



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA
ESCOLA POLITÉCNICA
COLEGIADO DO CURSO DE ENGENHARIA CIVIL**

ROBSON DE ALMEIDA SANTOS

**CONTROLE DA QUALIDADE DA EXECUÇÃO DA
ALVENARIA ESTRUTURAL**

Salvador
2010

ROBSON DE ALMEIDA SANTOS

**CONTROLE DA QUALIDADE DA EXECUÇÃO DA
ALVENARIA ESTRUTURAL**

Projeto de TCC apresentada ao Curso de graduação em Engenharia Civil, Escola Politécnica, Universidade Federal da Bahia, como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientador: Emerson de Andrade Marques Ferreira

Salvador
2010

Santos, Robson de Almeida. Controle da Qualidade da Execução da Alvenaria Estrutural. 69 f. 2010. Monografia (Trabalho de Conclusão do Curso) – Escola Politécnica, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2010.

RESUMO

A pesquisa teórica em acervos técnicos do sistema construtivo em alvenaria estrutural e seu controle da qualidade de forma sistemática e detalhada geram fichas de controle de material, passando do recebimento ao seu transporte ao local de aplicação. Com essa pesquisa onde se obtém parâmetros adequados normatizados e sua aplicação em pesquisa de campo em dois empreendimentos, é enfatizados boas práticas ai adotadas além de se analisar formas construtivas inovadoras.

Aborda-se o processo executivo de alvenaria estrutural de forma a tornar o tema de fácil compreensão e detalhado, evidenciando recomendações técnicas vigentes. A sistematização das etapas construtivas, passando pelo recebimento, armazenagem, transporte, execução, controle e aceitação do serviço geram um quadro de controle da qualidade de material e de execução do serviço. Este quadro aplicado aos dois empreendimentos, mostra de forma direta as falhas na aplicação do sistema construtivo, e conseqüentemente, uma possível não aceitação do produto final gerado.

Para a avaliação do controle da qualidade da execução da alvenaria estrutural foi sistematizado os aspectos necessários para este controle, aplicado estas sistematizações e assim apresentados recomendações geradas e verificadas para uma otimização do sistema construtivo.

Palavras chaves: *Alvenaria estrutural, Controle da qualidade, execução, normatização aplicável.*

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	Pg.05
1.1.	Justificativa	Pg.05
1.2.	Objetivo	Pg.06
1.3.	Estrutura Trabalho	Pg.07
2.	REFERENCIAL TÉORICO	Pg.08
2.1.	Aspectos Iniciais	Pg.08
2.2.	Histórico	Pg.09
2.3.	Parâmetro de escolha do sistema	Pg.12
2.4.	Prós e contras do sistema	Pg.15
2.5.	Compatibilizações com instalações	Pg.16
2.6.	Elementos	Pg.18
2.6.1.	Blocos	Pg.18
2.6.2.	Argamassa	Pg.22
2.6.3.	Graute	Pg.23
2.6.4.	Armadura	Pg.24
2.7.	Segurança	Pg.24
2.8.	Ferramenta e Acessórios	Pg.24
2.9.	Execução	Pg.24
2.10.	Controle da qualidade	Pg.28
2.11.	Recomendações Técnicas	Pg.29
3.	METDOLOGIA	Pg.34
3.1.	Modelo de controle da qualidade do material	Pg.35
3.2.	Modelo de controle da qualidade da execução	Pg.37
4.	PESQUISA DE CAMPO	Pg.39
4.1.	Empreendimento A	Pg.39
4.2.	Empreendimento B	Pg.49
5.	ANÁLISES E RESULTADOS	Pg.54
6.	CONCLUSÃO	Pg.57
	REFERENCIAS	Pg.59
	ANEXO	Pg.61
	A – Características dos Blocos de Concreto	Pg.61
	B – Anexos e documentos do Empreendimento A	Pg.62

1. INTRODUÇÃO

Este trabalho evidenciará o processo construtivo Alvenaria Estrutural englobando etapas construtivas de modo a tentar elaborar uma forma sistêmica de seu controle. Evidenciará o processo construtivo analisando as diversas etapas desde o recebimento dos componentes, armazenamento, transporte, execução e seu controle da qualidade.

1.1. *Justificativa*

A elaboração do estudo teve em vista o relevante aumento da utilização do sistema construtivo em alvenaria estrutural. Procurou-se desenvolver uma pesquisa na busca de ampliar o conhecimento sobre o processo construtivo, auferindo ao mesmo uma sistematização do controle da, tornando o processo mais mecanizado.

Evidenciando os fatores que favorecem o crescimento do citado sistema, tais como: a adequação de normas, desatualizadas, para o contexto atual; requalificação de mão de obra, de modo a atender mais eficientemente às necessidades do mercado em ascensão; além de um desenvolvimento tecnológico em relação aos componentes empregados na execução de tal processo construtivo, viabilizando o aprimoramento de suas técnicas.

O processo construtivo de alvenaria estrutural é um dos mais antigos, tendo um maior tempo de uso, porém seu desenvolvimento dar-se no fim do século XIX a meados do século XX. Este processo no Brasil foi mais demorado, sendo difundido devido à necessidade de construções rápidas e de baixo custo devido o incentivo do governo no financiamento para aquisição da casa própria, principalmente, nos conjuntos habitacionais.

Vemos que analogamente ao processo produtivo automotivo, o *Lean Production* (Produção Enxuta), surge o *Lean Construction* (Construção Enxuta) com idéias semelhantes trazendo como princípios: reduzir parcelas de atividades que não agreguem valor ao processo; reduzir variabilidade; reduzir tempo de ciclo, aumentar transparência; focar o controle no processo global. Esses princípios foram bem aceitos no sistema construtivo em questão, já que este reduz parcelas construtivas com cortes em alvenaria para instalações, não

havendo necessidade de formas de pilares e vigas, maior controle do processo, logo menor variabilidade, entre outros.

