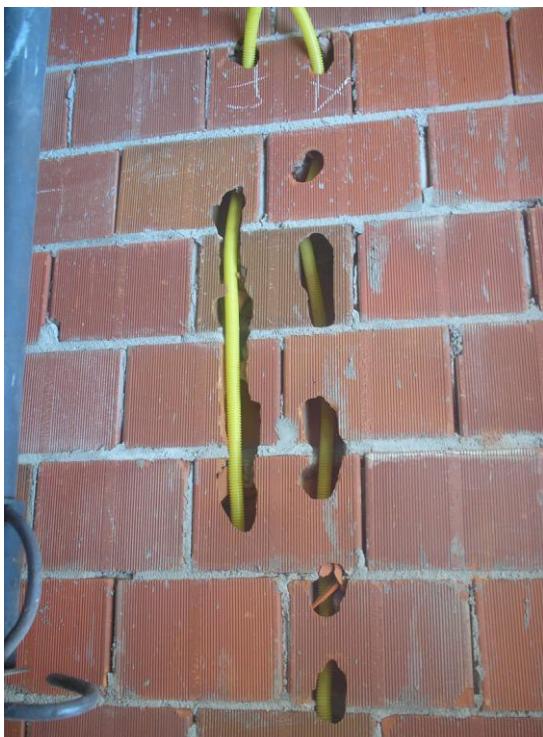
Fonte: autor (2012)

A ausência na qualificação da mão-de-obra ou de orientação da equipe de assentamento de blocos estruturais por parte dos responsáveis (mestre e encarregados) pode ser a causa do preenchimento inadequado das juntas horizontais da parede. Esse procedimento incorre na diminuição da resistência à compressão da alvenaria.

Percebe-se que em decorrência do problema anterior, geraram-se outros problemas, conforme se vê na figura 58:

- a) excesso de argamassa preencheu os vazios dos blocos e impossibilitou que os eletrodutos descessem dentro deles;
- b) quebra dos blocos estruturais, diminuindo a resistência de compressão dessa parede;
- c) algumas juntas verticais não estão preenchidas com argamassas.
 - Sugestão de melhoria: atender as solicitações citadas anteriormente.

Figura 58 - descida dos eletrodutos dentro dos blocos



Fonte: autor (2012)

4.1.2.2 Juntas Fissuradas

Segundo Parsekian e Soares (2010), argamassa mais forte (só de cimento e areia, por exemplo) não é recomendada, pois são muito rígidas e têm baixa capacidade de absolver deformações. Qualquer pequena deformação em uma junta de argamassa com esse traço resultará em tensões elevadas e consequentemente aparecimento de fissuras (Figura 59).

- Sugestão de melhoria: utilizar argamassa mista (cimento + cal + areia) proporciona melhor trabalhabilidade, melhora a retenção de água e a capacidade de absolver deformações.

Figura 59 - juntas fissuras



Fonte: autor (2012)

4.1.2.3 Rasgos em paredes estruturais

Rasgos de paredes denotam retrabalho, desperdício, maior consumo de material e de mão-de-obra e principalmente, insegurança sob o ponto de vista estrutural por efeito de redução da seção resistente.

O corte posterior das paredes para passagem de eletrodutos é totalmente errado e causa desperdício tempo, redução na resistência da parede de alvenaria estrutural, podendo afetar seriamente o desempenho dela (figura 60).

- Sugestão de melhoria: confeccionar blocos com os cortes para caixa de espera, antes da elevação da parede.

Figura 60 - Quebra em parede resultante de encaixe posterior de eletroduto e caixa de espera



Fonte: autor (2012)

Outro problema que se verificou em uma das obras visitas foram rasgos na alvenaria para construção da escada entre os pavimentos (Figura 61).

Figura 61 - rasgos na alvenaria da parede da escada



Fonte: autor (2012)

- Sugestão de melhoria: utilizar a escada pré-moldada tipo “jacaré”. Esse procedimento tem como vantagem a rapidez para instalação.

4.1.2.4 Incompatibilidade entre os projetos

Observou-se um problema de incompatibilidade entre os projetos de instalações hidráulicas e o projeto arquitetônico (Figura 62). A tubulação de água e esgoto na cozinha está passando dentro dos blocos, o que não é aconselhável, devido manutenções nesse sistema. O ideal seria construir um enchimento junto da pia para passar essas tubulações.

