

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL

**EXECUÇÃO E CONTROLE DE ALVENARIA ESTRUTURAL EM
BLOCOS DE CONCRETO SEGUNDO NOVA NORMALIZAÇÃO
BRASILEIRA**

Ana Karolina de Souza Barbosa

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Departamento de
Engenharia Civil da Universidade
Federal de São Carlos como parte dos
requisitos para a conclusão da
graduação em Engenharia Civil

Orientador: Prof. Dr. Guilherme Aris
Parsekian

São Carlos
2011

DEDICATÓRIA

*“Pois dEle, por Ele e para Ele são todas as coisas. A Ele seja a glória para sempre!
Amém.”*

Romanos 11:36

Não há outro a não ser Deus que mereça receber dedicação da minha vida do meu trabalho. A Ele dedico a minha vida e o tudo que faço.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus acima de tudo, pois foi Ele que me presenteou com a vida e com tudo de bom recebi nela.

Agradeço com meus pais e me deram a vida e toda a estrutura que tenho hoje, foram meu chão e os meus pilares.

Ao meu pai pela inspiração e incentivo a seguir para a área de Engenharia Civil imitando seus passos.

A minha mãe que sempre apoiou as minhas decisões por mais difícil que fosse. Foi ela que sempre esteve ao meu lado segurando a barra.

Agradeço aos meus amigos que participaram da minha luta para ingressar na UFSCar.

Agradeço aos amigos que encontrei na universidade e fizeram parte, bem presente, nessa caminhada. Muitos deles continuaram presentes na minha vida mesmo que de longe.

Agradeço ao meu orientador Guilherme Aris Parsekian pelo apoio e direção durante a execução do trabalho de conclusão de curso

Agradeço ao meu noivo Rafael pelo carinho e paciência durante as etapas mais difíceis de conclusão de curso.

Enfim, sou agradecida a todos que participaram da minha vida nesses anos tão incríveis que vivi na Universidade Federal de São Carlos.

Resumo

Hoje o uso de alvenaria estrutural em edifícios residenciais é muito extenso, podendo-se afirmar que esse é o principal sistema construtivo para edificações de até 10 pavimentos para empreendimentos para público de baixa e média renda. A correta execução e controle da alvenaria é o importante para que se atinja o máximo de eficiência do sistema construtivo e também a maior segurança no processo. Certos princípios devem ser rigorosamente seguidos, como a resistência à compressão do bloco, espessura de assentamento, composição da argamassa, prumo das paredes entre outros. Com a nova norma para execução e controle alvenaria estrutural de blocos de concreto de 2011, estabeleceu critérios atuais para os procedimentos de execução e controle de maneira mais detalhada e mais condizente com o panorama nacional. O trabalho realizou uma pesquisa a respeito das novas prescrições na normalização brasileira (ABNT NBR 15961-2) e Americana (TMS 602-11/ ACI 530.1-11/ASCE 6-11), comparando os dois procedimentos e controle além da comparação com o procedimento executivo de uma construtora Brasileira. Com o trabalho conclui-se que essa nova norma organiza e esclarece em um mesmo documento os novos procedimentos para execução e controle de obras de alvenaria estrutural no Brasil. A norma americana traz processos de controle diferenciados, sendo menos rígidos que os processos brasileiros de controle, porém mantendo alta qualidade. Procedimentos executivos propostos pela construtora analisada, na maior parte, seguem as mudanças, se diferenciando apenas nos valores das tolerâncias permitidas.

Palavras-chave: Alvenaria Estrutural, Execução e Controle, NBR 15961-2.

ABSTRACT

Currently the use of structural masonry in residential buildings is very intensive, so that it can be said that this is the main constructive system for up to 10-floor low-cost income housing buildings. A correct execution and site control of the masonry is the most important to achieve a great efficiency of the constructive system and also a high safety level. Certain principles must be followed rigorously, such as the compressive strength of blocks, the mortar thickness, walls plumb, among others.

The new structural masonry standards released in 2011 established the current criteria for the execution and control of masonry procedures in a more detailed way. Also these procedures are more realistic with the national scenario. This monography researched about the new recommendations in Brazilian codes (ABNT NBR 15961-2) and American (TMS 602-11/ ACI 530.1-11/ASCE 6-11), comparing both execution and control procedures. Also standards procedures from a construction company is assessed against the new code.

This monography leads to the conclusion that this new Brazilian code organizes and clarifies, in the same document, the new procedures for execution and control of masonry building execution in Brazil. The American code shows different control processes, less rigorous than Brazilian procedures but keeping the quality of control. The executive procedures from the construction company analyzed shows agreement to the pattern changes, with differences on the tolerances that make the company less rigorous than Brazilian patterns.

Figura 5.1: Ensaio de retração (Parsekian, 2011)	11
Figura 5.2: Ensaio de absorção (Parsekian, 2011)	11
Figura 5.3: Ensaio de resistência a compressão (Parsekian, 2011).....	12
Figura 5.4: Forma para CP argamassa .(Parsekian 2011)	13
Figura 5.5: CP de argamassa.....	13
Figura 5.6: Preparação dos blocos para ensaio. (Parsekian 2011).....	13
Figura 5.7: Resultado do ensaio anterior (Parsekian, 2011)	14
Figura 5.8: Limite do excedente da argamassa.(Parsekian 2011)	29
Figura 5.9: Verificação do Esquadro (Parsekian, 2010)	31
Figura 5.10: Blocos estratégicos assentados (Catalogo Selecta Blocos).....	32
Figura 5.11: Blocos estratégicos assentados	32
Figura 5.12: Detalhe do escandilhão. (Fonte: catálogo Selecta Blocos)	33
Figura 5.13: Forma de aplicação da argamassa de assentamento sobre blocos (Fonte: Catalogo Selecta Blocos).....	34
Figura 5.14: Elevação da Alvenaria (Arquivo pessoal).....	34
Figura 5.15: Detalhe de prumo, nível e alinhamento (Fonte: catálogo Selecta Blocos)	35
Figura 5.16: Detalhes de grauteamento (Fonte: Selecta Blocos);	35
Figura 5.17: Verga e contraverga com bloco canaleta (Fonte: catálogo Selecta Blocos)	36
Figura 6.1: Cleanouts (fonte: www.imiweb.org).....	45
Figura 6.2: Tolerâncias (fonte: Special Inspection for Masonry).....	47
Figura 6.3: Tolerâncias (fonte: Special Inspection for Masonry).....	48

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Referências para especificação. (Parsekian, 2011)	14
Tabela 2: Valores de \emptyset em função da quantidade de elementos de alvenaria	23
Tabela 3 - Número mínimo de prismas a serem ensaiados (redução de acordo com a probabilidade relativa de ruína)	24
Tabela 4: Exemplo de controle otimizado, dados obtidos no projeto	25
Tabela 5: Resumo do exemplo de controle otimizado.....	26
Tabela 6: Resumo do exemplo de controle otimizado com conjunto de edificações.	27
Tabela 7: Variáveis de controle geométrico na produção da alvenaria	28
Tabela 8: Variáveis de controle geométrico na produção da alvenaria	47
Tabela 9 : Variáveis de controle geométrico na produção da alvenaria EUA versus BRA.....	50
Tabela 10 : Tolerancia dimensional permitida pela construtora brasileira analisada.	51

1. INTRODUÇÃO.....	1
2. JUSTIFICATIVA	3
3. OBJETIVOS.....	4
4. ALVENARIA ESTRUTURAL	5
5. ALVENARIA ESTRUTURAL EM BLOCOS DE CONCRETO NO BRASIL	6
5.1 PRINCIPAIS ALTERAÇÕES NA ABNT NBR 15961: 2011 ALVENARIA ESTRUTURAL — BLOCOS DE CONCRETO — PARTE 2: EXECUÇÃO E CONTROLE DE OBRAS.....	7
5.2 ALGUMAS PRESCRIÇÕES DA NBR 15961-2.....	8
5.3 Especificação dos materiais	11
5.3.1 Bloco	11
5.3.2 Graute	12
5.3.3 Argamassa	12
5.4 Recebimento e estocagem dos materiais.....	14
5.4.1 Bloco	14
5.4.2 Argamassa e graute não industrializados.....	15
5.4.3 Argamassas e grautes industrializados	16
5.5 Produção da argamassa de assentamento e do graute	16
5.5.1 Argamassa	16
5.5.2 GRAUTE	17
5.6 Controle tecnológico segundo NBR 15961-2.	17
5.6.1 Plano de controle da QUALIDADE.	18
5.6.2 Especificação previa, recebimento e controle da produção dos materiais 19	
5.6.3 Controle da resistência dos materiais e das alvenarias à compressão axial 21	
5.7 Controle de materiais e da alvenaria em obra	23
5.7.1 Ensaios de blocos apenas.....	23
5.7.2 Ensaios de prismas	24
5.7.3 Controle da Produção da alvenaria	27
5.7.4 Critério de Aceitação da Alvenaria	30
5.8 Procedimento executivo da alvenaria estrutural	30
6. ALVENARIA ESTRUTURAL EM BLOCOS DE CONCRETO NOS EUA.....	37
6.1 Panorama atual Americano	37
6.2 Tendencias futuras nos EUA	39
6.3 Entrega de materiais, Armazenagem e Manuseio	40
6.3.1 Superfícies inspeção para receber a Alvenaria	41
6.4 Check list de inspeção.....	41
6.4.1 Check list do verificador (fiscal).....	42
6.5 Procedimento executivo da alvenaria estrutural nos eua.....	44

6.5.1	Preparação.....	44
6.5.2	Elevação da Alvenaria.....	46
7.	ESTUDO COMPARATIVO	49
7.1	Tolerância	49
7.1.1	tolerância dimensional.....	50
7.2	Ensaio	51
7.3	Procedimento executivo.....	52
8.	CONCLUSÃO	<i>Erro! Indicador não definido.</i>
9.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	55
10.	ANEXOS	57
10.1	Anexo A	57
10.2	Anexo B	58
10.3	Anexo c	69

1. INTRODUÇÃO

Com o avanço da industrialização da construção civil e com a necessidade cada vez maior de que as construções sejam sustentáveis existe uma forte demanda por sistemas construtivos de alta produtividade e com baixo nível de desperdício. Nesse contexto a alvenaria estrutural pode ser uma solução racional que atende a esses dois requisitos, permitindo várias vantagens, como ganho em rapidez, diminuição de desperdícios e custo competitivo, além de ser reconhecidamente durável, esteticamente agradável, e de bom desempenho térmico e acústico. Porém, para que essas vantagens sejam efetivamente implantadas é indispensável correta execução e controle das obras, além da existência de um projeto bem detalhado.

Em relação ao sistema, a possível substituição da estrutura convencional de concreto armado pela alvenaria estrutural, sendo olhado apenas pelo desempenho estrutural pode não parecer a melhor escolha. Porém são diversos os aspectos que devem ser levados em consideração.

Os aspectos da interface com os outros subsistemas da edificação e os relacionados à melhoria da construtibilidade da obra, principalmente os estudos dos processos de produção, precisam ser levados em conta e não permanecerem em segundo plano. Os benefícios do uso deste sistema construtivo só são efetivamente aproveitados quando há preocupação com todas as interfaces e interdisciplinidades da construção, desde a fase inicial do projeto até a sua execução e controle.

A correta execução e controle da alvenaria é o importante para que se atinja o máximo de eficiência do sistema construtivo e também a maior segurança no processo, sendo fatores determinantes para o sucesso do empreendimento. Certos princípios devem ser rigorosamente seguidos, entre eles, resistência à compressão do bloco, espessura da junta de assentamento, composição da argamassa, prumo das paredes entre outros.

Recentemente, uma nova norma para execução e controle alvenaria estrutural de blocos de concreto foi aprovada, estabelecendo critérios atuais para os procedimentos de execução e controle de maneira mais detalhada e mais

condizente com o panorama nacional. A norma NBR 15961 (partes 1 e 2) vem para substituir a NBR 10837:1989, ABNT NBR 8215:1983 e ABNT NBR 8798:1985. A parte 2 da norma, sobre execução e controle, contém:

- Termos e definições;
- Requisitos do sistema de controle;
- Materiais;
- Recebimento;
- Produção da argamassa de assentamento e do graute;
- Controle da resistência dos materiais e das alvenarias à compressão axial;
- Produção da alvenaria;
- Aceitação da alvenaria;

Com a publicação da nova norma é importante que se tenha conceitos bem definidos sobre ela para que essa seja aplicada corretamente. Além do panorama atual da norma Brasileira é importante que se compare os panoramas brasileiros e estrangeiros para que possa se fazer uma análise qualitativa dos requisitos brasileiros. Com isso a comparação direta de normas brasileiras e estrangeiras torna relevante este trabalho.

2. JUSTIFICATIVA

Hoje o uso de alvenaria estrutural em edifícios residencial é muito extenso, podendo-se afirmar que esse é o principal sistema construtivo para edificações de até 10 pavimentos para empreendimentos para público de baixa e média renda. A principal vantagem do uso da alvenaria estrutural nesse tipo de empreendimento é a racionalização inerente à sua utilização que ao final do processo leva a um produto de qualidade a um custo eficiente. A racionalização na alvenaria estrutural permite redução de custos, aumento da produtividade e diminuição da ocorrência de manifestação patológica (ALEXANDRE, 2008). No 2º semestre de 2011, foi aprovado novo texto na Normatização Brasileira (ABNT NBR 15961) a respeito do uso de blocos de concreto em alvenaria estrutural. Este trabalho pretende analisar as novas prescrições da ABNT focando na execução e controle de alvenaria estrutural em blocos de concreto e comparar com os procedimentos de controle atuais utilizados em construções em andamento, com intenção de avaliar os impactos de sua implementação. Também é objetivo comparar qualitativamente as prescrições nacionais com as norte-americanas.

Como esse é um tema bastante atual e o uso da alvenaria estrutural é extensivo, entende-se que este trabalho está justificado.

3. OBJETIVOS

O trabalho tem como objetivo:

- Analisar histórico do procedimento de execução e controle de Alvenaria Estrutural, de acordo com norma antiga NBR 8798 de 1985;
- Analisar as novas prescrições na normalização brasileira (ABNT NBR 15961-2) em relação ao projeto e execução de alvenaria estrutural em blocos de concreto;
- Analisar as prescrições para execução e controle obras em alvenaria de acordo com norma americana TMS 602-11/ ACI 530.1-11/ASCE 6-11;
- Comparar os procedimentos normativos da Norma Brasileira com a Norma Americana;
- Comparar procedimento executivo da Norma Brasileira com o procedimento executivo de uma construtora Brasileira

4. ALVENARIA ESTRUTURAL

Antes de iniciar o estudo a respeito de Alvenaria estrutural é interessante entender bem o que isso significa. Qualquer parede que suporta carga além do seu peso próprio é alvenaria estrutural? Segundo Parsekian (2011) uma Estrutura de Alvenaria é bem diferente de “Alvenaria Estrutural”. A Alvenaria engloba três quesitos para poder ser considerada estrutural. Primeiramente é necessário que aja dimensionamento: calculo da estrutura e dos esforços que irá suportar. É preciso também que haja racionalização através de projeto modular compatibilizado e detalhado. E o terceiro quesito é o controle da construção com a caracterização prévia dos materiais, do recebimento dos blocos, controle argamassa, graute e prisma, controle da produção da alvenaria. Quando um dos requisitos não é considerado ou é alvenaria histórica ou irresponsabilidade.

O inicio da Alvenaria Estrutural acontece na Suíça , na década de 1950, com Paul Haller que construiu edifícios de 12 e 18 andares construídos com alvenaria não armada com paredes externas de espessura entre 30 e 37,5 cm, internas de 15,2cm. O suíço realizou cerca de 1.600 ensaios de parede para que pudesse construir edifícios em Alvenaria Estrutural.

Em 1948 surgiu a norma européia CP 111-BS que continha os conceitos básicos e regras para dimensionamento, se tornando a primeira norma moderna , com seus conceitos de que “para cada andar aumente a espessura da parede em 20cm...” .

Nos EUA em 1953 instituiu o primeiro CODIGO DE NORMA EUA American Standard Association Building Code Requirements do Masonry (ASA A41.1-1953). Em 1988 a 1ª VERSÃO DO MODELO DA ATUAL NORMA EUA: Nova Norma do MSJC, hoje revisada a cada 3 anos uma particularidade é que mesma norma atende para blocos cerâmicos ou de concreto (última versão é de 2011).