O crescimento no uso do sistema construtivo ocorre de forma acelerada e continua, sendo um dos fatores importantes para seu desenvolvimento e avanços tecnológicos no setor. Temos um desenvolvimento da indústria produtiva tanto em qualidade de material quanto em quantidade, um aumento em número de cursos especializantes de mão de obra, um aumento e desenvolvimento de laboratórios preparados para executar os ensaios necessários e um avanço das técnicas aplicadas no controle da execução.

A análise da forma executiva empregada nos dois empreendimentos estudados gerou uma discussão sobre alguns pontos das recomendações técnicas. Foram evidenciadas formas construtivas adotadas nesses empreendimentos que geram maior aproveitamento do sistema construtivo. Será visto que em um Empreendimento, utilizou-se de peças pré-moldadas em maior escala, tornando o sistema mais racionalizado, e solucionando restrições ao sistema quanto a dimensões de varandas.

1.2. *Objetivos*

1.2.1. Objetivo Geral

Avaliar de o Controle da Qualidade da Execução da Alvenaria Estrutural.

1.2.2. Objetivos Específicos

- ✚ Sistematizar os aspectos necessários para o controle da qualidade da execução da alvenaria estrutural
- ✚ Aplicar sistematização para controle da qualidade da execução da alvenaria estrutural em pesquisa de campo
- ✚ Apresentar recomendações para controle da qualidade da execução da alvenaria estrutural.

1.3. Estrutura do Trabalho

No primeiro capítulo do trabalho narra-se de forma sucinta aspectos desenvolvidos no trabalho. Consequente expõe-se a justificativa para tal estudo, objetivos do mesmo e uma visão preliminar de cada capítulo.

No capítulo seguinte fez-se um breve retrospecto histórico, trazendo informações sobre as primárias construções em alvenaria estrutural. Além de um estudo preliminar sobre tendências de mercado e escolha do sistema construtivo, de forma a viabilizar o uso do processo construtivo. Este demonstrará, passo a passo, as etapas executivas, materiais a serem empregados, além de como proceder para obter o controle da qualidade do mesmo. Apresentam-se também as recomendações técnicas normativas e cíveis do controle da qualidade da execução da alvenaria estrutural.

No terceiro capítulo encontra-se exposto de forma sistêmica o modelo de roteiro para o controle da qualidade da execução da alvenaria estrutural atendendo aos requisitos. O modelo é composto de diversas etapas, e seus controles da qualidade com parâmetros técnicos adequados ao processo construtivo da execução alvenaria estrutural, incluindo outros processos envolventes de modo direto.

No capítulo quatro foi explícito uma análise crítica da aplicação do modelo de roteiro do controle da qualidade nos dois empreendimentos em que foram realizados os estudos de campo, focando aspectos inerentes ao processo executivo em conformação com as normas técnicas.

No sexto e último capítulo faz-se um apanhado geral dos resultados obtidos da aplicação do modelo de roteiro junto aos empreendimentos de pesquisa, salientando as técnicas construtivas que auxiliam e dão um maior retorno em sua adoção na execução do processo construtivo em alvenaria estrutural.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. Aspectos Iniciais

Alguns fatores influenciam na tomada de decisão na escolha do sistema estrutural mais adequado, como pode ser visto no *Quadro 1*. Há uma tendência, devido ao mercado, de acordo com os índices abaixo apresentados de se buscar inovações, e um sistema mais racional. Verifica-se esse estímulo com a procura de sistemas que dê maior produtividade, qualidade, e um menor custo, mostrando um induzimento à industrialização e conseqüentemente racionalização.

Quadro 1 – Pontos para tomada de decisão (fonte: Comunidade da construção 2008).

Tomada de Decisão			
Brasil	2006	2007	2008
Cultura da empresa	27,00%	20,00%	10,00%
Projetista	17,00%	11,00%	6,00%
Cliente	3,00%	5,00%	1,00%
Inovação	8,00%	4,00%	1,00%
Custo	29,00%	29,00%	36,00%
Tipo de estrutura	16,00%	3,00%	--
Qualidade	--	17,00%	20,00%
Produtividade	--	11,00%	25,00%
Total	100,00%	100,00%	100,00%

A alvenaria estrutural vem evoluindo (*Quadro 02*) e crescendo seu uso significativamente nos últimos anos, chegando, em algumas regiões, ao mesmo percentual que o concreto armado (método construtivo usual). Essa disposição do mercado e sua motivação de crescimento levam a este estudo do sistema construtivo alvenaria estrutural.

Serão mostrados alguns aspectos do citado sistema construtivo, aspectos para viabilização do sistema, assim como vantagens e desvantagens, evolução histórica, controle dos materiais a ser usados no processo além das etapas da execução. Explorarão os componentes, forma de recebimento e armazenagem, segurança, ferramentas e acessórios utilizados, serviços preliminares e a execução de fato do sistema construtivo em alvenaria estrutural em blocos vazados de concreto.