Figura 62 - quebra de blocos para passagem de tubulação hidráulica



Fonte: autor (2012)

Na figura 63, observa-se que há uma série de problemas:

- a) a espessura de assentamento de argamassa nas juntas verticais e horizontais não atende a recomendação da NBR 15812/2010b que são 10 mm (± 3 mm);
- b) há ausência de argamassa entre as juntas verticais e horizontais;
- c) a tubulação do ralo do banheiro está passando entre os blocos, o que não é recomendável;
- d) ocorre uma incompatibilidade entre os projetos de instalações hidrossanitárias e o projeto arquitetônico e estrutural;
 - Sugestão de melhoria: elabora um projeto executivo, para obter o máximo das vantagens teóricas que o processo construtivo em alvenaria estrutural proporciona.

Figura 63 - passagem da instalação hidrossanitária entre os blocos



Fonte: autor (2012)

4.1.2.5 Problemas de paginação

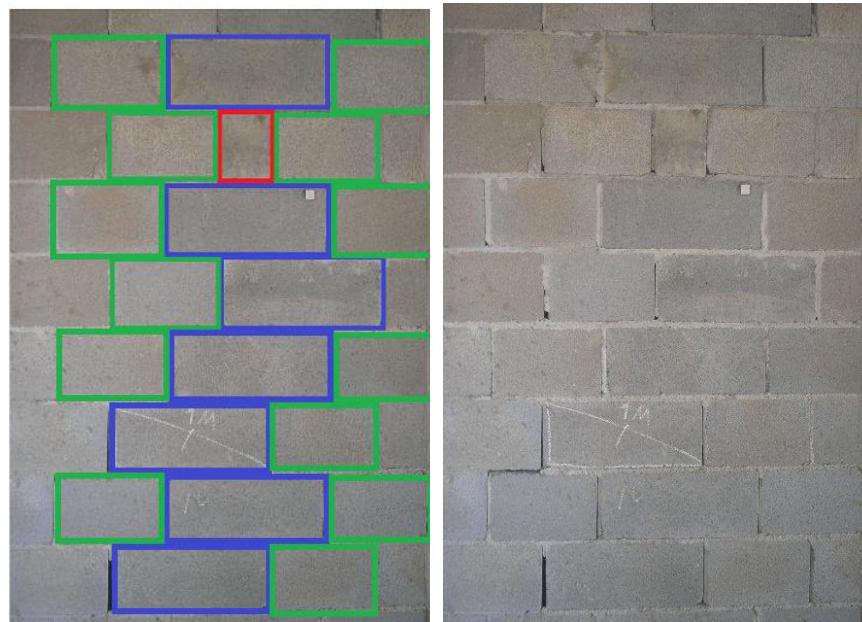
O uso apropriado da modulação permite evitar cortes e outros trabalhos de ajuste no canteiro que conceberiam perda de tempo, material e mão-de-obra. Os projetos arquitetônicos estruturais e de instalações devem ser compatibilizados. A coordenação modular pode representar acréscimos de produtividade de cerca de 10%.

Notam-se alguns problemas relacionados à paginação na figura 64:

- a) o uso inadequado do bloco 44 cm (cor azul). Esse é utilizado para travamento entre as paredes;

- b) o uso impróprio do bloco de 14 cm (cor vermelha) para fazer um ajuste na paginação.
- Sugestão de melhorias: revisar o projeto de paginação antes do procedimento executivo e sanar quaisquer erros, para que o pedreiro não venha fazer ajustes por conta própria.

Figura 64 - Parede estrutural com problemas de paginação



Fonte: autor (2012)

5 CONCLUSÕES

Os problemas mais significantes encontrados nas obras que originaram em muitos outros problemas descritos e patologias aqui registradas foram a insuficiência de conhecimento técnico especializado pelos operários da construção civil, bem como pelos gestores das obras, deficiência de um planejamento bem elaborado e carência na fiscalização.

Outro fator que foi percebido durante este trabalho, bastante grave, é a falta ou limitado conhecimento do sistema construtivo, Alvenaria Estrutural, por parte dos engenheiros civis residentes. Esse fato é identificado quando inúmeros problemas foram caracterizados nessas obras.