No Brasil, a primeira norma surgiu em 1988/89 com a Norma de Projeto e Execução AE de blocos de concreto que são usadas para blocos cerâmicos. Em 2004 é Instalado Comitê para rever essas normas, em 2007 o trabalho é aproveitado no comitê para criação de norma AE em blocos cerâmicos. Porem no ano de 2010

foi re-instalado comitê para rever essas normas de blocos de concreto, com o trabalho comitê cerâmicos aproveitado finalizando em 2011 com a publicação das normas ABNT NBR 15961: 2011 -

Alvenaria estrutural — Blocos de concreto — Parte 1: Projetos e ABNT NBR 15961: 2011

Alvenaria estrutural — Blocos de concreto — Parte 2: Execução e controle de obras.

4.1 ALVENARIA ESTRUTURAL EM BLOCOS DE CONCRETO NO BRASIL

Nesse capítulo é descrito o panorama atual da alvenaria estrutural no Brasil, identificando suas funções seqüência de execução e formas de controle de produção.

De acordo com TAUIL (2010) a alvenaria é o conjunto de componentes (blocos) justapostos ligados em sua interface por uma argamassa adequada formando um elemento. Esse elemento tem diversas funções como:

- Vedar espaços;
- Resistir ao peso próprio;
- Resistir impactos;
- À ação do fogo;
- Isolar e proteger acusticamente os ambientes;
- Contribuir para conforto térmico e;
- Impedir a entrada de intempéries nos ambiente.

Quando se refere à alvenaria de blocos de concreto, realizada de forma adequada, gera vantagens significativas no processo racionalizado que envolve a execução de edificações se comparados com outros sistemas mais tradicionais utilizados (TAUIL, 2010).

Na alvenaria estrutural, como o próprio termo já diz, a alvenaria funciona como estrutura da edificação. E para que isso funcione perfeitamente é necessário

um projeto bem detalhado, compatível aos esforços sofridos e aos produtos utilizados. Além disso, é preciso que a seja feita a execução como indicada no projeto o que é garantido através do controle na execução.

Parsekian (2010) descreve os processos de execução da Alvenaria Estrutural. Para inicio da execução da alvenaria devem ser verificados se equipamentos de segurança individual e coletivo estão disponíveis.

4.2 PRINCIPAIS ALTERAÇÕES NA ABNT NBR 15961: 2011 ALVENARIA ESTRUTURAL — BLOCOS DE CONCRETO — PARTE 2: EXECUÇÃO E CONTROLE DE OBRAS.

A ABNT NBR 15961-2: 2011 apresenta diversas modificações sendo as principais:

- Incorpora procedimentos para ensaios de tração na flexão, pequena parede, prisma e argamassa. E cancela a norma de prisma
- Necessidade de caracterização prévia
- Melhor especificação do controle da produção de graute e argamassa
- Critérios para controle baseado em prisma
- Critérios de aceitação da alvenaria
- Plano de controle da qualidade
- a alvenaria estrutural só poderá ser realizada com base em um projeto estrutural devidamente compatibilizado com projetos complementares

Os seguintes itens devem ter procedimentos específicos no plano de controle da obra:

- bloco de concreto;
- argamassa de assentamento;
- graute;
- prisma;
- recebimento e armazenamento dos materiais;

- controle de produção da argamassa e do graute;
- controle sistemático da resistência do bloco, da argamassa e do graute;
- controle sistemático da resistência do prisma quando for o caso;
- controle dos demais materiais;
- controle da locação das paredes;
- controle de elevação das paredes;
- controle de execução dos grauteamentos;
- controle de aceitação da alvenaria.

4.3 ALGUMAS PRESCRIÇÕES DA NBR 15961-2.

Para o adequado controle são necessários, segundo o projeto de norma NBR 15961-2, alguns requisitos entre o plano de controle da qualidade, o projeto executivo e o procedimento de plano de controle.

O plano de controle de qualidade deve explicitar primeiramente os responsáveis pela execução do controle e circulação de informações, posteriormente, os responsáveis pelo tratamento e resoluções das não conformidades, e por final a forma de registro e arquivamento das informações.

O projeto executivo é o que trata base para a realização da alvenaria tendo como base o projeto estrutural sendo este compatibilizado com os demais projetos complementares.

E o ultimo requisito para o sistema de controle funcionar são os procedimentos do plano de controle, no qual devem constar procedimentos específicos para os itens a seguir:

- Bloco de concreto;
- Argamassa de assentamento;
- Graute;
- Prisma;

- Recebimento e armazenamento dos materiais;
- Controle de produção da argamassa e do graute;
- Controle sistemático da resistência do bloco, da argamassa e do graute;
- Controle dos demais materiais;
- Controle da locação das paredes;
- Controle de elevação das paredes;
- Controle de execução dos grauteamentos;
- Controle de aceitação da alvenaria.

Por outro lado, em relação à execução da alvenaria a NBR 15961-2 recomenda que sejam seguidos alguns procedimentos descritos a seguir. Os requisitos para início da elevação da alvenaria são as verificações em relação a:

- Locação dos esquadros e nivelamento da base de assentamento que deve seguir tolerância máxima;
- Posicionamento das armaduras e tubulações conforme projeto;
- Limpeza da base para não haver prejuízo na aderência dos materiais;
- Durante a elevação outros requisitos devem ser garantidos:
- Blocos assentados não serem posteriormente removidos de sua posição original para que a aderência entre o bloco e a base seja prejudicada;
- As elevações devem ser executadas apenas com blocos inteiros e suas variações. Qualquer variação a isso deve ser prevista em projeto de produção em condições controladas;
- Paredes estruturais não terem amarração direta com paredes não estruturais.

Para a ideal locação das paredes é necessário eixos de referência, determinados em projeto. A norma também recomenda que a variação do nível da superfície do pavimento não ultrapasse ± 10 mm em relação ao plano especificado.

Outra especificação prescrita na norma é em relação à espessura da junta horizontal da primeira fiada. O valor mínimo é de 5 mm e o valor máximo não deve ultrapassar 20 mm. Existe uma exceção para paredes de comprimentos inferiores a 50 cm onde a espessura pode chegar a 30 mm. Locais que ultrapassem essa espessura máxima deverá ser feito um nivelamento com material de mesma resistência da laje.

Além disso, para o desempenho da parede seja adequado é necessário verificar:

- Cumprimento da tolerância do prumo;
- Cumprimento da tolerância do nível;
- Execução correta das espessuras das juntas de argamassa argamassas de assentamento dos blocos e dos reforços na alvenaria especificados.

As recomendações, prescritas na norma, em relação ao assentamento dos blocos é que os mesmos devem ser assentados e alinhados segundo projeto, posicionados enquanto a argamassa estiver trabalhável e plástica. As juntas horizontais, exceto da primeira fiada, devem ter espessura de 10 mm com variação de ± 3 mm.

Para que todos esses requisitos prescritos pela norma NBR 15961-2, segundo Medeiros (1993), a especialização da mão de obra, juntamente com o treinamento, necessita ser tratado como uma etapa da construção, devido à racionalização estar entre as mais importantes vantagens desse sistema construtivo.

A execução da alvenaria requer um controle com um extenso monitoramento em campo. Em seu trabalho Medeiros (1993) relata alguns fatores relacionados à mão de obra que influenciam no desempenho da estrutura alvenaria. Dentre eles estão:

- Traço da argamassa;
- Execução incorreta das juntas de argamassa;
- Deslocamentos das unidades (blocos) após o assentamento;
- Prumo, alinhamento e nível incorreto das paredes;
- Proteção incorreta da alvenaria recém-construída.

O autor cita que os principais problemas construtivos estão relacionados com o projeto, que não especifica de forma eficaz os detalhes construtivos a mão de obra executora da alvenaria. São três os problemas destacados:

- Pobreza no detalhamento;
- Erros de interpretação do projeto;
- Alterações nos desenhos.

4.4 ESPECIFICAÇÃO DOS MATERIAS

4.4.1 BLOCO

Os ensaios de blocos são especificados de acordo com NBR 6136 e o projetista. E todos os ensaios são de acordo com NBR 12118. As Figura 4.1 e 4.2 abaixo ilustram alguns dos ensaios de blocos.



Figura 4.1: Ensaio de retração (Parsekian, 2011)



Figura 4.2: Ensaio de absorção (Parsekian, 2011)



Figura 4.3: Ensaio de resistência a compressão (ABCP)

4.4.2 GRAUTE

Resistência a compressão deve ser aquela que permita ao prisma atingir a resistência especificada no projeto. E os ensaios deve estar de acordo com NBR 5739. No estado fresco deve ser fluido e não provocar retração que provoque descolamento do bloco. Deve haver dosagem prévia, especialmente se o graute for produzido na obra. E o traço deve ser pedido com antecedência ao projetista. Se especificado pelo projetista, é possível o preenchimento de furos com argamassa, desde que não haja armadura porem a eficiência é baixa.

4.4.3 ARGAMASSA

É necessária definição prévia da argamassa de assentamento. Através de ensaios com antecedência adequada com os materiais dos mesmos fornecedores selecionados para a obra.

Com a ABNT NBR 13279 é possível se caracterizar a argamassa e seu controle para ensaios de argamassa são utilizados CP cúbicos de 4 cm.



Figura 4.4: Forma para CP argamassa .(Parsekian 2011)



Figura 4.5: CP de argamassa.

O anexo C da ABNT NBR15961-2 traz o ensaio de tração na flexão mostrando a aderência bloco e argamassa. A Figura 4.6 mostra a montagem dos prismas para ensaio de aderência.



Figura 4.6: Preparação dos blocos para ensaio. (Parsekian 2011)

A Figura 4.7 mostra o resultado do ensaio de aderência de bloco e argamassa.



Figura 4.7: Resultado do ensaio anterior (Parsekian, 2011)

É necessário executar ensaios para argamassas não tradicionais, que não sejam de cimento, cal e areia, sem aditivos ou adições.

Tabela 1: Referências para especificação. (Parsekian, 2011)

MPa, área bruta						
fbk	fa	fgk	fpk/fbk	fpk	fpk*/fpk	fbk*
3,0	4,0	15,0	0,8	2,4	2,0	4,8
4,0	4,0	15,0	0,8	3,2	2,0	6,4
6,0	6,0	15,0	0,75	4,5	1,75	7,88
8,0	6,0	20,0	0,75	6,0	1,75	10,5
10,0	8,0	20,0	0,70	7,0	1,75	12,25
12,0	8,0	25,0	0,70	8,4	1,6	13,44
14,0	12,0	25,0	0,65	9,1	1,6	14,56
16,0	12,0	30,0	0,65	10,4	1,6	16,64
18,0	14,0	30,0	0,60	10,80	1,5	16,2
20,0	14,0	30,0	0,60	12,0	1,5	18,0

4.5 RECEBIMENTO E ESTOCAGEM DOS MATERIAS

4.5.1 BLOCO

A forma de recebimento dos blocos deve seguir a NBR 6136 é recomendado preferir blocos com certificação ou selo de qualidade.

Quanto a estocagem:

- os blocos devem ser descarregados em uma superfície plana e nivelada, que garanta a estabilidade da pilha;
- os blocos devem ser empregados preferencialmente na ordem do recebimento;
- deve haver indicação das resistências, identificando o número do lote de obra e o local de sua aplicação;
- os blocos devem ser armazenados sobre lajes devidamente cimbradas ou sobre o solo, desde que seja evitada a contaminação direta ou indireta por ação da capilaridade da água;
- os blocos devem ser protegidos da chuva e outros elementos que venham a prejudicar o desempenho da alvenaria.

4.5.2 ARGAMASSA E GRAUTE NÃO INDUSTRIALIZADOS

No momento do recebimento dos materiais, o executor deve tomar as seguintes medidas:

- verificar na embalagem se o cimento e a cal têm selo de conformidade com as Normas Brasileiras, se estão dentro do prazo de validade e acondicionados em sacos secos e íntegros. Caso contrário, deve solicitar ensaios do fornecedor ou devolver o produto;
- armazenar o cimento e a cal em espaços cobertos, de preferência com piso argamassado ou de concreto. Os produtos devem ser mantidos secos e protegidos da umidade do solo e não podem estar em contato com paredes, tetos e outros agentes nocivos às suas qualidades. Devem ser armazenados sobre superfícies impermeáveis e protegidos da ação do tempo. Devem obrigatoriamente ser descartados se estiverem úmidos;
- evitar o empilhamento de mais de 10 sacos de cimento ou de cal. No caso específico de tempo de estocagem de até 15 dias, as pilhas podem ser de até 15 sacos;
- assegurar que os agregados obedeçam às prescrições da ABNT NBR 7211;

- armazenar os agregados sobre superfície dura, provida de drenagem e que evite contato com o solo. As baias devem ser individualizadas de acordo com seu tipo, sem que haja possibilidade de contaminação;
- misturas de areia e cal devem estar dispostas sobre superfícies firmes, sem contato com o solo e protegidas da ação da chuva. Caso seja usada cal hidratada em pasta, esta deve ser mantida saturada até o seu uso.

4.5.3 ARGAMASSAS E GRAUTES INDUSTRIALIZADOS

Para argamassas e grautes industrializados é preciso:

- verificar na embalagem se a argamassa e o graute recebidos estão dentro do prazo de validade e em sacos secos e íntegros;
- armazenar a argamassa e o graute em espaços cobertos, de preferência em piso argamassado ou de concreto. Os produtos devem ser mantidos secos e protegidos da umidade do solo e não podem estar em contato com paredes, tetos e outros agentes nocivos às suas qualidades. Devem ser armazenados sobre superfícies impermeáveis e protegidos da ação do tempo. Devem obrigatoriamente ser descartados se estiverem úmidos;
- em qualquer caso, produtos diferentes devem ser armazenados separadamente por lote e por tipo, impedindo misturas acidentais. A sequência de uso deve ser a mesma do recebimento, ou seja, produtos mais antigos devem ser utilizados em primeiro lugar;
- pilhas de sacos de argamassa industrializada devem ter a altura recomendada pelo fabricante, desde que não ultrapassem 10 sacos.

4.6 PRODUÇÃO DA ARGAMASSA DE ASSENTAMENTO E DO GRAUTE

4.6.1 ARGAMASSA

Os requisitos de argamassa são:

- Boa trabalhabilidade para permitir assentamento;
- Argamassadeira estanque (metal ou plástico);

- Uso em até 2h 30;
- Pode retemperar até duas vezes;
- Recomenda-se cobrir com pano úmido, especialmente dias quentes e com vento;
- Várias recomendações sobre dosagem;
- Proibida mistura manual;
- Verificar tempo de mistura, especialmente se tiver aditivos.

Permitida variação de até 20% na resistência obtida nos ensaios de controle (a seguir), caso contrário deve-se rever procedimentos de obra (alvenaria pode ser aceita em função do prisma

4.6.2 GRAUTE

Os requisitos de argamassa são:

- Pode ter até 10% de cal;
- Agregado de até 10 mm (cobrimento de 15mm);
- Agregado de até 20mm (cobrimento de 25 mm);
- Diâmetro máximo de 1/3 do vazado;
- Várias recomendações sobre dosagem;
- Proibida mistura manual;
- Verificar tempo de mistura, especialmente se tiver aditivos.

4.7 CONTROLE TECNOLÓGICO SEGUNDO NBR 15961-2

Com a NBR 15961-2 que, hoje, regulariza a execução de Alvenaria Estrutural trazendo novidade a respeito da norma passada que era de 1985.

Segundo Parsekian (2011), as novidades da norma a respeito de execução e controle incluem a necessidade de caracterização anterior dos materiais a serem utilizados na obra. Dentre o matérias estão: bloco, argamassa, graute e prisma. A NBR 15961-2 unifica e revisa os procedimentos de ensaios essenciais para

caracterização da alvenaria e, principalmente, inclusão de procedimento inédito para controle da resistência a compressão dos elementos em alvenaria utilizados na obra, com parâmetros e requisitos variáveis em função da relação entre a resistência necessária / especificada no projeto, da variabilidade dos resultados de ensaios, do número de unidades repetidas, entre outros.

4.7.1 PLANO DE CONTROLE DA QUALIDADE

A alvenaria estrutural, de acordo com a Nova Norma, deverá ser realizada apenas quando houver um projeto estrutural compatibilizado adequadamente com os demais projetos complementares e além disso o engenheiro responsável pela execução deverá fazer um plano de controle. No qual devem constar os responsáveis pela:

- Execução do controle;
- Circulação das informações;
- Tratamento e resolução de não conformidades;
- De registro e arquivamento das informações.

Os itens abaixo devem ter procedimentos específicos no plano de controle citado acima:

- Bloco de concreto;
- Argamassa de assentamento;
- Graute;
- Prisma;
- Recebimento e armazenamento dos materiais;
- Controle de produção da argamassa e do graute;
- Controle sistemático da resistência do bloco, da argamassa e do graute;
- Controle sistemático da resistência do prisma quando for o caso;
- Controle dos demais materiais;

- Controle da locação das paredes;
- Controle de elevação das paredes;
- Controle de execução dos grauteamentos;
- Controle de aceitação da alvenaria.