Quadro 2 – Evolução nos sistemas construtivos (fonte: Comunidade da construção, 2008)

Tipo de Estrutura	Nordeste	C.Oeste	Sul	RJ	SP	MG	Média
Alvenaria estrutural - 2006	6,00%	7,00%	16,00%	15,00%	27,00%	20,00%	13,00%
Alvenaria estrutural - 2007	10,00%	2,00%	26,00%	2,00%	29,00%	13,00%	12,00%
Alvenaria estrutural - 2008	13,00%	10,00%	40,00%	10,00%	38,00%	38,00%	20,00%
Concreto Armado - 2006	84,00%	81,00%	68,00%	44,00%	73,00%	76,00%	73,00%
Concreto Armado - 2007	84,00%	88,00%	61,00%	47,00%	66,00%	81,00%	75,00%
Concreto Armado - 2008	79,00%	90,00%	40,00%	47,00%	53,00%	59,00%	68,00%
Concreto Protendido - 2006	9,00%	11,00%	16,00%	41,00%	0,00%	4,00%	14,00%
Concreto Protendido - 2007	5,00%	10,00%	13,00%	50,00%	0,00%	6,00%	12,00%
Concreto Protendido - 2008	7,00%	0,00%	20,00%	41,00%	2,00%	3,00%	9,00%
Estrutura Metálica - 2006	1,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Estrutura Metálica - 2007	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Estrutura Metálica - 2008	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Pré-Fabricado - 2006	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Pré-Fabricado - 2007	1,00%	0,00%	0,00%	0,00%	6,00%	0,00%	1,00%
Pré-Fabricado - 2008	2,00%	0,00%	0,00%	2,00%	0,00%	0,00%	1,00%
Parede de Concreto - 2006	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Parede de Concreto - 2007	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Parede de Concreto - 2008	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	8,00%	0,00%	1,00%

2.2. HISTÓRICO

O sistema construtivo Alvenaria Estrutural vem sendo usado há muitos anos, considerado o mais antigo. Tem-se constatado seu uso desde a antiguidade com inúmeros marcos em diversas localidades. Sua utilização está ligada “... a transmissão de tensões de compressão” (RAMALHO e CORRÊA, 2008). A alvenaria estrutural é a união de componentes tornando elementos de estrutura suficientemente elaborados. Estes elementos de estruturas resistem a efeitos de compressão e de tração. Para uma maior resistência dos efeitos de tração e inserido armaduras e graute. Quando há necessidade de inserção de armaduras esta estrutura é dita do tipo armada. “*Estrutura de alvenaria nas quais são dispostas armaduras ao longo do componente estrutural, constituindo um todo solidário com os elementos de alvenaria para resistir os esforços calculados*” (ABNT,2010). Já as estruturas de alvenaria não armada, são estruturas “... nas quais as armaduras têm finalidade construtiva e de amarração, não sendo estas consideradas na absorção dos esforços calculados” (ABNT,2010).

As Pirâmides de Guizê (Figura 01) é um grande marco da alvenaria estrutural, tem grande destaque devido a sua imponência. Construída em 2600

A.C. e com uma altura aproximadamente de 147 m foi construída com a superposição de blocos de pedra.

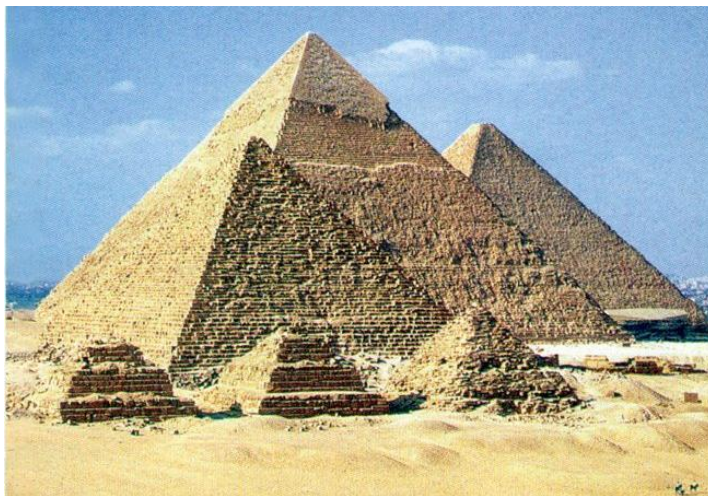


Figura 1 - Pirâmides de Guizé. (Fonte:GOOGLE, 2010)

Outro marco importante é o Farol de Alexandria com 134 m, construído em 280 A.C., e que teve sua destruição no século XIV devido a um terremoto. Outros marcos importantes são a Catedral de Reims e o Coliseu (*Figura 02*).



Figura 2 - Farol de Alexandria, Catedral de Reims e Coliseu. (Fonte:GOOGLE, 2010)

Da atualidade temo-se o Edifício Monadnock mostrada na *Figura 03*, construído em Chicago em 1891, com 16 pavimentos, porém, com métodos ainda empíricos e com espessuras de parede de até 1,80 m.



Figura 3 - Edifício Monadnock. (Fonte:GOOGLE, 2010)

O edifício mais alto na atualidade é o Hotel Excalibur em Las Vegas, com 28 pavimentos e com blocos de concreto com resistência, aproximadamente, de 24MPa, de grande magnitude como se verifica na *Figura 04*.



Figura 4 - Hotel Excalibur. (Fonte:GOOGLE, 2010)

A alvenaria estrutural é utilizada no Brasil desde a época da chegada e dos portugueses no século XVI, sendo utilizado de forma não elaborada, levando um bom tempo para que isso ocorresse. Os primeiros edifícios em alvenaria estrutural de bloco de concreto vazado com certa elaboração tiveram seu início no Brasil em meados do

século XX, mais precisamente com edificações baixas (com quatro pavimentos) em 1966 em São Paulo. Já em 1971 é elevada a altura das edificações com o Condomínio Central Parque Lapa onde era formada por quatro torres de 12 pavimentos em alvenaria armada. Surgindo em seguida o Edf. Muriti, em São José dos Campos, com 16 pavimentos.

O sistema construtivo acaba tendo um maior enfoque em edificações de baixa renda, com um grande aumento do investimento do governo federal em financiamentos, e propagação de residências. Depois de um desaquecimento da utilização do antigo sistema, esse sistema ganha grande impulso decorrente a estabilidade econômica e com a procura de formas construtivas mais racionalizadas e enxutas.