A mão de obra não qualificada proporcionou erros quanto ao assentamento dos blocos de alvenarias onde se puderam verificar juntas de assentamento sem a devida uniformidade do espaçamento estabelecido por normas técnicas e sem um controle apropriado quanto ao traço determinado para a execução da mesma, o que resultou em juntas muito rígidas em alguns pontos e muito fracas em outros acarretando o surgimento de trincas verticais na alvenaria.

A quebra indiscrimida da alvenaria para a instalação de dutos hidro-sanitário e elétricos também foram constatados durante a execução da obra que resultaram em blocos com muitas fissuras e um grande número de perdas o que para a alvenaria estrutural é inaceitável.

Portanto, foi observado que as variantes que mais colaboraram para o surgimento de problemas encontrados são a falta de treinamento dos funcionários (engenheiros, mestres, encarregados e pedreiros), ausência de fiscalização na execução do procedimento e equipamentos adequados para realização das paredes em alvenaria estrutural. Isso comprova a necessidade de investimento na qualificação profissional da equipe e na aquisição de equipamentos como escantilhões, colher meia-cana e etc.

O que nos induz a concluir que apesar da comprovada eficiência da alvenaria estrutural quanto as suas vantagens como alta resistência, redução de custos e tempo de execução, ela se torna uma opção que deixa dúvidas quanto a eficiência quando nos encontramos com esses problemas recorrentes que poderiam ser evitados. Há muitas pesquisas das causas e efeitos que podem surtir nas edificações devido os problemas aqui relacionados, mesmo assim os construtores negligenciam e tratam a alvenaria estrutural como se fora uma alvenaria convencional.

Essa negligência acaba provocando um receio tanto dos usuários como dos construtores se é aceitável a utilização deste sistema construtivo, pois os contratemplos causados e os gastos com retrabalhos são altíssimos o que na construção civil atual, em que se estima a economia com qualidade, é inteiramente inaceitável.

É preciso que as construtoras invistam em sistemas de monitoramento e controle de qualidade mais eficazes, com um acompanhamento da execução dentro do canteiro de obra, para que se acatem fielmente as normas e técnicas para este tipo de construção. É importante realizar constante controle tecnológico quanto às argamassas e prova de carga sobre as paredes levantadas para garantir a eficácia da técnica construtiva.

Constata-se que é viável o emprego da alvenaria estrutural como método construtivo desde que sejam observadas as exigências das normas técnicas e se adotem as providências referidas neste trabalho garantindo deste modo a apropriada qualidade da execução.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15812: **Alvenaria estrutural – Blocos cerâmicos Parte 1: Projetos.** Rio de Janeiro, 2010a;

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15812: **Alvenaria estrutural – Blocos cerâmicos Parte 2: Execução e controle de obras.** Rio de Janeiro, 2010b;

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15961-1: **Alvenaria estrutural – Blocos de concreto - parte 1: Projeto.** Rio de Janeiro, 2011a;

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15961-1: **Alvenaria estrutural – Blocos de concreto - parte 2: Execução e controle de obras.** Rio de Janeiro, 2011b

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA CONSTRUÇÃO INDUSTRIALIZADA (1990). **Manual técnico de alvenaria.** São Paulo, ABCI / Projeto;

ALEXANDRE, I.F.; **Manifestações patológicas de alvenaria estrutural em empreendimentos habitacionais de baixa renda executados em alvenaria estrutural: uma análise da relação de causa e efeito.** Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2008;

ARCARI, A. **Alvenaria estrutural e estrutura aporticada de concreto aramado: estudo comparativo de custos para execução de empreendimento habitacional de interesse social.** Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2010;

BALLARD, G.; HOWELL, G. **Shielding Production: An Essential Step in Production Control.** Technical Report nº 97-1, Construction Engineering and Management Program, Department of Civil and Environment Engineering, University of California, 1997;

BAUER, Roberto José Falcão. **Patologias em alvenaria estrutural de blocos de vazados de concreto.** Revista Prima - Caderno Técnico de Alvenaria Estrutural, São Paulo – 13^a Edição, 2007.