4.7.2 ESPECIFICAÇÃO PRÉVIA, RECEBIMENTO E CONTROLE DA PRODUÇÃO DOS MATERIAIS

Para que os materiais tenham o desempenho desejado para o qual foram desenvolvidos, a norma regulamenta os requisitos de especificação, recebimento, estocagem, produção e controle de cada um. Os procedimentos, em relação à argamassa e graute, de estocagem e produção sofreram poucas modificações se comparado com a versão antiga da norma e são bem difundidos.

Existem outras normas que regulamentam a especificação e o controle dos blocos. As quais são: ABNT NBR 6136, Blocos vazados de concreto simples para alvenaria – Requisitos; e ABNT NBR 12118, Blocos vazados de concreto simples para alvenaria – Métodos de ensaio. Para fios e barras de aço a norma que especifica é a ABNT NBR 7480 Aço destinado a armaduras para estruturas de concreto armado – Especificação. Com relação ao concreto de uso estrutural serão recebidos segundos procedimentos descritos na ABNT NBR 12655, Concreto de cimento Portland – Preparo, controle e recebimento – Procedimento.

4.7.2.1 CONTROLE DA PRODUÇÃO DE ARGAMASSA E GRAUTE

Para definição da argamassa de assentamento devem ser realizados ensaios com antecedência adequada com os materiais dos mesmos fornecedores selecionados para a obra, comprovando o atendimento dos requisitos estabelecidos no projeto estrutural através de ensaios realizados de acordo com a norma, no caso de controle na obra, ou conforme a ABNT NBR 13279 e demais normas pertinentes.

Esses procedimentos devem ser atendidos tanto pelas argamassas não industrializadas quanto pelas industrializadas.

Os requisitos para o graute é que tenha resistência à compressão de modo que a resistência do prisma grauteado atinja a resistência desejada em projeto. E deve ser ensaiado conforme NBR 5739.

A Norma recomenda que durante a obra a argamassa e graute sejam ser controlados em lotes não inferiores a:

- 500 m² de área construída em planta (por pavimento);
- Dois pavimentos;
- Argamassa ou graute fabricado com matéria prima de mesma procedência e mesma dosagem.

Onde em cada lote são ensaiados seis exemplares. O graute é moldado de acordo com ABNT NBR 5738, Procedimento para moldagem e cura de corpos-de-prova, e ensaiado em procedimento descrito na ABNT NBR 5739 Concreto – Ensaio de compressão de corpos-de-prova cilíndricos. A amostra será considerada aceita pelo atendimento do valor característico especificado em projeto.

Porem a argamassa, sobre a qual teve uma mudança considerável na forma de controle. Procurando aproximar o procedimento de obra com o atualmente especificado na ABNT NBR 13279 Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos – Determinação da resistência à tração na flexão e à compressão, houve uma alteração do formato do corpo-de-prova. Como a NBR 13279 pede que o ensaio a compressão de argamassa seja feito comprimindo uma área de 4x4cm de um corpo-de-prova de 4 cm de altura (resultante do ensaio a flexão de um prisma de argamassa de 4x4x16cm), a norma de controle pede que seja feito em cubos de 4 cm moldados diretamente na obra (para o controle de obra não interessa o controle da resistência de flexão da argamassa).

A argamassa é o único material ainda especificado e controlado pelo seu valor médio. A idéia do controle da resistência compressão é verificar a uniformidade do produção deste material. A amostra de argamassa será aceita se o coeficiente de variação desta for inferior a 20 % e o valor médio for maior ou igual ao especificado no projeto.

Quando a argamassa contém aditivos ou adições (argamassa não tradicional de cimento, cal e areia) são recomendadas a execução do ensaios de tração a

flexão de prismas. Esse ensaio pode ser feito em obra (carregamento feito com próprio blocos) ou em laboratório (carregamento com equipamento de ensaio).

4.7.3 CONTROLE DA RESISTÊNCIA DOS MATERIAIS E DAS ALVENARIAS À COMPRESSÃO AXIAL

A parte da norma que mais inova consta no capítulo 8 onde se trata do controle da resistência a compressão da alvenaria, de grande importância para a segurança da construção.

4.7.3.1 CARACTERIZAÇÃO PRÉVIA

Anteriormente ao início da obra é necessário que seja feita a caracterização prévia da resistência a compressão dos componentes da alvenaria estrutural sendo eles: blocos, argamassa e graute e da alvenaria (usualmente através de ensaios de prismas). Antes do início da obra deve-se fazer essa completa caracterização, com ressalva de que se o fornecedor dos materiais (os mesmos a serem utilizados na obra) pode fornecer esses resultados, desde que não tenham esses não tenham sido realizados a mais de 180 dias. Por exemplo, se o fabricante de blocos realizar ensaios de compressão de blocos, argamassa, graute e prisma e recomendar o uso dos mesmos traços de argamassa e graute (ou material industrializado) para o obra, o construtor não precisa realizar essa caracterização prévia.

4.7.3.2 RESISTÊNCIA A COMPRESSÃO DA ALVENARIA: ENSAIO DE PRISMA

Tanto na caracterização prévia quanto no controle da obra, a caracterização da resistência a compressão da alvenaria pode ser feita por ensaios de prisma, pequena parede ou de parede (ABNT NBR 8949, Paredes de alvenaria estrutural – Ensaio à compressão simples).

O anexo B da nova norma traz os procedimentos para moldagem e ensaio de pequenas paredes que devem ter no mínimo 2 blocos e comprimento e cinco fiadas de altura.

Entretanto, provavelmente a grande maioria das obras continue a ter a resistência da alvenaria controlada pelo ensaio de prisma de dois blocos, ficando os dois outros tipos de ensaio limitados a situações especiais.

É importante ressaltar que o procedimento de ensaio de prisma foi incorporado no texto da norma de execução e controle aqui relatado, o que provavelmente irá cancelar a norma NBR 8215 - Prismas de blocos vazados de concreto simples para alvenaria estrutural - Preparo e ensaio a compressão.

As principais mudanças em relação ao procedimento da NBR 8215 são:

- O prisma sempre é moldado dispondo a argamassa de assentamento sobre toda a face do bloco, independentemente se a obra é executada com dois cordões laterais de argamassa ou não. A diminuição da resistência a compressão no caso de obra executada com dois cordões laterais apenas deve ser levada em conta no projeto (ver parte 1), porém o ensaio é padrão;
- A referência é sempre a área bruta (e não líquida) devendo a resistência ser calculado tomando essa referência. Essa simples mudança evita uma série de mal entendidos que hoje ocorrem, uma vez que a resistência dos blocos também tem a área bruta como referência;
- Caso os blocos tenham resistência maior ou igual a 12 Mpa, os prismas devem ser moldados em obra e recebidos no laboratório, sendo a moldagem em obra opcional para blocos de menor resistência;
- A resistência de prisma será fornecida em valor característico e não mais médio.

A resistência característica é calculada segundo a formulação a seguir:

$$f_{pk,1} = 2 \left[\frac{f_{p(1)} + f_{p(2)} + f_{p(3)} + \dots + f_{p(i-1)}}{i-1} \right] - f_{p(i)} \quad (5.1)$$

Onde,

$f_{pk,2} = \emptyset \times f_{e(1)}$, sendo o valor de \emptyset indicado na Tabela 1;

$f_{pk,3}$ - é o maior valor entre $f_{pk,1}$ e $f_{pk,2}$;

$f_{pk,4} = 0,85 \times f_{pm}$;

f_{pk} é o menor valor entre $f_{pk,3}$ e $f_{pk,4}$.

Sendo

$i = n/2$, se n for par;

$i = (n-1)/2$, se n for ímpar.

onde

f_{pk} é a resistência característica estimada da amostra, expressa em megapascal;

$f_{p(1)}, f_{p(2)}, \dots, f_{pi}$ são os valores de resistência à compressão individual dos corpos-de-prova da amostra, ordenados crescentemente;

f_{pm} a média de todos os resultados da amostra;

n é o número de corpos-de-prova da amostra.

Tabela 2: Valores de \emptyset em função da quantidade de elementos de alvenaria

Nº de elementos	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16 e 17	18 e 19
\emptyset	0,80	0,84	0,87	0,89	0,91	0,93	0,94	0,96	0,97	0,98	0,99	1,00	1,01	1,02	1,04

4.8 CONTROLE DE MATERIAIS E DA ALVENARIA EM OBRA

4.8.1 ENSAIOS DE BLOCOS APENAS

No caso de obras em que não são utilizados graute para aumento da resistência a compressão da parede, é possível que os ensaios de controle de prisma sejam prescindidos. Se a obra utiliza bloco com f_{bk} superior a 2,86 vezes a resistência de prisma especificada em projeto, ou se os resultados da caracterização dos materiais indicarem resultados de prisma 2 vezes maiores que o especificado em projeto, essa obra é considerada “de menor exigência estrutural”. Nesse caso, os ensaios de prisma são realizados apenas na caracterização anterior a obra (eventualmente fornecida pelo fabricante) e o controle feito pelo ensaio de bloco apenas.

Tome-se o exemplo de um conjunto de casas térreas onde o projeto indicou necessidade de $f_{pk} \geq 1,0$ MPa e essa obra será feita com blocos de $f_{bk} = 3,0$. Como $f_{bk} = 3 \times f_{pk}$, não há necessidade de ensaio de prisma.

4.8.2 ENSAIOS DE PRISMAS

Quando a condição anterior não é atendida, é necessário o controle da obra através de ensaios de prisma.

4.8.2.1 CONTROLE PADRÃO

Nesse caso a construtora pode adotar o procedimento chamado de controle padrão, onde 12 prismas são moldados a cada pavimento sendo 6 para ensaio e 6 para eventual contraprova. A vantagem desse procedimento é que a obra define o procedimento de forma simples com menor necessidade de consulta ao projetista da estrutura. A desvantagem é que o número de ensaios pode ser maior que o controle otimizado, detalhado a seguir.

Como exemplo, pode-se analisar o caso de um edifício de 8 pavimentos. Nesse a obra deverá realizar $8 \times 6 = 48$ ensaios de prisma, sem contar eventuais contraprovas.

4.8.2.2 CONTROLE OTIMIZADO

No controle otimizado, os resultados do pavimento anterior (de mesmo fbk e demais materiais) são usados para determinar o número de prismas necessários para controle dos próximos pavimentos. Para o primeiro pavimento de fbk distinto, são ensaiados 6 prismas. Para os pavimentos superiores, o número de prismas a ser ensaiado é obtido na Tabela 3.

Tabela 3 - Número mínimo de prismas a serem ensaiados (redução de acordo com a probabilidade relativa de ruína)

Condição	Coeficiente de Variação dos Prismas (CV)	f _{pk} ,projeto / f _{pk} , estimado			
		≤ 0,35	> 0,35 ≤ 0,50	> 0,50 ≤ 0,75	> 0,75
A	> 15 %	6	6	6	6
B	< 10 % e ≥ 15 %	0	2	4	6
C	< 10 %	0	0	0	0

IMPORTANTE — Para pavimentos com especificação de resistência característica de bloco maior ou igual a 12,0 MPa deve-se sempre considerar no mínimo a condição B.

Como exemplo, vamos analisar o caso de edifício e 8 pavimentos, cujos dados do projeto são descritos na Tabela 4.

Tabela 4: Exemplo de controle otimizado, dados obtidos no projeto

Pavimento	f_{bk}	f_{pk} , necessário, informado pelo projetista
1	8,0	6,0
2	8,0	5,2
3	6,0	4,8
4	6,0	4,0
5	4,0	3,2
6	4,0	2,4
7	4,0	1,6
8	4,0	0,8

Para o primeiro pavimento é necessário ensaiar seis prismas. Imagine que o laboratório relatou o seguinte resultado: $f_{pk,ensaio} = 7,1$ MPa, com coeficiente de variação (CV) igual a 12%. Para o segundo pavimento, o $f_{pk,projeto} / f_{pk}$, estimado = $5,2 / 7,1 = 0,73$. Entretanto, na Tabela 2, chega-se a conclusão de que são necessários 4 prismas para o segundo pavimento.

Como o terceiro pavimento é feito com novo f_{bk} , é necessário zerar o procedimento e fazer seis prismas. Imaginando os resultados anotados na Tabela 4 e verificando a Tabela 3, seriam necessários 4 prismas para o quarto pavimento.

Com o novo f_{bk} do 5º pavimento, tem-se seis prismas ensaiados nesse pavimento. Tomando os resultados anotados Tabela 6, seriam necessários 4 prismas para o 6º pavimento, 3 para o 7º e zero para o oitavo.

O total de prismas ensaiados seriam 32 contra 48 necessários no controle padrão.

Tabela 5: Resumo do exemplo de controle otimizado

Pavimento	f_{bk}	f_{pk} , necessário, informado pelo projetista	f_{pk} , estimado (ensaio)	CV das amostras anteriores	$f_{pk,projeto} / f_{pk}$, estimado das amostras anteriores	Número de ensaios de prismas
1	8,0	6,0	7,1	não tem	-	6
2	8,0	5,2	7,2	12%	0,73	4
3	6,0	4,8	5,5	não tem	-	6
4	6,0	4,0	5,6	12%	0,71	4
5	4,0	3,2	3,9	não tem	-	6
6	4,0	2,4	4,0	12%	0,60	4
7	4,0	1,6	3,9	12%	0,41	2
8	4,0	0,8	3,9	12%	0,20	0
						Total = 32

4.8.2.2.1 Controle otimizado – edificações iguais

Uma variação do controle isolado é permitida na nova norma. São consideradas “iguais” as edificações que atendam aos seguintes requisitos:

- fazem parte de um único empreendimento;
- têm o mesmo projetista estrutural;
- têm especificadas as mesmas resistências de projeto;
- utilizam os mesmos materiais e procedimentos para a execução.

Nesse caso, o primeiro prédio a ser construído deve ter seu controle realizado de maneira independente aos demais, como descrito acima. Entretanto, o segundo e demais prédios podem ser considerados como uma única edificações para fim de controle.

Imagine empreendimento para execução de um conjunto de 6 prédios de 8 andares, com as características do exemplo anterior. O primeiro prédio terá o controle descrito anteriormente. Porém os andares de mesmo f_{bk} do 2º ao 6º prédio podem ser considerados em conjunto para determinação do número de prismas. Os resultados dos prismas do 1º e 2º andar do prédio 2 podem ser utilizados para calcular o número de prismas para o 1º andar do prédio 3, por exemplo. Haverá portanto, uma nova redução na quantidade de prismas necessários para controle de todos os prédios.

Se os prédios forem executados na seqüência e os resultados de ensaios em cada andar levarem a valores semelhantes ao do exemplo anterior, o número de prismas necessários em cada pavimento seria o anotado na Tabela 6. O total de prismas nesse caso seria de 128 contra 288 do controle padrão.

Tabela 6: Resumo do exemplo de controle otimizado com conjunto de edificações

Prédio 1			Prédio 2		Prédio 3		Prédio 4		Prédio 5		Prédio 6		
Pav	Nº prismas		Pav	Nº prismas	Pav.	Nº prismas							
1	6	Mesmo conjunto	1	6	1	4	1	4	1	4	1	4	Mesmo conjunto
2	4		2	4	2	4	2	4	2	4	2	4	
3	6	Mesmo conjunto	3	6	3	4	3	4	3	4	3	4	Mesmo conjunto
4	4		4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	
5	6	Mesmo conjunto	5	6	5	0	5	0	5	0	5	0	Mesmo conjunto
6	4		6	4	6	0	6	0	6	0	6	0	
7	2		7	2	7	0	7	0	7	0	7	0	
8	0		8	0	8	0	8	0	8	0	8	0	
Total	32			32		16		16		16		16	128 prismas

4.8.3 CONTROLE DA PRODUÇÃO DA ALVENARIA

O capítulo 9 da norma indica os requisitos para controle de produção da alvenaria, não havendo grandes mudanças nesse item. Devem ser atendidos os limites anotados na Tabela 7.

Tabela 7: Variáveis de controle geométrico na produção da alvenaria

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 (desaprumo)	± 2 mm/m ± 10 mm no máximo por piso ± 25 mm na altura total do edifício
	Horizontal (desalinhamento)	± 2 mm/m ± 10 mm no máximo
Nível superior das paredes	Nivelamento da fiada de respaldo	± 10 mm

Quanto à cinta de respaldo, está explicitada a necessidade grauteamento da canaleta da última fiada antes da concretagem da laje.

O máximo desvio no posicionamento de barras de armaduras é de 1,0 cm para seções fletidas de até 20cm de altura ou de 2,0 cm para demais casos.