O aquecimento do mercado levou ao surgimento de novos fornecedores de material, sendo que o sistema construtivo de alvenaria estrutural não armada e de blocos vazados é a mais visado devido seu menor custo, maior facilidade de execução e maior disposição de mão de obra e de material. Além de uma normatização mais atualizada e abrangente em relação aos processos construtivos de alvenaria estrutural armada, e com outros blocos.

2.3. PARÂMETRO PARA ESCOLHA DO SISTEMA

Em primeira estância se pergunta por que mudar o sistema construtivo usual para outro? Em alvenaria estrutural tal escolha só ocorre por se prever uma redução de custos. E essas reduções em edificações de múltiplas unidades em condições ideais vão de 7% a 10%, já em casos que necessite transição de sistemas estruturais esse número cai para 3% a 5% (PUGA, 2010). Deve-se ressaltar que sistemas não usuais são mais questionados pela sociedade o que gera maior desconforto nas vendas de unidades.

Para condição ideal de alvenaria estrutural existem cinco pontos importantes a serem vistos para economia e otimização do sistema.

Alvenaria deve sair direto do nível do solo (Figura 05): com isso evita-se o surgimento de outros elementos estruturais, como as vigas de transição que elevam os custos do sistema.

Evitar peças de concreto armado na alvenaria: grandes quantidades dessas



Figura 5 – Alvenaria no nível do solo (fonte:GOOGLE,2010)

peças que possuem características diferentes da alvenaria elevam os custos, com um maior consumo de aço e concreto, além da necessidade de uma maior mão de obra para sua execução, que é diferente da usada no sistema de alvenaria estrutural já em vigência. Logo se deve prever o uso de blocos especiais para evitar o uso de concreto armado.

Alinhamento de paredes para prédios altos (Figura06): no mesmo sentido em que a alvenaria vai se elevando os custos se elevam também, pois, existe uma maior interação de efeitos externos (vento), solicitando a estrutura à tração, o que elevará o consumo de aço e de concreto. Segundo Puga, 2008 o alinhamento de parede contribui para maior estabilidade global da edificação conforme visto nas paredes 1, 2, 3 e 4 da Figura 06.

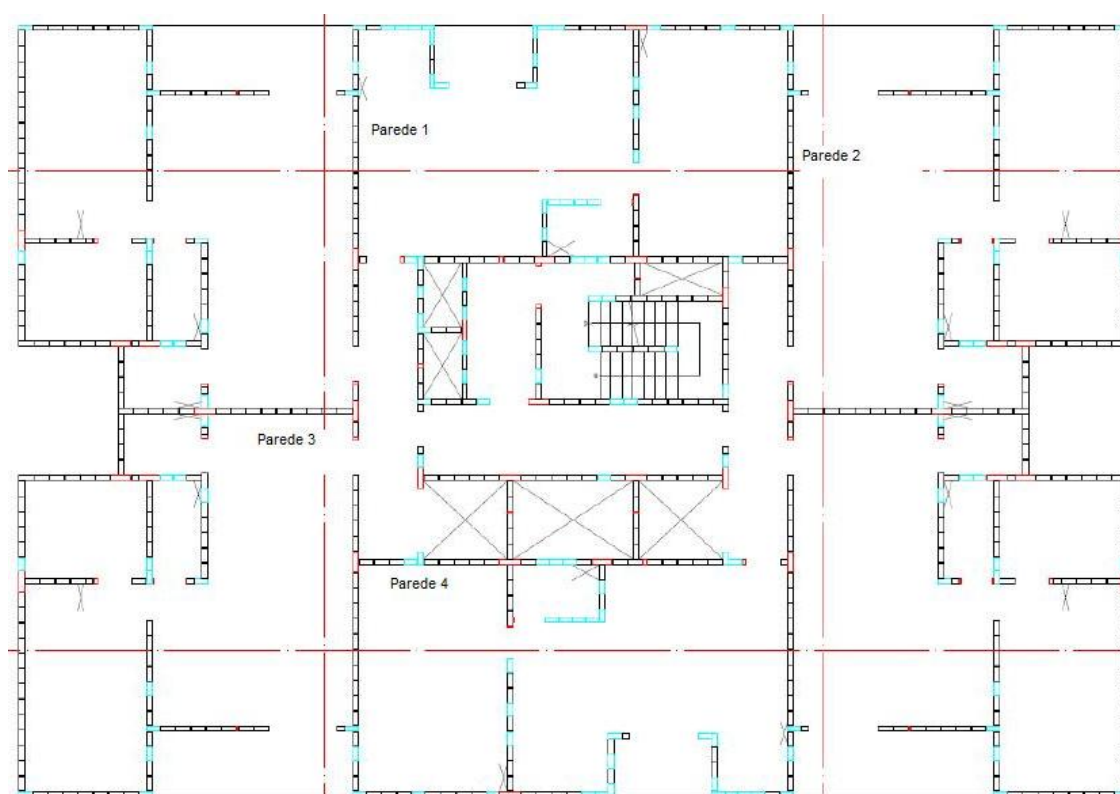


Figura 6 – Planta Baixa com alinhamento de paredes. (Puga,2008).

Edifício de garagens fora da projeção do prédio (Figura 07): de modo que evite possibilidade de transições de sistemas estruturas, aumentando assim o consumo de concreto armado. Essa atitude

permitirá uma maior economia e otimização do sistema construtivo em alvenaria estrutural.