BERENGUER, D.S. ;**Técnica de execução de alvenaria estrutural.** Universidade Católica do Salvador, 2008;

BERNARDES, M. M. S. **Planejamento e controle da produção para empresas de construção civil.** Rio de Janeiro: LTC, 2003;

CAMACHO J.S.; **Projeto de edifício de alvenaria estrutural.** Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, São Paulo, 2006;

COHENCA, D.; LAUFER, A.; LEDBETTER, F. Factors Affecting Construction Planning Efforts. **Journal of construction engineering and management**, 1989;

FORMOSO, C.T.; BERNARDES, M.M.S.; OLIVEIRA, L.F.M; OLIVEIRA, A.K. **Termo de Referência para o Processo de Planejamento e Controle da Produção em Empresas Construtoras.** Porto Alegre: Curso de Pós- Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1999;

FRANCO, Luis Sergio. **Alvenaria Estrutural – Conceitos Básicos.** Escola Politécnica da USP, 2008;

GOLDMAN, P. (2004). **Introdução ao planejamento e controle de custos na construção civil brasileira.** São Paulo: Editora Pini;

HENDRY, A.W. **Engineered design of masonry buildings: fifty years development in Europe.** Prog. Struct. Eng. Mater. 2002; 4:291–300. University of Edinburgh, Scotland;

KALIL, S. B.; LEGGERINI, M. R.; **Alvenaria Estrutural.** Curso de Graduação. Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2002;

LAUFER, A.; TUCKER, R. L. Is Construction Planning Really Doing Its Job? A Critical Examination of Focus, Role and Process. **Construction Management and Economics**, London, 1987;

MANZIONE, L.; **Projeto e execução de alvenaria estrutural** – Primeiros passos da qualidade no canteiro de obras, 2004;

MANZIONE, L.; **Projeto e execução de alvenaria estrutural**, 2.ed. São Paulo: O Nome da Rosa, 2007;

MEDEIROS, J.S.; SABBATINI, F.H.; **Alvenaria estrutural não armada de blocos de concreto: Produção de componentes e parâmetros de projetos**, São Paulo, 1993;

OGLESBY, C.; PARKER, H.; HOWELL, G. **Productivity Improvement in Construction**. United States. McGraw-Hill Inc. 1989;

MAFFEI, WALTER. **Gerenciamento de Obras**. Pelotas: SINDUSCON-PELOTAS, 2007;

PARSEKIAN, G.A.; SOARES, M.M.; **Alvenaria estrutural em blocos cerâmicos – Projeto, execução e controle**, 1. ed. São Paulo: O nome da Rosa, 2010;

PARSEKIAN, G.A.; **Parâmetros de projeto de alvenaria estrutural com blocos de concreto**, 1. ed. São Carlos: EdUFScar, 2012;

PARSEKIAN, G.A.; HAMID, A.A.; DRYSDALE, R.G.; **Comportamento e dimensionamento de alvenaria estrutural**, 1. ed. São Carlos: EdUFScar, 2012;

PRUDÊNCIO JR., L. R; OLIVEIRA, A L.; BEDIN, C.A. **Alvenaria Estrutural de Blocos de Concreto**. Assossiação Brasileira de Cimento Portland, Gtec - Florianópolis, 2002.

RAUBER, F. C. **Contribuições ao projeto arquitetônico de edifícios em alvenaria estrutural**. Dissertação (Mestrado). Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, 2005.

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

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

ROMAN, H.R; SIGNOR, R; RAMOS, A.S; MOHAMAD, G. **O curso de Análise de Alvenaria Estrutural,** Edita da UFSC.

RICHTER, C.; MASUERO, A.B.; FORMOSO, C.T.; **Manifestações patológicas de alvenaria: uma análise de causa e efeito.** In: CONGRESSO INTERNACIONAL SOBRE PATOLOGIAS E RECUPERAÇÃO DE ESTRUTURAS, 12., 2010, Córdoba.

SANTOS, A.P.L; MENDES, R. Planejando um conjunto de 77 residências utilizando a linha de balanceamento e last planner. In: II Simpósio Brasileiro de Gestão da Qualidade e Organização do trabalho no Ambiente Construído II SIBRAGEQ. Fortaleza, 04 – 06 set. 2001. ANTAC Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído. **Anais em CD-ROM,** Fortaleza, UFC, 2001;

SILVA JR, O. L; BORGES JR, C. A. **Roteiro para elaboração do planejamento da produção de empreendimentos da indústria da construção civil, segundo os princípios da construção enxuta,** Rio de janeiro, 2010.

THOMAZ, E.; HELENE, P. **Qualidade no projeto e na execução de alvenaria estrutural e de alvenarias de vedação em edifícios.** Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP, Departamento de Engenharia de Construção Civil, BT/PCC/252. São Paulo, 2000;