Para grauteamento deve-se respeitar:

- A altura máxima de lançamento do graute deverá ser de 1,6 m, exceto se o graute for devidamente aditivado, garantida a coesão sem segregação situação em que a altura de lançamento máximo permitido é de 2,8 m;
- Antes do lançamento do graute, deve-se molhar os vazados a serem grauteados;

- No adensamento manual deve-se empregar haste entre 10 e 15mm de diâmetro, devendo a mesma ter comprimento suficiente para atingir toda a extensão do vazado, não sendo permitido utilizar a própria armadura da parede para esse adensamento;
- Devem ser criadas janelas de visita nos pontos a serem grauteados para proceder-se a limpeza dos mesmos e a inspeção da operação de grauteamento.

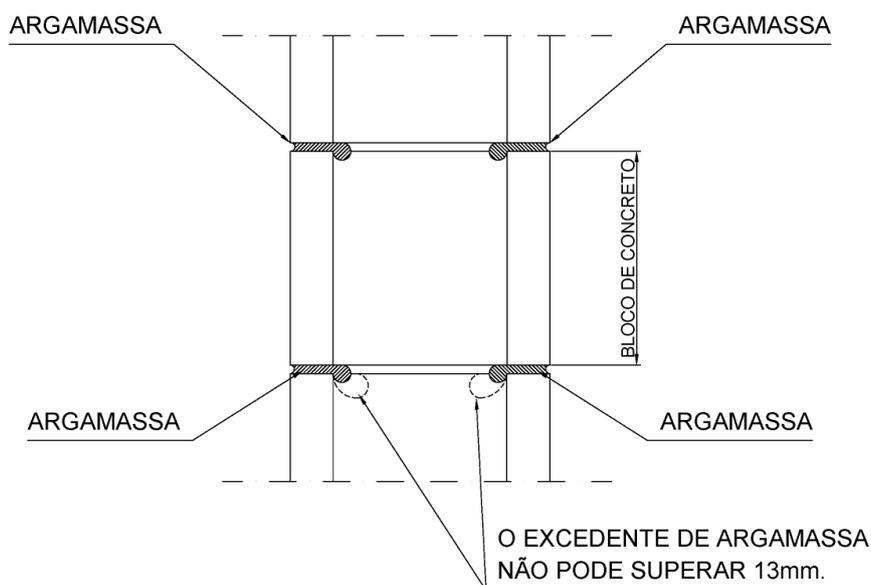


Figura 4.8: Limite do excedente da argamassa(Parsekian 2011)

Com relação as armaduras:

- erro máximo no posicionamento das armaduras igual a 1 cm para seções fletidas com dimensão inferior a 20 cm, no plano de flexão.
- Para seções comprimidas ou de dimensão superior a 20cm, o erro máximo admitido para posicionamento da armadura é igual a 2 cm.

Quando ocorrerem erros maiores deve-se informar o projetista da estrutura para que ele possa definir as medidas a serem tomadas. Os fios, barras e telas de reforço imersos em juntas de argamassa devem ser de aço galvanizado ou de metal resistente à corrosão.

4.8.4 CRITÉRIO DE ACEITAÇÃO DA ALVENARIA

Quando for permitido apenas ensaios de blocos, a aceitação da resistência a compressão do bloco serve para aceitação da alvenaria também. Se houver ensaio de prisma, essa resistência característica deve ser aceita e prevalece sobre todos os outros ensaios de compressão (bloco, argamassa ou graute).

Em todos os casos, os limites da norma citados nos capítulos seguintes devem ser atendidos.

- Em caso de inconformidade, devem ser adotadas as seguintes ações corretivas:
- Revisar o projeto para determinar se a estrutura, no todo ou em parte, pode ser considerada aceita, considerando os valores obtidos nos ensaios;
- Determinar as restrições de uso da estrutura;
- Providenciar o projeto de reforço;
- Decidir pela demolição parcial ou total.

Quando necessário fazer correção :

- revisar o projeto para determinar se a estrutura, no todo ou em parte, pode ser considerada aceita, considerando os valores obtidos nos ensaios;
- determinar as restrições de uso da estrutura;
- providenciar o projeto de reforço;
- decidir pela demolição parcial ou total.

4.9 PROCEDIMENTO EXECUTIVO DA ALVENARIA ESTRUTURAL

A seguir será descrita a seqüência de execução:

- Marcação da Alvenaria;
- Elevação da Alvenaria;
- Instalações elétricas;
- Confecção das vergas e contravergas;

- Grauteamento;
- Cinta da amarração ou respaldo.

A marcação da alvenaria se inicia após a liberação do pavimento. No primeiro pavimento o contrapiso deve ser concretado, nos demais pavimentos as instalações (que seguem a elevação da alvenaria) e os arranques das armaduras devem estar alocadas. Seguindo sempre o projeto estrutural. Após verificação (controle) o pavimento pode ser liberado. A marcação da alvenaria deve ser precisa em relação às medidas de esquadro do pavimento, seguindo a planta da primeira fiada. Na verificação do esquadro, em projetos retangulares, se mede as diagonais que devem ser iguais. A tolerância é de 5 mm de variação a cada 10 m.

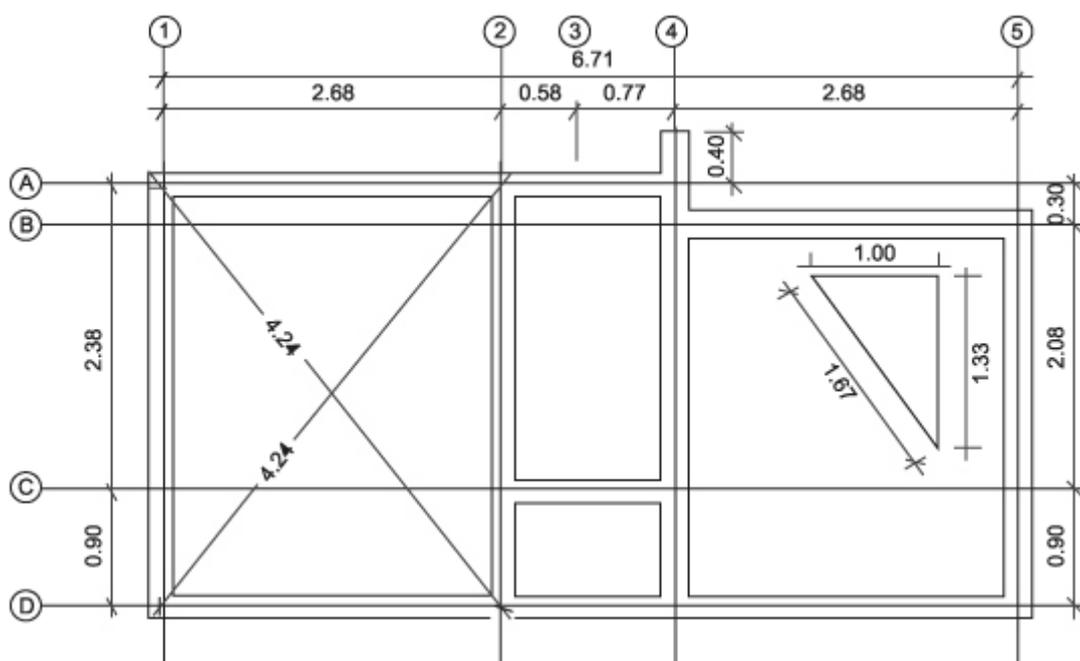


Figura 4.9: Verificação do Esquadro (Parsekian, 2010)

Na marcação os primeiros blocos a serem assentados devem ser os de canto, encontro de paredes e blocos que determinam as aberturas das portas. Eles serão a referência para assentamento das demais unidades. Na determinação de nível da primeira fiada, com o auxílio de um nível a laser ou nível alemão, encontra-se o pontos mais alto do pavimento para alocar o bloco que será referência de nível do pavimento. Em lajes nível zero esse procedimento de determinar o nível é desnecessário. Pois a laje nível zero deverá ter o mesmo nível em todos os pontos da laje.

Seqüência da marcação:

- Marcar no pavimento a direção das paredes, eixos de referência;
- Umedecer a superfície do pavimento na direção das paredes;
- Assentar, nivelar e aprumar os blocos estratégicos;

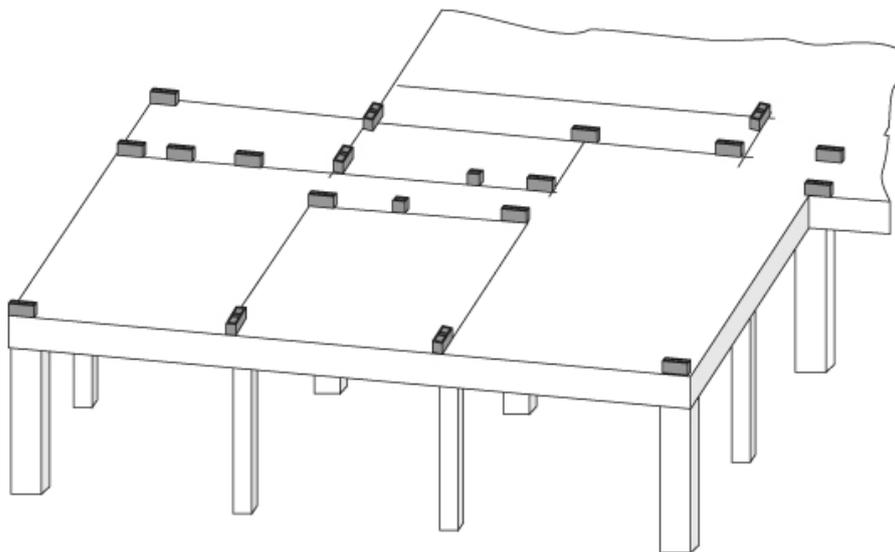


Figura 4.10: Blocos estratégicos assentados (Catalogo Selecta Blocos)



Figura 4.11: Blocos estratégicos assentados

- Concluir a execução da primeira fiada;

- Assentar escantilhões.

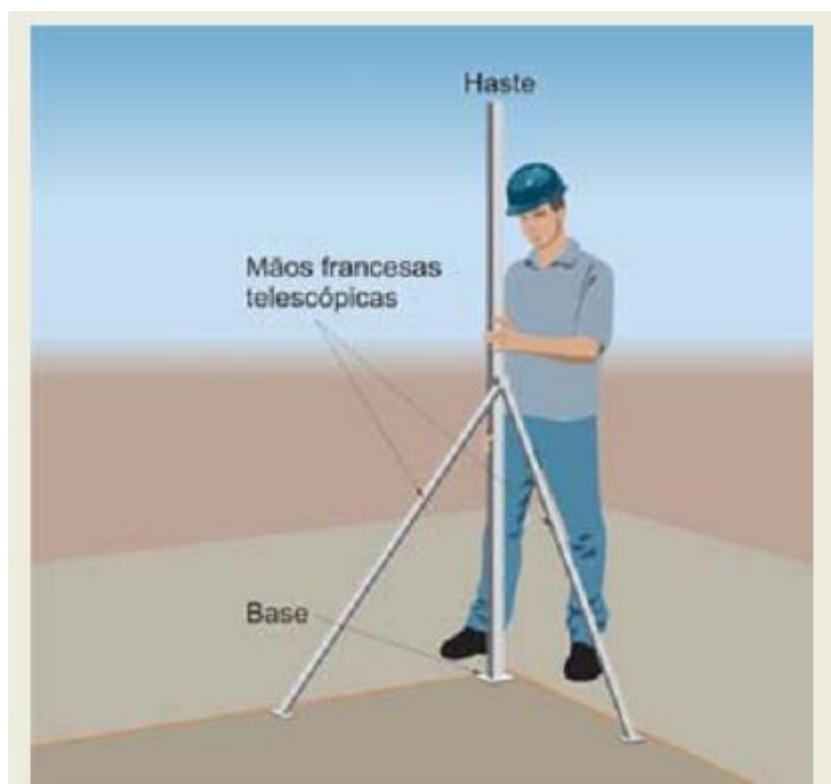


Figura 4.12: Detalhe do escantilhão. (ABCP)

O início da elevação da alvenaria ocorre a partir da execução da segunda fiada. O projeto da segunda fiada não é obrigatório e não prejudica a execução se houver o projeto de elevação da alvenaria. Convém lembrar ainda que nessa etapa já se assentam Blocos com caixas elétricas (Módulos) destinadas, entre outros fins, a tomadas e interruptores, cujas posições são indicadas também no desenho de elevação das paredes.

São considerados essenciais para o desempenho da parede: o cumprimento das tolerâncias de prumo, nível e a execução correta das juntas de argamassa. O assentamento dos blocos deve ocorrer enquanto a argamassa estiver trabalhável e plástica. Em caso de remoção do bloco a argamassa deve ser removida e assentado com uma nova massa.

As juntas horizontais e verticais devem ter espessura de 10 mm, com variação máxima de 3 mm.

A colocação da argamassa nos blocos pode ser feita de duas maneiras, segundo observação do projetista.



Figura 4.13: Forma de aplicação da argamassa de assentamento sobre blocos (ABCP)

A elevação da Alvenaria deve ser realizada conforme seqüência abaixo:

- Assentar blocos até a altura do peitoril das janelas;



Figura 4.14: Elevação da Alvenaria (Arquivo pessoal)

- Verificar tolerâncias quanto ao prumo, nível, planicidade, alinhamento e espessuras das juntas horizontais da alvenaria.

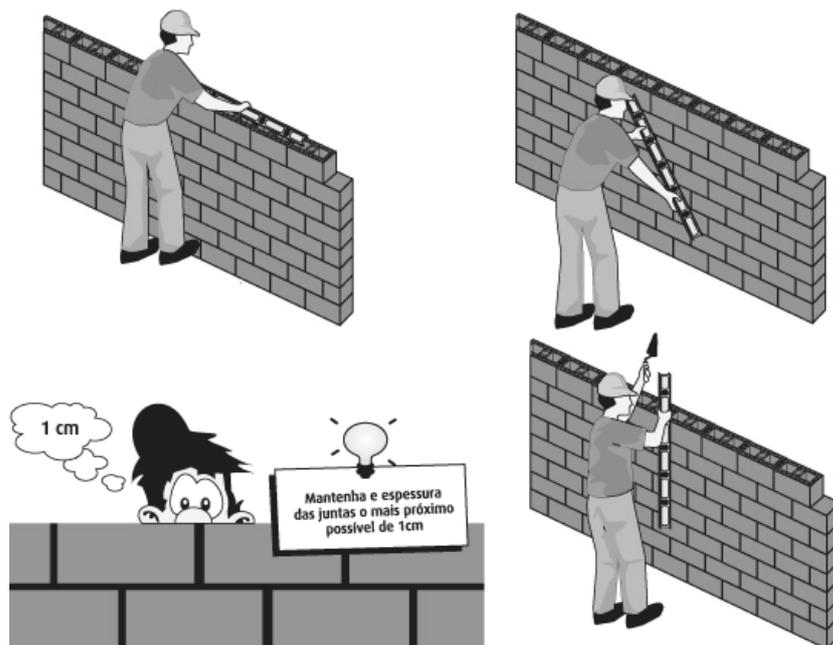


Figura 4.15: Detalhe de prumo, nível e alinhamento (Fonte: catálogo Selecta Blocos)

- Posicionar armaduras e executar grauteamento vertical e horizontal.

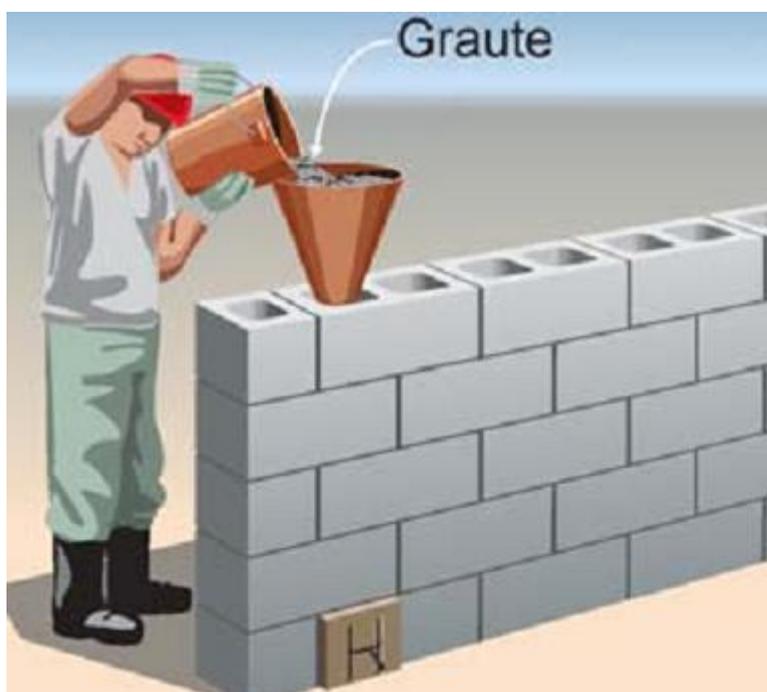


Figura 4.16: Detalhes de grauteamento (ABCP);

- O lançamento do graute, efetuado após a limpeza do furo, deve ser feito no mínimo após 24 horas do assentamento dos blocos. A altura máxima de lançamento é de 3m. Recomenda-se, no entanto, lançamento de alturas não superiores a 1,6m com graute auto-adensável.