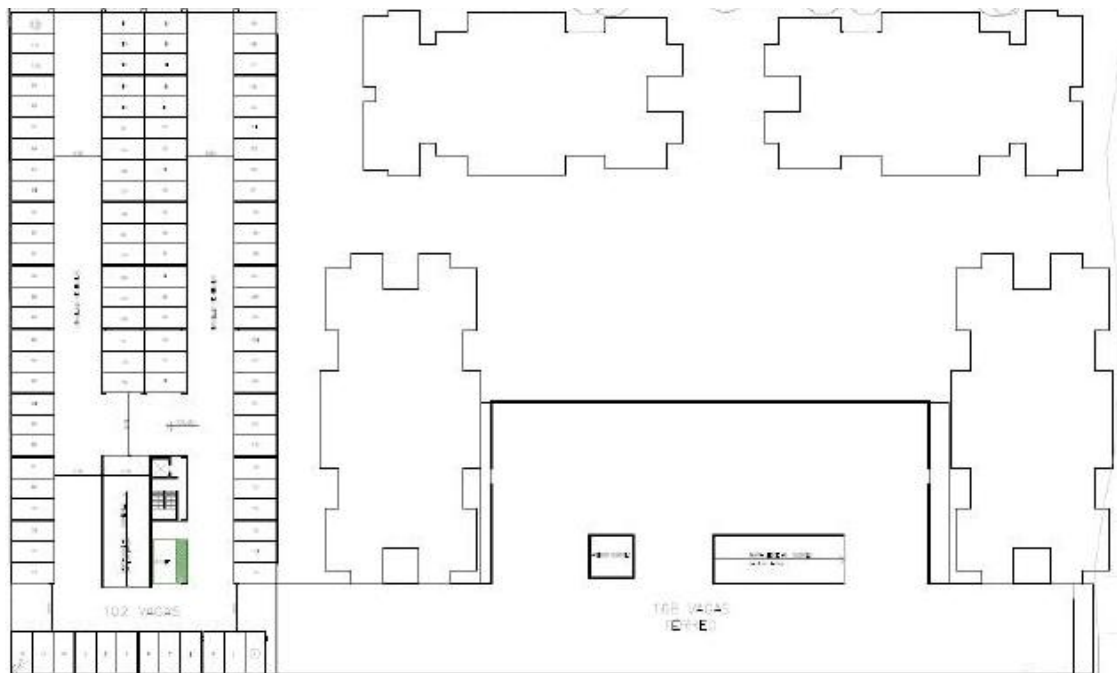


Figura 7 – Edifícios garagens fora da projeção da torre (Fonte: PUGA, 2008).

Altura ótima de 15 a 16 pavimentos: como comentado anteriormente, edifício mais alto necessita de maior consumo de aço e concreto. Tal evento pode ser superado com a mesclagem de blocos de espessura maior e de resistências maiores, porém tal uso de itens diferenciados levará a um tempo maior de execução e valores mais elevados em relação à forma usual, o que poderá tornar inviável o sistema construtivo.

Para edificações usuais, existem alguns aspectos que devem ser analisados para possibilitar a escolha do sistema construtivo em estudo. Como comentado, a altura da edificação pode inviabilizar a adoção do sistema por elevar custos, com o aumento do consumo de graute, concreto, aço e mão de obra. Pela análise de Ramalho e Corrêa (2008) a altura ideal em edificações usuais seria de no máximo 16 pavimentos, enquanto Manzione (2007) afirma que o ideal é ter edificações em torno de 15 pavimentos.

Outro parâmetro a se considerar é o arranjo arquitetônico que leva em consideração a densidade de alvenaria m/m^2 de alvenaria. Um valor razoável é de 0,5 a 0,7 m de alvenaria por m^2 de pavimento. (PUGA, 2010). Esse índice levará a uma boa estabilidade global da estrutura, provendo assim uma menor necessidade de outras

formas de alcançar essa estabilidade. Dessa forma uma compatibilização entre projetos arquitetônicos e estruturais devem ocorrer de modo a conseguir esse arranjo arquitetônico.

Deve-se considerar também o tipo de uso, onde se prefere edificações com vãos pequenos e com pouca flexibilidade em seu uso, devido à impossibilidade de retirada de paredes. Logo, isso torna mais difícil o uso do sistema em edifício comercial ou residencial de alto padrão que possui maiores vãos.

2.4. PRÓS E CONTRAS DO SISTEMA

Existem pontos positivos que levará a uma maior racionalização do sistema construtivo, conforme apresentado a seguir.

- ✓ **Economia de fôrma e de mão de obra especializada** onde as mesmas se limitam basicamente a concretagem das lajes e elevação da alvenaria. Essas fôrmas são lisas e de fácil montagem diminuindo, assim, o número de armador e carpinteiro, com isso a quantidade de profissionais é reduzida significativamente.
- ✓ **Redução do Revestimento:** com o controle do levante e dos blocos de assentamentos, a massa única tem espessura menor que a usual, já o reboco é eliminado, podendo a cerâmica ser assentada diretamente na superfície do bloco. O assentamento do revestimento cerâmico, direto no bloco, já vem sendo adotado até em fachadas de edificações em São Paulo (PUGA, 2010), porém ainda existe um receio que neste uso em fachada possa ocorrer o destacamento do revestimento cerâmico. Outra observação importante é que há uma redução da espessura das paredes com a diminuição de revestimento, o que pode aumentar o desconforto térmico e acústico entre ambientes diferentes.
- ✓ **Redução de material e eliminação do retrabalho:** como a estrutura não permite intervenções posteriores não poderá vir ocorrer rasgos na alvenaria para instalações elétricas e hidráulicas. No sistema de alvenaria de vedação, após sua elevação executam-se rasgos, e posteriormente seu fechamento gera uma maior perda de material e um retrabalho.
- ✓ **Menor tempo de execução** no sistema de alvenaria estrutural, pois, não ocorre à espera da cura do concreto, da desfôrma e da retirada do

escoramento como na estrutura convencional, além da eliminação de outros serviços já mencionados.