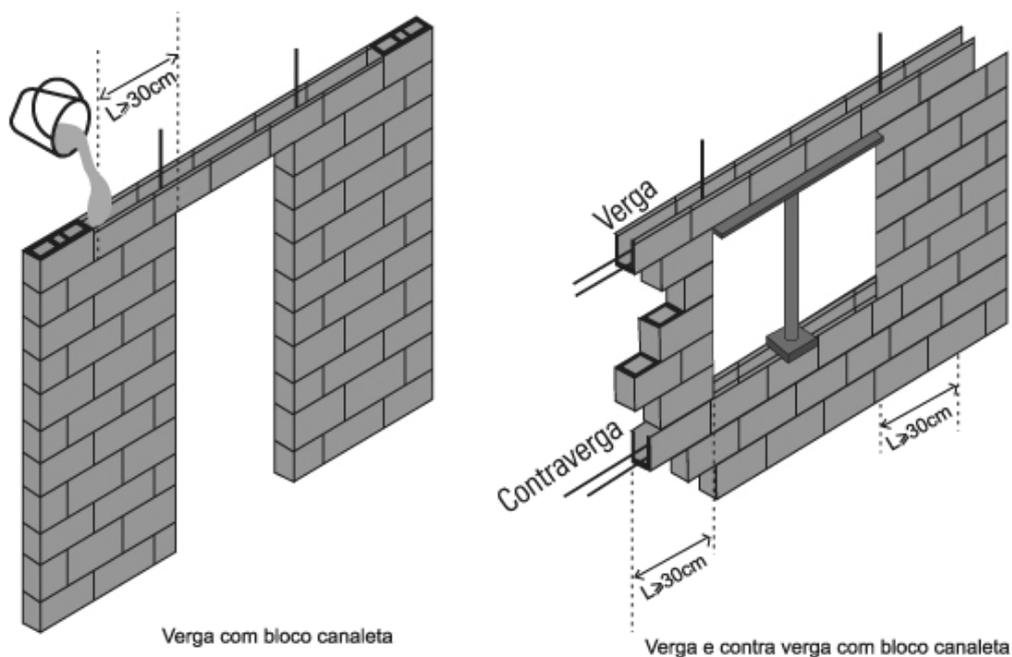


Figura 4.17: Verga e contra-verga com bloco canaleta (Fonte: catálogo Selecta Blocos)

- Assentar blocos até a penúltima fiada e aplicar componentes pré-fabricados de portas.
- Concluída a penúltima fiada, verificar tolerâncias quanto ao prumo, nível, planicidade, alinhamento e espessura das juntas horizontais da alvenaria.
- Assentar as canaletas da última fiada, com a opção de uso de Jotas e Compensadoras, de acordo com o especificado no projeto. Nesta canaleta serão passados 2 ferros corridos, fazendo-se o transpasse para garantir amarração das paredes.

Verificar tolerâncias quanto ao prumo, nível, alinhamento das canaletas da última fiada e aplicar as armaduras e grautes

5. ALVENARIA ESTRUTURAL EM BLOCOS DE CONCRETO NOS EUA

Nos EUA a alvenaria estrutural se desenvolve diferentemente do que no Brasil. Neste capítulo apresenta-se o desenvolvimento e forma de controle americano em obras com estruturas de alvenaria estrutural e sua forma normativa.

5.1 PANORAMA ATUAL AMERICANO

Segundo Chrysler (2011) o controle especial de construções em alvenaria estrutural é necessário para a maioria das obras que utilizam esse sistema nos Estados Unidos. Nos últimos anos, estes requisitos mudaram consideravelmente.

A inspeção especial da alvenaria, como é chamada o controle nos EUA, foi exigida a partir do oeste dos Estados Unidos de varias formas diferentes desde 1940. A edição de 1943 de "Uniform Building Code" (código de Construção Civil) exigia inspeção a não ser que o esforço da alvenaria fosse à metade da sua resistência característica. Porém os projetistas da época usavam dessa regra para reduzir gastos com "Especial Inspection". Na época percebeu-se que dobrando o fator de segurança a capacidade da alvenaria continuava adequada, mesmo enquanto a capacidade da alvenaria não fosse tão alta quanto à projetada. (SAMBLANET, 2011).

Enquanto os métodos de projeto evoluíram, no entanto, os requisitos para o controle especial de alvenaria na construção se tornaram mais comuns. Utilizado apenas como garantia nos projetos.

Em 1994 houve um terremoto em Northridge, Califórnia, que causou danos consideráveis a edificações construídas em Alvenaria Estrutural e expôs defeitos de construção que, provavelmente, teriam sido encontradas durante os procedimentos de controle típico. Como resultado, a "meia-stress", procedimento de projeto que permitia a alvenaria a ser construída sem inspeção, foi posta em dúvida e muitos

apoiaram a exigência de controle especial para todos edifícios de alvenaria estrutural.

Durante os anos seguintes ao terremoto de Northridge, a questão de inspeção de alvenaria foi considerada e debatida dentro do Masonry Standards Joint Committee (MSJC). Depois de muito trabalho, o código de estruturas de 1999 com requisitos para edifícios em alvenaria e especificações para estruturas de alvenaria [MSJC 1999] incluiu requisitos no novo controle para todos os edifícios. Três níveis de garantia de qualidade foram incluídos com base na importância estruturas e com base no método de projeto usado. Estas exigências foram criadas para servir como requisitos mínimos que os projetistas poderiam expandir conforme necessário para uso em seus projetos específicos.

A primeira edição do Código Internacional de Construção [IBC 2000] usou os dispostos MSJC 1999 como base para suas necessidades especiais de controle de estruturas de alvenaria. No entanto, eles foram modificados em uma série de maneira que causou confusão entre os projetistas e os fiscais. O IBC 2000 adicionou e excluiu algumas exigências dos requisitos de garantia qualidade do MSJC, atribuindo tarefas de controle a serem realizadas periodicamente ou continuamente, e algumas estruturas foram isentadas da inspeção completamente. Considerando que a MSJC 1999 teve três níveis de garantia de qualidade (níveis 1, 2 e 3), o IBC 2000 apenas incluiu dois níveis de inspeção especial (Níveis 1 e 2). Mais confuso, os requisitos IBC Nível 1 foram baseados nas disposições do MSJC Nível 2. Da mesma forma o IBC nível 2 foi baseado nas disposições do MSJC Nível 3. Porque muitos estavam confusos e frustrados com estas diferenças, grande esforço foi dado para harmonizar estas disposições nas edições posteriores de ambos os MSJC e o IBC. [Chrysler, 2011]

O IBC contém dois tipos de inspeção: a contínua e periódica. A contínua é autoexplicativa, isto é, o inspetor está presente no projeto em tempo integral enquanto a tarefa está sendo realizada. A Seção 1702 do IBC define inspeção periódica da seguinte forma:

O controle especial, ou inspeção especial, periódico ocorre quando há observação a tempo parcial ou intermitente de trabalho que necessite de controle especial por um fiscal aprovado que estará presente na área onde o trabalho foi ou está sendo realizado e após a conclusão da obra.

Uma dúvida é levantada freqüentemente: como devem ser realizados os controles periódicos? Idealmente, o profissional de projeto deve especificar a freqüência de controle, mas existe a falta dessa orientação, esse tipo de requisito deveria ser freqüente. Além disso, quando uma licença de construção é emitida, uma exigência razoável é esperar que o funcionário da obra ou que os funcionários de fiscalização inspecionem a construção em fases críticas, como imediatamente antes de grautear.

5.2 TENDENCIAS FUTURAS NOS EUA

Tendências Futuras em Requisitos de Controle de Alvenaria, citado por Chrysler (2011), é uma modificação no controle que deixaria de incluir tabelas de controle especial para alvenaria. Fiscais especiais e funcionários da obra serão obrigados a usar as tabelas de Garantia de Qualidade para inspeção da alvenaria, aumentando assim o uso e controle das disposições MSJC.

Para Chrysler (2011) várias pequenas alterações nos requisitos de controle foram incorporados ao MSJC 2011 incluindo novos requisitos para controle de Alvenaria aerada autoclavada de Concreto. Outras revisões podem ser esperadas no futuro para acrescentar exigências de novos materiais e métodos de construção. Caso contrário grandes mudanças nas disposições MSJC são improváveis.

Semelhante ao IBC a MSJC não lista a freqüência adequada para a inspeção periódica. O código MSJC exige documentação de encargos para especificar o nível mínimo de garantia de qualidade que é definido no código. O designer pode exigir garantias de qualidade adicionais ou os requisitos de controle, tais como a mudança de uma tarefa periódica para uma tarefa contínua, mas a freqüência de inspeção periódica não é especificamente definida.

O controle especial na construção de alvenaria estrutural tem se tornado muito mais comum nos EUA, nos últimos anos, como um novo controle com requisitos para a maioria das alvenarias estruturais. Para Chrysler (2011), embora esses requisitos tornaram-se mais consistentes e menos modificados nos últimos anos, alterações adicionais devem ser esperadas para resolver novos tipos de alvenaria, e novas expectativas sobre a construção. Controle especial fornece uma

maneira para ajudar a verificar que a construção é consistente com a intenção do projeto, e, como tal, provavelmente se tornará um aspecto mais comum do processo de construção.

5.3 ENTREGA DE MATERIAIS, ARMAZENAGEM E MANUSEIO

Entrega, armazenamento e manuseio de materiais antes da construção são essenciais para o bom desempenho e a aparência da alvenaria acabada.

Procedimentos inadequados podem resultar em danos físicos para os blocos e acessórios, como a contaminação ou degradação de argamassa e demais ingredientes. Blocos, componentes e materiais de embalagem que estão danificados não podem ser utilizados. Uma análise visual é suficiente para avaliar se o dano ocorreu.

Os materiais cimentícios como argamassa e graute devem ser protegido de chuva e águas subterrâneas. Argamassa, graute embalados e ingredientes devem ser armazenados fora do chão e coberto para evitar a penetração de umidade, deterioração, ou intrusão de materiais estranhos. Materiais embalados devem ser mantidos nas embalagens originais com etiquetas do fabricante intacto e legível. Pacotes quebrados, recipientes abertos, ou pacotes com etiquetas ausentes ou ilegíveis devem ser rejeitados.

Geralmente, os materiais embalados são armazenados em paletes para isolá-los do chão e são cobertas com um material impermeável para evitar que se molhe com chuva ou neve.

Materiais que tenham sido contaminados por substâncias deletérias não devem ser usados porque a ligação entre os blocos e a argamassa pode ser afetada. Em geral, os blocos de alvenaria devem ser entregues e armazenadas para evitar a migração de umidade do solo.

Embora não seja exigido pela especificação MSJC, isolar as unidades de alvenaria e protegê-las das intempéries durante a construção é uma boa prática. Unidades devem ser manuseadas de forma a evitar lascas e quebras. Agregados também devem ser protegidos da chuva, neve, gelo e contra a contaminação de soprar a poeira e no solo (ODM). Diferentes agregados devem ser armazenados em

estoques separados para simplificar a seleção de componentes para lotes subsequentes.

Condições climáticas não devem afetar o desempenho de materiais que são devidamente protegidos. As unidades de alvenaria devidamente armazenadas e cobertas imediatamente após o recebimento devem permanecer em boas condições.

Com relação a superfícies inspeção para receber a alvenaria é necessário que seja fiscalizada as fundações de concreto antes do início dos trabalhos de alvenaria para verificar duas condições: que a construção está dentro das tolerâncias exigidas pela ACI 117 e que buchas de reforço estão posicionados de acordo com os desenhos do projeto. Elementos de apoio devem ser construídos dentro das tolerâncias estabelecidas pela norma (ODM). Fundações de concreto e lajes de tijolos devem ser inspecionados quanto à conformidade com as dimensões de projeto e para a condição correta de superfícies. Outros suportes de alvenaria acima do nível da fundação devem ser inspecionados para local correto. Deficiências devem ser observadas, informadas ao arquiteto / engenheiro, e corrigidas pelo empreiteiro responsável antes do início da elevação da alvenaria. A especificação MSJC não aborda as tolerâncias para as localizações de buchas fundação.

A especificação artigo 3.2 B exige que o contratante de alvenaria remover nata, agregado solto, e outras substâncias deletérias de superfícies fundação que receberá a construção de alvenaria. O objetivo desta exigência é fornecer condições que propiciem a boa ligação entre a alvenaria e fundação.

5.4 CHECK LIST DE INSPEÇÃO

Segundo Chrysler (2011) qualquer programa efetivo de controle de qualidade que inclua inspeção precisa incluir os relatórios necessários para documentar o programa. As seguintes instruções são dadas para ajudar o projetista, o contratante e o fiscal em itens consideráveis no programa de controle.

Muitos desse itens podem ser ignorados para projetos específicos, e podem haver itens aplicados em projetos que não estejam incluídos nestas lista. O check list proposto por Chrysler (2011) será exposto nos próximos itens.

5.4.1 CHECK LIST DO VERIFICADOR (FISCAL)

O check list do verificador devem conter as seguintes verificações.

5.4.1.1 VERIFICAÇÕES PRÉ-CONSTRUÇÃO

Checar os seguintes pontos do Plano de Controle

- Planos aprovados
- Especificações aprovadas
- Ordens de serviço e pedidos de informação
- Os desvios permitidos pelo plano do engenheiro
- Inspeção continua é necessária?
- Quais são os requerimentos de teste do projeto?
- Nomes dos contrantes e dos fornecedores
- Revisão projeto
- São necessários prismas?
- Foram feitos prismas?

5.4.1.2 OBSERVAÇÕES INICIAIS

- Estar de acordo com o projeto
- Espaço de armazenamento para evitar contaminação
- Proteção climática.
- Consistência

5.4.1.3 CHECAR PAINEL DE AMOSTRAGEM PARA:

- Conformidade do material
- Mão de obra
- Conformidade aos detalhes do plano de controle

5.4.1.4 OBSERVAÇÕES PARA INICIO DE ASSENTAMENTO

Para se iniciar o assentamento é necessário algumas observações descritas a seguir.

5.4.1.4.1 Materiais

- Checar o tipo e qualidade do CMU utilizado
- Checar as unidades de blocos de concreto para:
- Conformidade geral aplicável aos padrões do material
- Tamanhos e tipos corretos
- Cura
- Limpeza
- Rigidez
- Checar qualidade das unidades testando espécies e determinar
- É necessário testes em laboratórios?
- São necessários provisões para inspeção especial?
- Checar requerimentos da unidade usada no teste, se aplicável (verificar a resistência da unidade)
- Checar se a estrutura está de acordo com os planos e checar
- Força da alvenaria
- Esforço.

5.4.1.4.2 Condições de projeto

- Checar por separação entre os edifícios
- Checar espessura da parede
- Checar o tamanho do vínculo das vigas
- Checar aço reforçados para
- Tipo e grau
- Tamanho
- Localização e espaçamento
- Amarração
- Folgas

- Deformações
- Necessidade de aço adicional em volta de aberturas
- Colocação dentro de tolerância permitidas.
- Checar os seguintes pontos de conexão:
- Tamanho e localização dos 'Joist anchors' (juntas rígidas)
- Tamanho, localização e numero de parafusos
- Tamanho e localização de pregos
- Localização dos estribos
- Checar colocação das vergas e contra vergas de outros matérias que não sejam alvenaria.

5.5 PROCEDIMENTO EXECUTIVO DA ALVENARIA ESTRUTURAL NOS EUA.

Segundo a TMS 402-11/ACI 530-11/ ASCE 5-11 que regulamenta o procedimento executivo da Alvenaria Estrutural nos EUA as etapas da execução estão descritas a seguir:

5.5.1 PREPARAÇÃO

A preparação do ambiente e dos materiais é a primeira etapa do processo que se inicia pela limpeza da área retirando a nata, agregado solto , limpando o reforço das hastes dos chumbadores removendo lama, óleo e outros materiais que possam afetar negativamente (reduzindo) os vínculos dos blocos com a argamassa e o graute.