Como limitação do sistema construtivo, que podem levar à inviabilização da adoção da alvenaria estrutural, pode-se citar os pontos a seguir.

- ✓ **Flexibilidade de layout** só ocorre nas previstas em projeto, já que, há uma impossibilidade de eliminação de paredes estruturais em qualquer momento. É necessária a previsão da possibilidade de eliminação de algumas paredes que deverão ser só de vedação, além de informação e conscientização dos futuros proprietários sobre a impossibilidade de eliminação das alvenarias. Tem-se também balanços relativamente pequenos quando comparado com sistema construtivo usual.
- ✓ **Interferência com instalações** o que gerará um maior estudo e controle dessas. Deve-se prever shafts e acesso para manutenção, de forma a não se necessitar cortes em não previstos em projeto.
- ✓ **Qualificação Técnica** – mercado possui mão de obra qualificada escassa, o que onera o empregador ter que qualificar profissional dos executores e fiscais do sistema construtivo em alvenaria estrutural.

Deve-se fazer uma análise ampla na escolha de qualquer sistema construtivo para que se possa escolher a melhor opção. O sistema construtivo de alvenaria estrutural possibilita uma considerável economia em condições ideais, contudo sua escolha gera uma forma de pensar em construir com uma racionalização imposta tornando as etapas mais controladas.

2.5. COMPATIBILIZAÇÃO COM INSTALAÇÕES

Parte de grande importância diz respeito à compatibilização de projetos, o qual evitará rasgos em blocos para as instalações, conforme *Figura 08*. Tal ação torna a estrutura mais econômica, a partir do momento que não existe ré-trabalho e o desperdício, o maior consumo de material e de mão de obra, e que a estrutura permanece com sua seção resistente intocada.

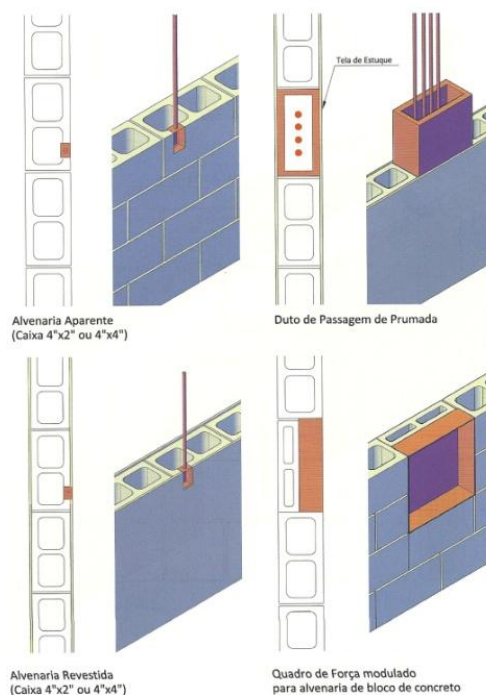


Figura 8 - Compatibilização instalação elétrica. (fonte:TAUIL,2010)

Para as instalações hidráulicas, podem ser previstas algumas formas de passagem de dutos de forma a não termos os inconvenientes anteriormente citados.

- ❖ Passagem da tubulação nos furos dos blocos que não serão grauteados;
- ❖ Variação de espessura de parede de modo à passagem de tubulação por esse desnível e posterior nivelamento;
- ❖ Caso possível, emprego de tubulação aparente;
- ❖ Utilização de blocos com pré-embutimentos de acessórios;
- ❖ Utilização de shafts;

Nota-se que a melhor opção seria a construção de Shafts, pois este não interfere na estrutura. Caso em projeto já se tenha locado banheiros e cozinhas próximos, pode se utilizar um shaft para passagem de tubulação de ambos ambientes, otimizando seu uso.

Já para as instalações elétricas pode-se ter as mesmas análises. Deve-se prever passagem de eletrodutos nos vazados dos blocos e instalar previamente módulos para os interruptores e tomadas para posterior assentamento dos blocos. O quadro de distribuição, já previsto em projeto, deverá ter dimensão de forma a não ter cortes na alvenaria, que será reforçada em torno do quadro.

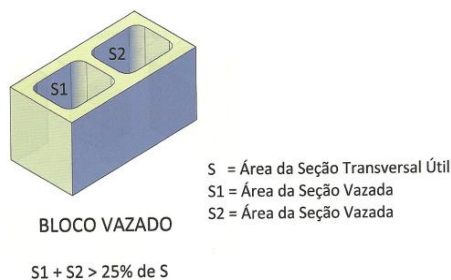
2.6. Elementos

“Parte elementar da obra, constituído por material natural ou de fabricação industrial.” (ABNT, 2010)

Alvenaria estrutural é o conjunto de peças justapostas colocada em sua interface uma argamassa apropriada formando um elemento vertical coeso. A parede formada é chamada portante, pois compõe a estrutura da edificação suportando a carga nela aplicada. Para maior coesão e aumento de seu suporte é aplicada armação e graute em pontos pré-determinado. A seguir apresentado detalhadamente a especificação e função de cada elemento da alvenaria estrutural.

2.6.1. BLOCOS

Os blocos podem ser industrializados ou produzidos em canteiro de obra, porém, se sua produção for ao canteiro de obra poderá tornar o produto mais caro, pois, esse



processo fornecerá um valor de resistência (F_{bk}) menor que os obtidos nas indústrias. Isso ocorre devido ao F_{bk} ser calculado como uma média de amostras de um determinado lote, possuindo essas amostras uma maior variação dos valores

Figura 9 - Bloco Concreto (fonte: TAUIL, 2010)

quando a produção se dá no canteiro de obra.