5.5.1.1 MOLHAR AS UNIDADES DE ALVENARIA

A não ser que seja requerido não se deve molhar a alvenaria em blocos de concreto, - unidades de alvenaria de concreto aumentam de volume quando molhadas e encolhem ao secar subseqüentes. Fazer cortes molhados são permitido pois a água introduzida durante o corte molhado é localizada e não afeta significativamente o potencial de redução de alvenaria de concreto.

5.5.1.2 MANTER LIMPOS OS VÃO DOS BLOCOS

A continuidade no graute é fundamental para distribuição de tensões uniforme. Um espaço limpo para receber a argamassa é necessário para essa continuidade. Inspeção do fundo do espaço antes de rejuntar ou grautear é fundamental para garantir que é substancialmente limpo e não ter acúmulo de materiais que impeçam a continuidade do graute.

5.5.1.3 REFORÇO POR GRAUTE

Antes de grautear é necessário ter os reforços e vínculos realizados. Pois a perda de vínculo e desalinhamento do reforço pode ocorrer se não for colocado antes de grautear.

5.5.1.4 “CLEANOUTS”

São aberturas na primeira fiada da alvenaria. Conforme Figura 5.1 para cada coluna de graute. O lançamento de graute não pode exceder uma altura de 1,63m.

Cleanouts pode ser construído através da remoção da face exposta do bloco antes do grauteamento da alvenaria.

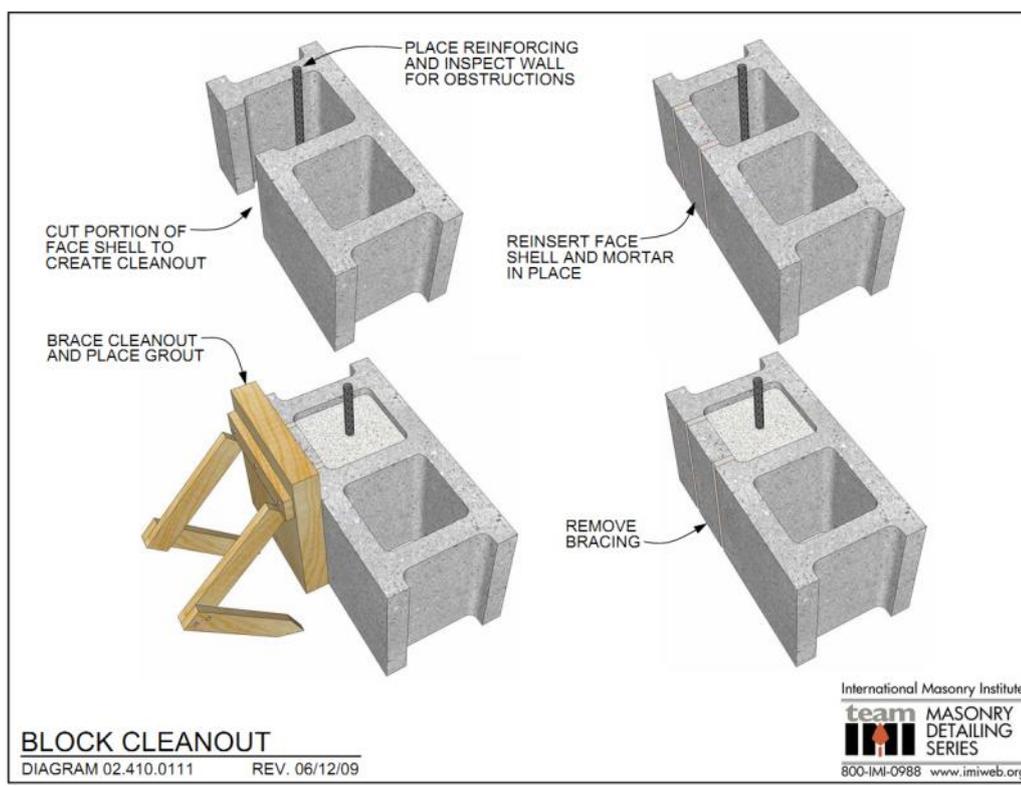


Figura 5.1: Cleanouts (fonte: www.imiweb.org)

O objetivo do cleanouts é permitir que o espaço de rejunte a ser adequadamente limpa antes de rejuntar. Eles também podem ser usados para verificar a colocação de reforço.

5.5.2 ELEVÇÃO DA ALVENARIA

5.5.2.1 PADRÃO DE AMARRAÇÃO

Salvo outra indicação assentar alvenaria de forma como que as juntas verticais não fiquem sobrepostas chamado de “running bond”.

5.5.2.2 ARGAMASSA DE ASSENTAMENTO E BLOCOS

A espessura da argamassa de assentamento deve ter aproximadamente 0,95cm exceto da fundação. Para argamassa da primeira fiada, ligada a fundação é preciso no mínimo 0,64cm e no maximo 1,91 cm.

Isso se aplica a construção de alvenaria em que as unidades suportam seu próprio peso. Fazer dois filetes de argamassa nos blocos é padrão, exceto em locais com detalhes especificados.

Se camadas de argamassa total são necessários para a capacidade estrutural, por exemplo, o especificador deve assim estabelecer, em documentos do projeto.

5.5.2.3 TOLERANCIAS LOCAIS

Tolerâncias são estabelecidas para limitar a excentricidade da carga aplicada e capacidade de carga da construção de alvenaria. As tolerâncias são dadas com base no desempenho estrutural, não na estética.

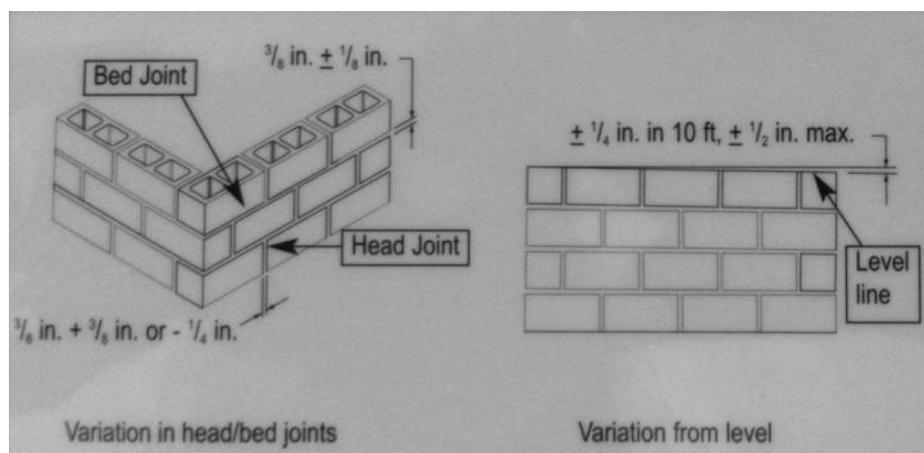
As restantes disposições definir o padrão de qualidade de acabamento e garantir que a estrutura não está sobrecarregado durante a construção.

A Tabela 8 mostra quais os valores das tolerâncias admitidas pela normatização americana.

Tabela 8: Variáveis de controle geométrico na produção da alvenaria

Fator		Tolerância
Junta horizontal	Espessura	$\pm 3,2$ mm
	Nível	$\pm 6,4$ mm em 3,05 m 12,7 mm no máximo
Junta vertical	Espessura	- 6,4 mm + 9,5mm
Alinhamento da parede	Vertical (desaprumo)	$\pm 6,4$ mm em 3,05 m $\pm 9,5$ mm em 6,10 m $\pm 12,7$ mm no máximo
	Horizontal (desalinhamento)	$\pm 6,4$ mm em 3,05 m $\pm 9,5$ mm em 6,10 m $\pm 12,7$ mm no máximo

As Figura 5.2 Figura 5.3 mostram de forma esquemática as tolerâncias permitidas pelo CODE MASTER dos EUA .

**Figura 5.2: Tolerâncias (fonte: Special Inspection for Masonry)**

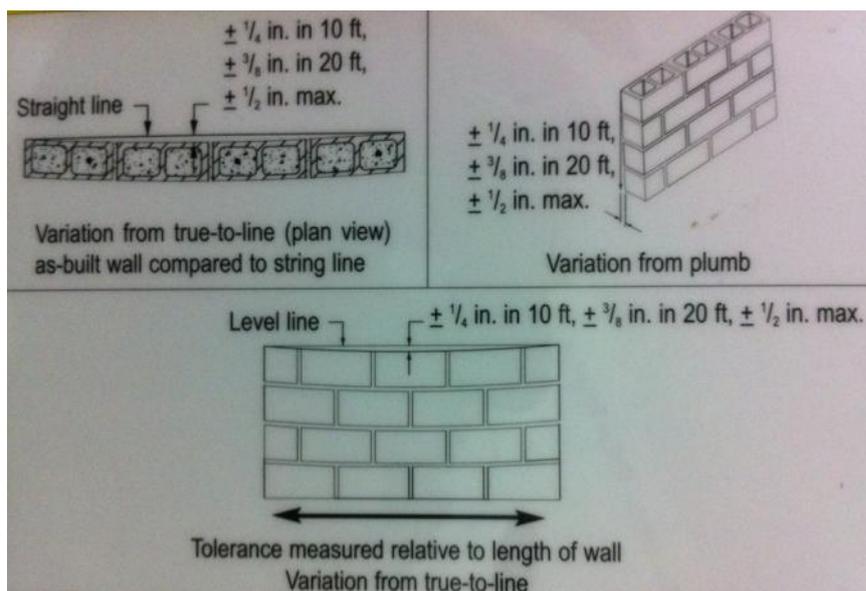


Figura 5.3: Tolerâncias (fonte: Special Inspection for Masonry)

6. ESTUDO COMPARATIVO

Nos estudos comparativos das normas Americana e Brasileira é possível analisar algumas diferenças entre as normas. Observou-se inicialmente que as duas normas exigem que haja um controle das tolerâncias permitidas. Notou-se também que os padrões de deslocabilidade máxima do topo é diferente, e que as quantidades de corpos de prova exigidos pelas normas também se diferenciam. Essas comparações serão dispostas nos item que seguem abaixo.

6.1 TOLERÂNCIA

Construção não é um processo perfeitamente controlável. Variações dimensionais dos componentes, variações de materiais e tolerâncias de execução realizados pela mão de obra devem ser considerados. Cada componente e a execução da construção estão sujeitos a variações dimensionais que devem ser previstas e permitidas tanto na concepção como no processo de construção. Isto deve incluir não só os componentes de alvenaria, mas também a outros sistemas do edifício adjacente à alvenaria, tais como fundações, armações, lajes, e acabamentos. O produto final deve ser integrado com cada fase da construção em curso.

Durante o processo de projeto, tolerâncias para sistemas de construção devem ser detalhadas e identificadas. Estas tolerâncias dimensionais acomodam as variações dimensionais necessárias, e permitem que os diversos sistemas e componentes formem um edifício integrado.

Dimensões de projeto dificilmente são alcançadas milimetricamente na construção. Desvios sempre existirão entre as dimensões especificadas em projeto e as dimensões reais in-loco após o acabamento. Variações ocorrem em tamanhos de unidades de alvenaria perceptível nas dimensões finais das construções que utilizam as unidades de alvenaria. As variações permitidas são chamadas tolerâncias permitidas in-loco. Dimensões construídas dentro da faixa da faixa prevista, ou seja, dimensão de projeto mais ou menos a tolerância permitida, são aceitáveis e podem ser maiores ou menores do que a dimensão de projeto. O conhecimento de cada

conjunto de tolerâncias aplicáveis permite ao projetista antecipar e justificar adequadamente as potenciais variações dimensionais na construção.

O processo de construção é composto por uma série de ações independentes, que devem ser coordenadas para resultar em um produto previsível. Cada faceta da construção final deve adequar com o resto. Janelas devem caber em aberturas; paredes da fundação de concreto devem alinhar com a construção sobrejacente, e um suporte de aço deve estar em nível, prumo e alinhadas com o plano da construção a qual eles sustentam. As equipes que compõe a execução do edifício devem trabalhar para que o trabalho final obedeça as tolerâncias permitidas. Somente através da antecipação requisitos de tolerância a construção concluída pode atender às exigências do projeto. Projetistas precisam ter em mente que a armação estruturais, que ficam escondidos na final construção, são normalmente permitidas tolerâncias maiores do que a alvenaria, que é exposta à vista na construção final.

6.1.1 TOLERÂNCIA DIMENSIONAL

A Tabela 9 abaixo mostra o comparativo dos valores aceitos pelas normas americanas e brasileiras com relação as dimensões da espessura da argamassa e o alinhamento das paredes.

Tabela 9 : Variáveis de controle geométrico na produção da alvenaria EUA versus BRA

Fator		Tolerância Brasileira	Tolerância EUA
Junta horizontal	Espessura	± 3 mm	± 3,2 mm
	Nível	2 mm/m 10 mm no máximo	± 6,4 mm em 3,05 m 12,7 mm no máximo
Junta vertical	Espessura	± 3 mm	- 6,4 mm + 9,5mm
Alinhamento da parede	Vertical (desaprumo)	± 2 mm/m ± 10 mm no máximo por piso ± 25 mm na altura total do edifício	± 6,4 mm em 3,05 m ± 9,5 mm em 6,10 m ± 12,7 mm no maximo
	Horizontal (desalinhamento)	± 2 mm/m ± 10 mm no máximo	± 6,4 mm em 3,05 m ± 9,5 mm em 6,10 m ± 12,7 mm no maximo

A Tabela 10 mostra que, na maioria das vezes, os valores são bem semelhantes. Referente ao desaprumo máximo de edifício no Brasil limita-se ao valor de 25mm contra 12,7 mm nos EUA, sendo nesse quesito o Brasil menos rigoroso que ao EUA

Se compararmos as tolerâncias dimensionais da NBR e as permitidas em uma construtora brasileira observamos a tabela abaixo.

Tabela 10 : Tolerancia dimensional permitida pela construtora brasileira analisada.

ÍTEMS		TOLERÂNCIA
ALVENARIA	Marcação	±5mm
	Prumo de Alvenaria	± 5mm/m
	Planeza	Desvio Máx 5mm no centro da régua de 2m
	Desvio de Esquadro	Máximo de 5mm no comprimento
	Vãos - Abertura Horiz. / Vert.	± 5mm
	Vãos - Posicionamento Horiz. / Vert.	± 5mm
	Verga e contra verga	Visualmente
	Grauth	Visualmente

Pode-se observar que o procedimento da construtora se distingue em algumas especificações, não se adaptando inteiramente as recomendações de norma. Por exemplo, não constam as tolerância na espessura da juntas horizontais e verticais, e em relação aos prumos a NBR 15961-2 recomenda 2mm/m e a organização permite 5mm/m. Uma variação bem significativa. Porem em relação a variação do esquadro a construtora determina 5mm no comprimento e Parsekian (2010) sugere a tolerância de 5mm a cada 10 m, sendo, portanto, compatível um com o outro.

6.2 ENSAIOS

Quando no Brasil são necessários 12 exemplares de prisma por pavimento sendo 6 provas e 6 contra provas (quando utilizado o controle padrão), nos EUA são exigidos apenas 3 prismas para uma área de 465m² de alvenaria. A construtora descreve no seu procedimento de controle apenas 1 ensaio de prisma por pavimento. O que mostra que a construtora necessita se adaptar a essa modificação

da norma que exige que sejam feitos ensaio de prisma por pavimento. A construtora realiza ensaio de blocos por caminhão são 12 blocos por caminhão sendo 6 provas e 6 contra provas. Como era previsto na NBR 8798 (1985). Em relação ao ensaio de prisma a empresa, em seu procedimento de controle, indica prismas com 3 blocos, enquanto a norma indica prismas com apenas 2 blocos. Segundo NBR 15961-2 (2011) “Cada corpo-de-prova é um prisma oco ou cheio, constituído de dois blocos principais sobrepostos, íntegros e isentos de defeitos.”.

Em relação ao ensaio de argamassa a NBR 15961-2 exige que sejam coletados 6 exemplares de cubos argamassa. Porém nos EUA eles dispensam a utilização de ensaios de cubos de argamassa, as C780 não estabelece a resistência a compressão da argamassa através dos ensaios de resistência com cubos ou cilindros de argamassa argumentando que o resultado obtido nesses ensaios é diferente do real, o que estaria relacionado com a porcentagem de água no CP, sua geometria e sua exposição para cura. Nos EUA determina-se então que é mais eficiente a verificação da resistência a compressão da argamassa através dos ensaios de prisma.

6.3 PROCEDIMENTO EXECUTIVO

Comparou-se o procedimento executivo da construtora brasileira analisada (Anexo B) com o procedimento executivo normatizado pela NBR 15961-2. Analisa-se que em relação a marcação da alvenaria o procedimento da empresa é compatível com o procedimento normativo que sugere que os primeiros blocos a serem assentados devem ser os blocos estratégicos (blocos de canto). A construtora exige que seja utilizada cotas acumuladas, conforme NBR 15961-2. Utiliza-se escantilhão para medir os níveis das fiadas de alvenaria e a empresa já se adaptou a nova norma no que diz respeito a concretagem da cinta de respaldo antes de se iniciar a montagem da laje.

A empresa também sugere que se deixem janelas de inspeção na primeira fiada nos locais onde será grauteado para que seja possível inspecionar se a área estará limpa e se o graute atingiu até a primeira fiada. Essa análise mostra que a construtora brasileira analisada seguiu a maioria das mudanças da normatização brasileira a respeito da execução da alvenaria estrutural.

A maior diferença é relativa ao controle da resistência a compressão da alvenaria (ensaio de prisma) que precisa ser revisto no procedimento da construtora.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

É possível concluir através do estudo NBR ABNT 15961-2 Alvenaria Estrutural- Blocos de Concreto - Parte 2 - Execução e Controle que essa Nova norma organiza e esclarece em um mesmo documento os novos procedimentos para execução e controle de obras de alvenaria estrutural no Brasil.

Trazendo novidades que melhoram o processo e o produto Alvenaria Estrutural, com essas novas práticas aperfeiçoadas é possível controlar melhor a execução garantindo um produto de qualidade mais elevada.

A norma americana traz processos de controle diferenciados, com valores de CP reduzidos se comparados com o Brasileiro, sendo menos rígidos que os processos brasileiros de controle. A exemplo da quantidade do CP de prisma que no Brasil são exigidos 6 prismas/ pavimento contra 3 prismas/ 465m² americanos. Porém a qualidade do processo também é alta. Concluiu-se também que o procedimento de controle da construtora brasileira ainda não se adaptou completamente a normatização aprovada em 2011 por descreve em seus procedimentos de controle a realização de ensaio de blocos e de apenas 1 ensaio de prisma por pavimento. Diferenciando consideravelmente do prescrito. Sugere-se que os procedimentos de controle da empresa se adaptem ao normatizado.pois estão de acordo com a NBR 8798 (1985) e a NBR 15961-2 (2011) substitui a mesma.

Em relação aos procedimentos executivos propostos pela construtora brasileira analisada foi constatado que, na maior parte, seguem as mudanças estabelecidas na NBR 15961-2 (2011) se diferenciando apenas em alguns valores das tolerâncias permitidas, a exemplo, enquanto a norma estabelece tolerância máxima de desvio de prumo de 2mm/m a empresa permite 5mm/m.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND. **PRÁTICA RECOMENDADA PR-1.** Alvenaria em Blocos de Concreto- Como Escolher e Controlar a Qualidade dos Blocos. Grupo de Especialistas da ABCP. Recife/PE.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND. **PRÁTICA RECOMENDADA PR-2.** Alvenaria em Blocos de Concreto- Alvenaria: Como Projetar a Modulação. Grupo de Especialistas da ABCP. Recife/PE.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND. **PRÁTICA RECOMENDADA PR-2.** Alvenaria em Blocos de Concreto- Ferramentas para melhorar a Qualidade e a Produtividade da sua obra. Grupo de Especialistas da ABCP. Recife/PE.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND. **PRÁTICA RECOMENDADA PR-4.** Alvenaria em Blocos de Concreto- Execução de Alvenaria- Marcação. Grupo de Especialistas da ABCP. Recife/PE.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND. **PRÁTICA RECOMENDADA PR-5.** Alvenaria em Blocos de Concreto- Execução de Alvenaria- Elevação. Grupo de Especialistas da ABCP. Recife/PE.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA CONSTRUÇÃO INDUSTRIALIZADA – ABCI (1990). **Manual Técnico de Alvenaria.** São Paulo, Ed. Pro Editores.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 8798** - Execução e Controle de Obras de Alvenaria Estrutural de Blocos Vazados de Concreto - novembro, 29p. 1985.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15961-2 Execução e Controle de Obras** - Alvenaria Estrutural - Blocos de Concreto. 2011.

ALEXANDRE, I. F.. FISSURAS EM EMPREENDIMENTOS HABITACIONAIS DE BAIXA RENDA EXECUTADOS EM ALVENARIA ESTRUTURAL: UMA ANÁLISE DE RELAÇÃO DE CAUSA E EFEITO. 2008. Dissertação de mestrado no Programa de Pós-graduação Engenharia Civil da UFRGS. Rio Grande do Sul.

BARBOSA, K. C. **Avaliação experimental do fenômeno de retração em alvenaria de blocos de concreto.** Dissertação de mestrado Universidade Federal de São Carlos. São Carlos. 2005.

BRICK INDUSTRY ASSOCIATION. **TECHNICAL NOTES ON BRICK CONSTRUCTION.** Testing For Engineered Brick Masonry Quality Assurance 39b. 11490 Commerce Park Drive, Reston, Virginia 1988.

GOUVEIA, J.P.; MELO, F.; LOURENÇO, P.B. **Alvenaria Estrutural aplicação a um estudo de caso.** Jornadas Portuguesas De Engenharia De Estruturas. Portugal 2006.

GRIMM, C. T.. Quality Control of Concrete Masonry Compressive Strength. TMS **Journal December 2002.**

OLIVEIRA, E. A. Verificação de Elementos Estruturais em Alvenaria através das Recomendações da NBR 10837 e EUROCODE 6 - 241p. 2001 – Dissertação (Mestrado) - Escola de Engenharia da UFMG, Belo Horizonte.

PARSEKIAN, G. A.; MELO, M. M. **Alvenaria estrutural em blocos cerâmicos : projeto, execução e controle.** 1ª Edição. São Paulo: O Nome da Rosa, 2010. v. 1. 245 p.

RABELO, A. C. N. **Dimensionamento de alvenaria estrutural segundo recomendações do EUROCODE 6.** 2004. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Estruturas) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

RAMALHO, M. A.; CORRÊA, M. R. S. **Projeto de Edifícios de Alvenaria Estrutural.** Ed. 1ª. São Paulo. PINI 184p. 2009.

SOLÓRZANO, P.; GIOVANNI M.. Boletim Técnico: Características e Desempenho De Juntas De Argamassa Na Alvenaria Estrutural De Blocos De Concreto. EPUSP. São Paulo, 1995.

MEDEIROS, J. S.; SABBATINI, F. H.. Boletim Técnico: Alvenaria Estrutural não Armada de Blocos de Concreto: Produção de Componentes e Parâmetros de Projeto. EPUSP. São Paulo, 1993.

TAUIL, C.A.; NESSE, F. J. M.. **Alvenaria estrutural.** Ed. 1. São Paulo. PINI, 2010. 184p.

THE MASONRY SOCIETY. **Masonry Inspection Checklist.** Boulder: 2004.

CHRYSLER, J.; SAMBLANET P. J.. **Special inspection of structural masonry construction - a review of current requirements, upcoming changes, and expected trends in the future.** Minneapolis, EUA, 2011.

ANEXOS

7.1 ANEXO A

Ficha de verificação de serviço utilizada para conferencia de serviços executados.

Obra:								
Locais:								
A - Aprovado / R - Reprovado / NA - Não aplicável								
ALVENARIA	ÍTENS	TOLERÂNCIA	DATA DO INICIO DO SERVIÇO	INSPEÇÃO			RESPONSÁVEL PELA INSPEÇÃO	DATA TERMINO DO SERVIÇO
				A	R	NA		
	Marcação	±5mm						
	Prumo de Alvenaria	± 5mm/m						
	Planeza	Desvio Máx 5mm no centro da régua de 2m						
	Desvio de Esquadro	Máximo de 5mm no comprimento						
	Vãos - Abertura Horiz. / Vert.	± 5mm						
	Vãos - Posicionamento Horiz. / Vert.	± 5mm						
	Verga e contra verga	Visualmente						
	Grauth	Visualmente						
Locais:								
A - Aprovado / R - Reprovado / NA - Não aplicável								
ALVENARIA	ÍTENS	TOLERÂNCIA	DATA DO INICIO DO SERVIÇO	INSPEÇÃO			RESPONSÁVEL PELA INSPEÇÃO	DATA TERMINO DO SERVIÇO
				A	R	NA		
	Marcação	±5mm						
	Prumo de Alvenaria	± 5mm/m						
	Planeza	Desvio Máx 5mm no centro da régua de 2m						
	Desvio de Esquadro	Máximo de 5mm no comprimento						
	Vãos - Abertura Horiz. / Vert.	± 5mm						
	Vãos - Posicionamento Horiz. / Vert.	± 5mm						
	Verga e contra verga	Visualmente						
	Grauth	Visualmente						
Locais:								
A - Aprovado / R - Reprovado / NA - Não aplicável								
DESCRIÇÃO DA NÃO CONFORMIDADE	CORREÇÃO PROPOSTA	REINSPEÇÃO		DATA				
		A	R					

7.2 ANEXO B

Procedimento de execução de serviços, utilizado para direcionar a forma de execução padronizada pela empresa.

1. Documentos de referência

- Projeto de arquitetura;
- Projeto estrutural;
- Projeto paginação (se houver);
- Projeto de instalações hidráulicas;
- Projeto de instalações elétricas;
- Projeto de instalações telefônicas;
- Projeto de fachada, folder de vendas com foto e planta humanizada;
- Reunião de planejamento;
- Detalhes Padronizados 09/06, 01/6A, 01/6B, 09/01A, 09/3A, 09/3B, 09/04, 14/01
- Tabela de kit acabamento para definir posição do terceiro quarto reversível, posição de piscina na cobertura , cozinha americana (fechar) , pontos elétricos e telefônicos.
- NR-18 "Condições e meio ambiente do trabalho na indústria da construção" (norma regulamentadora do Ministério do Trabalho).

2. Materiais, equipamentos e ferramentas

- Blocos cerâmicos ou de concreto;
- Canaletas cerâmicas ou de concreto;
- Argamassa de assentamento;
- Vergas pré-moldadas;
- Haste metálica de diâmetro entre 10 e 16 mm para o adensamento do graute, caso necessário;
- Barras de aço para os reforços, caso necessário;
- Prumo de face;
- Nível de bolha;
- Trena;
- Gabarito ou desempenadeira (pazinha) para aplicação de argamassa;
- Régua de alumínio;
- Esquadro metálico;
- Cavaletes e plataformas;
- Mangueira de nível;
- Concreto para contravergas, cintas e reforços;
- Betoneira para preparação de argamassa;
- Caixote para o acondicionamento da argamassa;
- Linha de náilon;
- Carrinhos;
- Escantilhão graduado;

3. Condições para início do serviço

- Proteção de periferia deve estar instalada na laje, para proteção dos funcionários. FOTO13
- (Item Excluído)

Elaborado / Revisado por:		Análise crítica e aprovação:	
Evandro de Souza Carvalho Gestor Executivo de Planejamento	Data: 23/08/11	Ádila Siqueira Gestora de Qualidade	Data: 23/08/11

- Verificar projeto arquitetônico, foto da obra e planta humanizada quanto aos vãos de janelas. Verificar se posição das janelas do projeto arquitetônico de implantação coincide com a fotografia da fachada (folder de vendas).
- Preferencialmente iniciar a rede de esgoto antes de iniciar a alvenaria.
- Limpar o piso, removendo a poeira, materiais soltos, pregos, pontas de aço sobressalentes e materiais estranhos depositados sobre a laje.
- Levantar as alterações e os kits acabamento de quarto reversível, de pontos elétricos e telefônicos para não haver esquecimentos. Passar por escrito ao mestre e a instaladora da obra.
- As canaletas e contravergas nas janelas e portas, devem obedecer rigorosamente o projeto estrutural.
- Shafts hidráulicos não visitáveis para as prumadas de esgoto e água fria tem suas posições definidas no projeto estrutural, FOTOS 6 e 9.
- As ferragens dos arranques das colunas de graute, caso previstos em projeto estrutural, devem estar posicionadas na laje ou no baldrame (cintamento) e seu comprimento não deve ser superior a altura do operário (aproximadamente 160 cm) que irá assentar os blocos, conforme FOTO 7. As emendas devem ser executadas por transpasse com tamanho de 20 vezes o diâmetro do ferro utilizado.

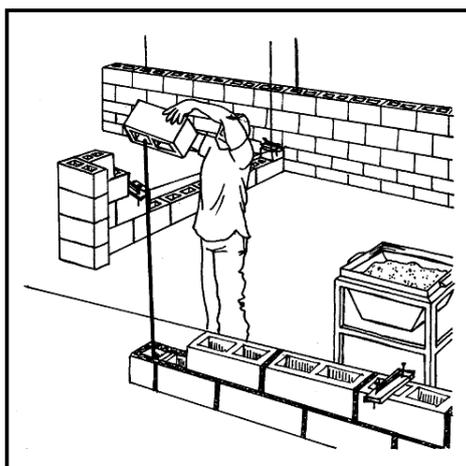


FIGURA 1

4. Método executivo

4.1 Resistência à compressão e espessuras dos blocos estruturais:

- Para blocos cerâmicos com até 5 andares
Espessura 14 cm
FBK = 6,0Mpa
- Nos prédios para blocos de concreto com até 5 andares
Espessura 14 cm
FBK = 4,5 Mpa
- Nas casas de 2 pavimentos
Espessura 11,5 cm
FBK de 3,0 Mpa.

- Para prédios até 5 pavimentos consultar sempre o projeto estrutural, se a resistência a compressão dos blocos estiver diferente da tabela acima, o que vale é o projeto.

- Para prédios acima de cinco andares obrigatoriamente será bloco de concreto. Para as resistências de blocos seguirá projeto específico estrutural onde cada andar possui uma resistência diferente para os blocos.

- Utilizar **de preferência blocos de concreto** com 10 dias de fabricação.

- Para alvenaria com blocos cerâmicos tem que se molhar os blocos antes de utilizar, blocos cerâmicos absorvem muita água e se estiverem secos podem absorver água da argamassa de assentamento reduzindo sua resistência.

4.2 Dimensões dos blocos e pé direito:

- Verificar paginação da alvenaria no projeto estrutural, nesta obtemos todas as dimensões dos blocos (família de 39 ou 29 cm) e o pé direito.

4.3 Argamassas, traços e juntas:

- A espessura ideal para a junta horizontal acabada deve ser aproximadamente 1 cm. Sempre verificar na paginação do projeto estrutural a espessura da argamassa e o pé direito da obra.

- Definição da MRV que no mínimo as juntas verticais da alvenaria externa têm que ser preenchidas.

+ OBSERVAÇÕES
<p>- Os traços deverão obedecer a tabela de traços do PES 34 ou 35 para blocos até 05 pavimentos e casas. Torres (prédios acima de 05 pavimentos) olhar PES 35A.</p> <p>- Resistência da argamassa varia de 70% a 100% da resistência do bloco utilizado no andar. Se a resistência estiver acima de 100%, tecnicamente não tem muita importância.</p>

4.4 Marcação (1ª fiada):

- Consultar no projeto estrutural a marcação de primeira fiada antes de executar o serviço.

- A alvenaria do pavimento térreo só poderá ser marcada após a execução do piso pobre.

- Conferir o nível da laje por meio de uma mangueira de nível tomando como referência o ponto crítico (mais baixo ou mais alto).

- A marcação da alvenaria deve ser iniciada pelos blocos dos cantos externos. FIGURA 2

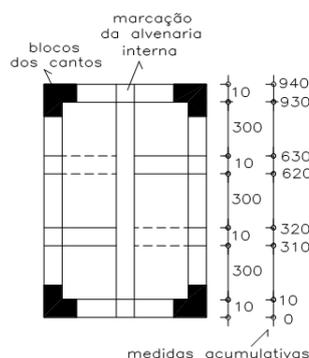


FIGURA 2.

- (Item excluído).

- Executar toda a 1ª fiada da marcação antes de iniciar a elevação da alvenaria, conforme projeto estrutural.

- Seqüência da marcação:

1. Colocar primeiro os blocos dos cantos da laje. Verificar o prumo destes blocos com o andar inferior, FIGURA 2.
2. Executar a 1ª fiada da alvenaria externa utilizando medidas acumuladas, FIGURA 2;
3. Fazer a marcação 1ª fiada da alvenaria interna utilizando medidas acumuladas;
4. Executar a alvenaria interna conferindo esquadro dos cômodos, vãos das portas (com tamanho das suas bonecas);

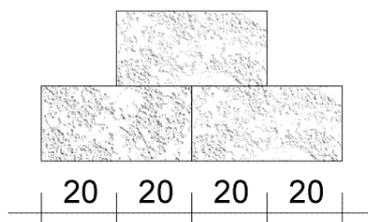
5. Posição dos grauts (blocos concretados).