Os blocos de concreto vazados (Figura 09) possuem sua área líquida menor que 75% de sua área bruta. Existindo as seguintes famílias de bloco (TAUIL E NESSE, 2010):

14x39 (Figura 10 (a)) com os blocos 14x19x39, o 14x19x19, o 14x19x54, o 14x19x34, os blocos Jotas, os Blocos Canaletas e os blocos compensadores de 14x19x9 e 14x19x4 dando modulação de 05 cm em 05 cm.

19x39 (Figura 10 (b)) com os blocos 19x19x39, o 19x19x19, os blocos Jotas, os Blocos Canaletas e os blocos compensadores de 19x19x9 e 19x19x4, dando modulação de 5c em 5cm;

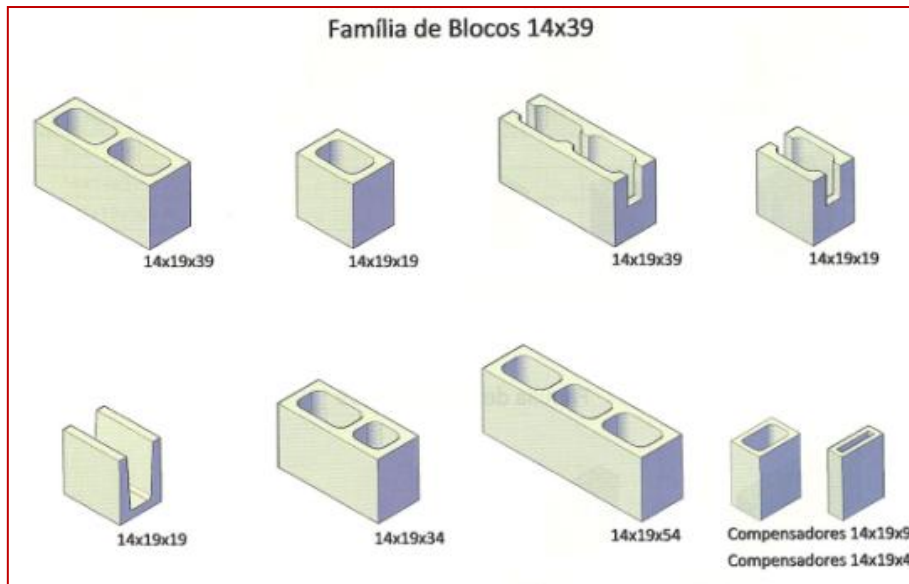


Figura 10 (a) - Famílias de Bloco

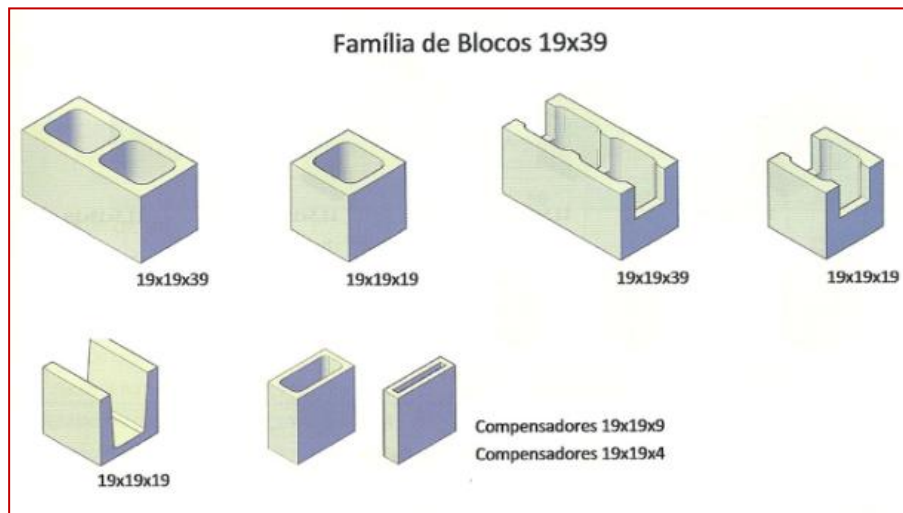


Figura 11 (b) - Famílias de Bloco

14x29 (Figura 11(a)) com os blocos 14x19x29, o 14x19x14, o 14x19x44 e os Blocos canaletas.

11,5x39 (Figura 11 (b)) com os blocos 11,5x19x39, o 11,5x19x19, o 11,5x19x36,5, o 14x19x34, os Blocos Canaletas e os blocos compensadores de 11,5x19x9 e 11,5x19x4, dando modulação de 5cm em 5cm.

11,5x24 (Figura 12) com os blocos 11,5x19x24, o 11,5x19x11,5 e o bloco canaleta.