- O estagiário ou engenheiro deve conferir a marcação da 1ª fiada e preencher a Ficha de Verificação de Serviço (FVS).

4.5 Amarração

- Seguir projeto estrutural, paginação de alvenaria.
- Amarração sempre que possível no eixo do bloco, conforme FIGURA 03.
- Amarração fora do eixo do bloco tende a reduzir a resistência da alvenaria.

FIGURA 3. Amarração correta dos blocos



4.6 Escantilhão:

- Ferramenta que serve para dar nível e prumo nas fiadas de alvenaria. Olhar detalhe padronizado 09/06.
- Colocar os escantilhões após o término da marcação (1ª fiada). O mestre é obrigado a conferir o prumo e o nível dos escantilhões.
 - Asas com até 15 m usar no mínimo 6 escantilhões no andar.
 - Asas com mais de 15 m usar no mínimo 9 escantilhões no andar.

4.7 Vão para marcos (batentes) de porta :

- Consultar projeto estrutural de 1ª e 2ª fiadas, nestes já tem a largura de todos os marcos. Na reunião que o Dep. de Engenharia da MRV faz com o Calculista Estrutural, define previamente junto com o supervisor da cidade se o marco vai ser colocado com massa ou espuma.

4.8 Altura dos marcos (batentes) de porta:

- Consultar projeto estrutural de elevação de alvenaria.

4.9 Execução da elevação da alvenaria:

- Abastecer o pavimento e os locais onde serão executadas as alvenarias com a quantidade e tipos de blocos necessários à execução do serviço, antes dos pedreiros chegarem à obra.
- A partir do segundo pavimento os pedreiros devem utilizar cintos de segurança na execução da alvenaria.
- É recomendado que a argamassa seja aplicada com uma desempenadeira estreita também chamada de pazinha, (FIGURA 4) do seguinte modo: enche-se a desempenadeira de argamassa, raspando-a em seguida, diagonalmente, sobre os blocos. Argamassa que ficar internamente no bloco não tem nenhuma função estrutural, logo, vamos evitar desperdício, FOTO 4.
- Esticar uma linha de náilon entre as galgas do vão, por intermédio de escantilhões devidamente graduados.

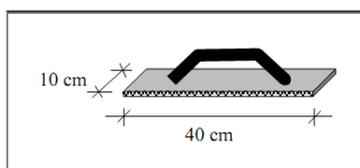


FIGURA 4 – Exemplo de desempenadeira estreita (pazinha) para aplicação da argamassa de assentamento dos blocos

- Limpar as rebarbas da massa de assentamento.
 - O hall de escada deve ser feito simultaneamente com as paredes do apartamento, assentando-se os degraus de escada junto com a alvenaria do hall, como mostra a FOTO 5. **Degrau de escada deve entrar pelo menos 5cm dentro da parede do hall.**
 - **Item excluído.**
 - As interrupções das elevações de alvenaria devem ser em forma de castelo (FIGURA 5 e FOTO10). Não executar bocas de lobo, pois não permitem o perfeito preenchimento da argamassa posteriormente nas juntas, ocasionando fissuras. FIGURA 5 e FOTO 1 .
 - Deve ser verificada a planeza e o nível por meio de uma régua de alumínio. O prumo deve ser medido através de um prumo de face. O desvio máximo aceitável é de 5 mm (FIGURA 6), evitando assim redução na resistência da alvenaria.
 - Deve-se evitar deixar passagens nas alvenarias para facilitar transporte de materiais. Caso seja necessário deixar alguma passagem a mesma deve seguir os critérios definidos no detalhe padronizado 01/6A.
- Na região do guincho não se deve deixar sem executar a alvenaria abaixo da janela com o intuito de facilitar descarga de material. Fazer uma passarela de madeira sobre a alvenaria acima do vão da janela.
- Porém, se for utilizar carrinho especial para transporte de blocos e argamassas, não deve ser executada a alvenaria sob o vão, bem como não deve ser executada a contraverga ou deixada ferragem de espera. Fazer o fechamento, então, de acordo com detalhe padronizado 01/6B.
- Executar a tubulação elétrica embutida nos blocos, simultaneamente com a alvenaria (FOTO7), evitando-se ao máximo a execução de cortes horizontais.
 - As "caixinhas" de elétrica devem ser chumbadas nos blocos (FOTO8) sempre atentando-se para uma folga de cerca de 1,5 cm entre a "caixinha" e a face do bloco no caso de áreas revestidas com azulejo e 0,5 cm em áreas não revestidas com azulejo, o que evitará problemas quando da fixação dos espelhos.
 - Em blocos desnivelados, a alvenaria deve ser iniciada pelo nível mais baixo.
 - A alvenaria do cômodo de lixo deve ser totalmente independente do prédio (parede dupla).

FIGURA 5. Interrupção da elevação da alvenaria, castelo e boca de lobo

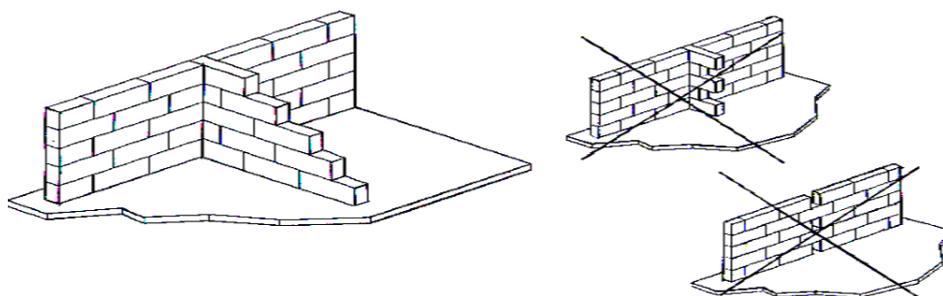
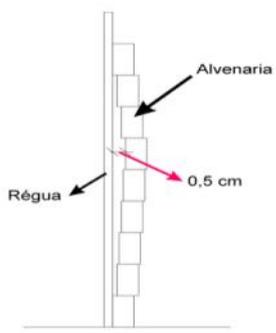


FOTO 1. Boca de Lobo

**ERRADO:**

Uma alvenaria dessa forma não tem nenhum efeito estrutural, pois quando a parede começa a trabalhar com os esforços para quais foram projetadas o bloco vai fissurar e as juntas vão "fotografar" nas paredes, mesmo que sejam "preenchidas" antes da execução do acabamento. Pois quando o preenchimento é feito posteriormente, a argamassa não vai trabalhar da mesma forma se fosse aplicada no assentamento. Fora os problemas estruturais temos a questão de sequência de serviço que será prejudicada.

FIGURA 6. – Desvio máximo aceitável na alvenaria



FOTOS 2 e 3



CORRETO:
O enchimento das vergas e contra-vergas devem ser feitas junto com a execução da alvenaria e não posteriormente. Quando tivermos vergas muito próximas podemos uni-las.



FOTO 4



FOTO 5





FOTOS 6, 7, 8 e 9



FOTO 10. Interrupção de alvenaria em forma de castelo

Foto 11



FOTO 12. Cinta de respaldo concretada antes da colocação da laje pré moldada.

Foto 13. Proteção de periferia

Seqüência de execução:

- 1) Marcão da primeira fiada, item 4.4 deste documento.
- 2) Colocação dos escantilhões.
- 3) Levantar a alvenaria externa até a sexta fiada usando escantilhão.
- 4) Levantar a alvenaria interna até a sexta fiada usando escantilhão.
- 5) Concretar as contravergas.
- 6) Executar da sétima a décima segunda fiada (dependendo do pé direito) externa e interna com o auxílio de cavaletes ou andaimes e usando escantilhão. Não se pode furar a alvenaria para colocar peças 8x8 como andaimes. **FOTO 11**
- 7) Executar a décima terceira fiada que é a cinta de respaldo.
- 8) Concretar a cinta de respaldo antes de colocar a laje pré-moldada. **FOTO 12**

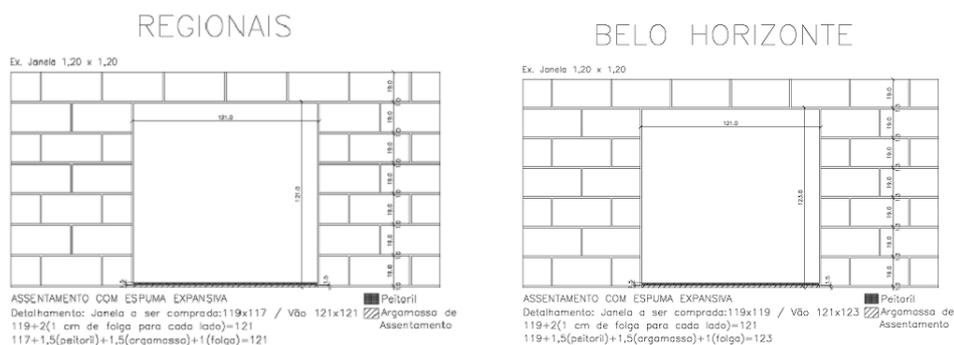
4.10 Vãos de janelas:

- Verificar no projeto estrutural as dimensões dos vãos de janelas.
- Os vãos de janela devem ser posicionados seguindo o alinhamento dos vãos dos pavimentos inferiores, utilizando-se gabarito de madeira quando necessário. Deve-se esticar um fio de prumo para obter o alinhamento correto com os vãos inferiores.
- Segue abaixo o padrão de tamanho dos vãos e janelas da regional BH e demais regionais. Todos estes vãos estão definidos no projeto de elevação de alvenaria do estrutural. Para as janelas, a definição da MRV é que os vãos são para assentamento com espuma.

Vãos de janela				
	Regionais		BH	
Arquitetônico	Vão Regional e Gabarito	Janela a ser comprada Regional	Vão Bh e Gabarito	Janela a ser comprada BH
60x60	61x61	59x57	61x63	59x59
80x80	81x81	79x77	81x83	79x79
100x100	101x101	99x97	101x103	99x99
120x120	121x121	119x117	121x123	119x119
150x120	151x121	149x117	151x123	149x119

Para ilustrar melhor ver exemplo de uma janela com medida nominal do arquitetônico de 120x120 (FIGURA 06)

FIGURA 7. – Exemplo de vãos de janela 120x120



4.11 Contra vergas:

- A contraverga deve ser executada por meio de canaletas cerâmicas ou de concreto. Para o detalhamento da posição, armação e tamanho, seguir projeto de elevação do estrutural. Geralmente tem 30cm a mais que o vão da janela para cada lado.
- O concreto utilizado nas contra vergas deverão ter resistência maior ou igual a 13,5Mpa.

4.12 Vergas:

4.12.1 Portas:

- Serão em canaletas de concreto estrutural ou pré-moldadas c/ resistência 13,5Mpa. Armação conforme projeto estrutural.
- As vergas pré-moldadas de concreto armado devem estar fabricadas antes do início da alvenaria (se for o caso, verificar projeto estrutural).
- Deverá ter apoio de 10 cm de cada lado (a fim de não atrapalhar a tubulação para interruptor), considerando-se sempre a largura do vão e não a medida nominal da porta.

4.12.2 Janelas

- Consultar projeto de elevação do estrutural.
- Comprimento: Consultar projeto de elevação do estrutural.
- Geralmente as vergas de janelas são também as próprias cintas de travamento, com exceção da janela do banheiro.

- Quando for utilizar vergas pré-moldadas, utilizar a forma de madeirit com metalon para confeccioná-las. Não fabricá-las no chão. Detalhe padronizado 09/01A.

Após a concretagem, esperar 24 horas para desformar e, em seguida, limpar e passar desmoldante nas fôrmas.

4.13 Cintas de travamento:

- São executadas em canaletas J nas alvenarias externas exceto na última laje em função da laje solta. Quando necessário nas paredes internas será executado e em canaletas U. Consultar projeto estrutural.
- Observar no projeto estrutural suas posições e armações (linguetos).
- Utilizar ferragem de canto nas cintas para garantir o travamento, em formato em "L".
- Todas as cintas de travamento devem ser concretadas antes do início da forma da laje, FOTOS 2 e 3.
- Nas cintas externas colocar um arame PG 18 a cada 2 metros para futura fixação do andaime, quando a obra for utilizar o balancinho não precisa deixar estes arames.

4.14 Grauteamento dos reforços estruturais

- Reforços estruturais são blocos de concreto ou cerâmico preenchidos com concreto estrutural e na maioria das vezes com ferragem, definidos no projeto estrutural.

- Nos blocos, deve-se adensar o graute à medida que ele vai sendo lançado, em camadas sucessivas de altura da ordem de 40 cm, fazendo com que uma haste metálica de diâmetro entre 10 e 16 mm penetre na camada de modo a atingir o topo da anterior.

O tempo de adensamento / vibração deve ser suficientemente grande para a eliminação de bolhas, e pequeno para evitar a segregação dos materiais.

- Deixar janela de inspeção na 1ª fiada para conferir limpeza e o correto grauteamento dos reforços na vertical.

- As ferragens dos arranques das colunas de graute, caso previstos em projeto estrutural, devem estar posicionados na laje ou no baldrame (cintamento) e seu comprimento não deve ser superior a altura do operário (aproximadamente 160 cm) que irá assentar os blocos, conforme **FOTO 7**. As emendas devem ser executadas por transpasse.

- Traço: Verificar resistência no projeto estrutural, se não constar, usar o PES 36.

4.15 Juntas de dilatação:

- São definidas no projeto estrutural.

- Deverão ter 2 cm de espessura (no mínimo). Colocar isopor no alinhamento das paredes perpendiculares à junta, evitando que caia argamassa entre as duas alvenarias e que elas se unam.

- Na alvenaria da platibanda executar 2 pilaretes separados com isopor.

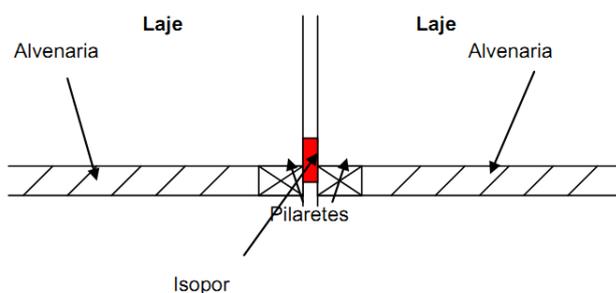


FIGURA 8. Junta de Dilatação

5 Inspeção

Item de inspeção	Método de verificação	Tolerância
Marcação da primeira fiada	Condições para início, traço da argamassa de assentamento, resistência dos blocos, nivelamento, dimensões, prumo, esquadro, amarração e vãos	± 5mm
Execução	Vãos, reforços, vergas, contra-vergas, cintas de travamento, juntas de dilatação e tubulação elétrica, prumo, nivelamento	± 5mm

7.3 ANEXO C

5. Controle tecnológico de blocos estruturais de concreto ou cerâmico.

Deverá ser ensaiado até o penúltimo andar. Romper 6 blocos por caminhão. No caso de obra da CEF, deverá ser realizado também o ensaio de prisma, um por pavimento, que tem por objetivo, estimar a capacidade resistente da parede, levando-se em conta o conjunto argamassa e bloco.

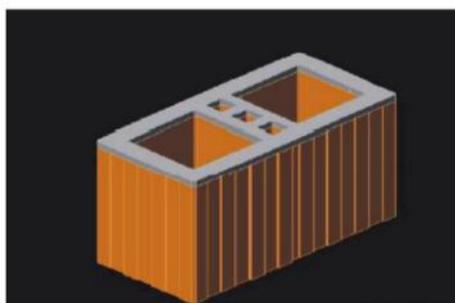
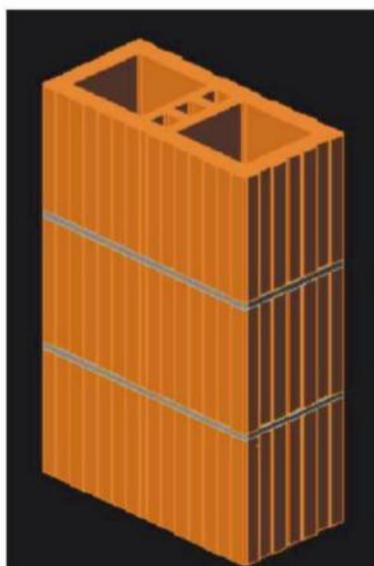


Figura 2 – Bloco com preenchimento total dos septos com argamassa.



6. Controle tecnológico de argamassa industrializada.

Deve-se ensaiar também a argamassa industrializada utilizada principalmente nas fachadas. Há dois ensaios que deverão ser realizados. O de resistência através da moldagem do corpo de prova (fig. a) e o de aderência à tração do revestimento, através da projeção da argamassa na parede (fig. b)