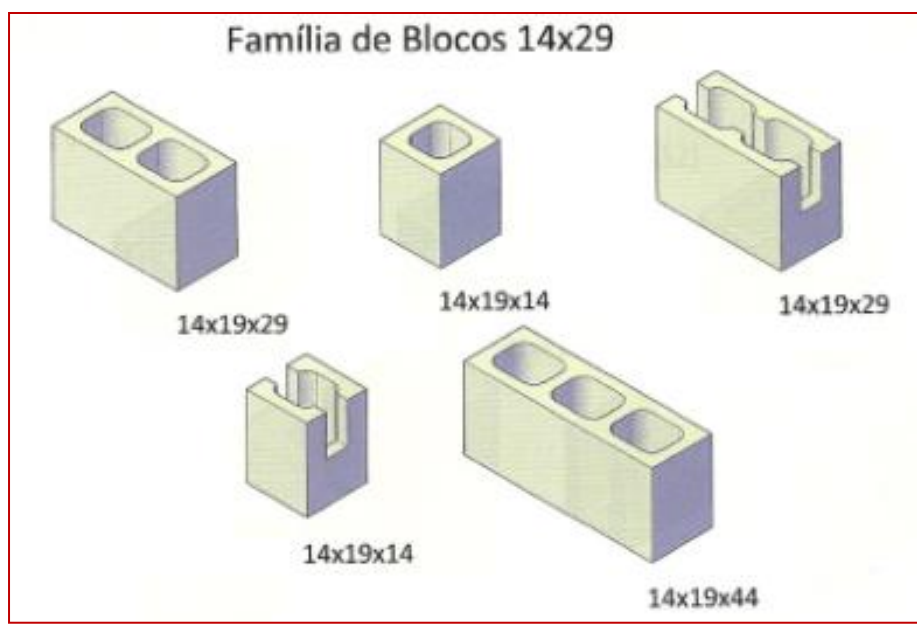


Figura 12 (a) - Famílias de Bloco

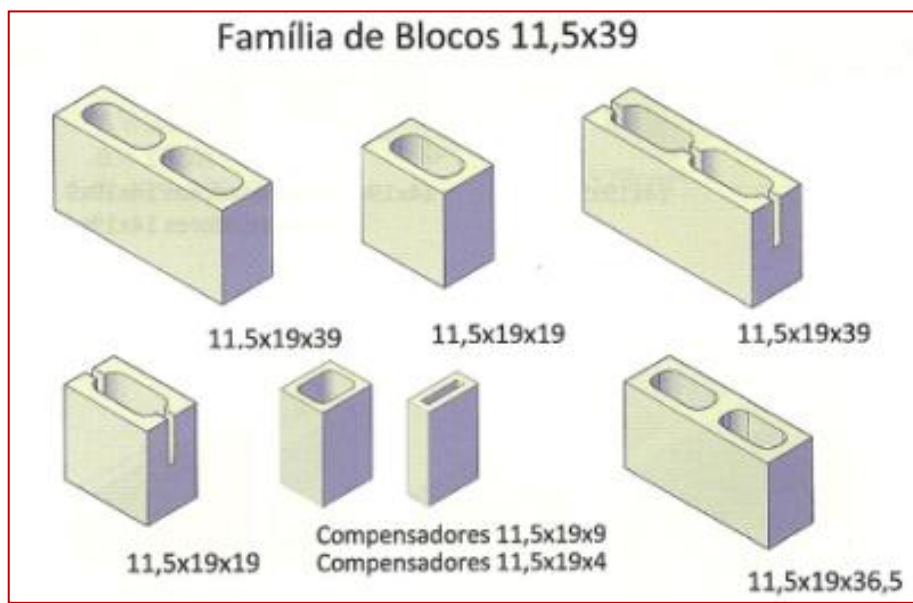


Figura 13 (b) - Famílias de Bloco

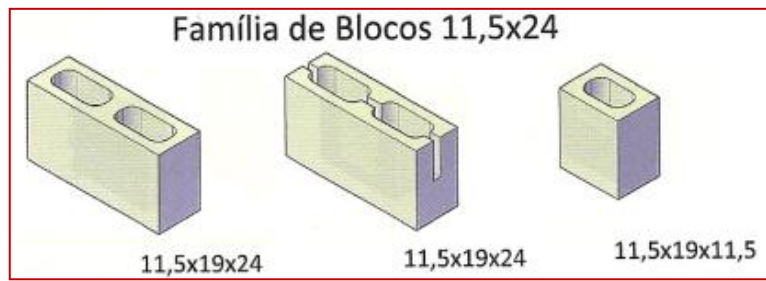


Figura 14 - Famílias de Bloco

Tais blocos têm sua utilização, em relação à família e tipo de material, distribuída entre os anos 2006 a 2008 de acordo com o Quadro 03:

Quadro 3 – Distribuição de uso entre material e família de bloco.

(fonte: comunidade da construção, 2008)

Família do bloco	Média no Brasil	Tipo de Bloco	Média no Brasil
Família 29 – 2006	35,00%	Bloco Cerâmico – 2006	14,00%
Família 29 – 2007	40,00%	Bloco Cerâmico – 2007	31,00%
Família 29 – 2008	32,00%	Bloco Cerâmico – 2008	28,00%
Família 39 – 2006	57,00%	Bloco de Concreto – 2006	86,00%
Família 39 – 2007	37,00%	Bloco de Concreto – 2007	69,00%
Família 39 – 2008	34,00%	Bloco de Concreto – 2008	79,00%

Os blocos estruturais de concreto são divididos em famílias de acordo com o seu comprimento classificados: M-20, M15 e M10 (NBR 6136, 2007)

Modulação

A modulação é o processo pelo qual se estuda e se define locais onde deverão possuir blocos diferenciados, ou não, de forma a se conseguir vão de paredes sem a necessidade de recortes nos blocos. Isso gera uma redução nos custos finais do sistema construtivo. Uma observação importante é que tal detalhamento deve ser feito de forma a se utilizar o mínimo possível de blocos fora do padrão, pois tais blocos acabam retardando a execução do processo e possuem custo geralmente mais elevado que os blocos comuns.

Na escolha de uma família leva-se em conta características arquitetônicas e a melhor racionalização possível do sistema aplicado, com a escolha de blocos especiais para amarração em T ou em L, blocos, calhas, entre outros. Existem alguns fabricantes para os tipos de blocos normatizados, e para a escolha de determinado fornecedor, a norma adota critérios para uma fase de qualificação sendo mais rigoroso a princípio em critérios de avaliação. Uma maior eficiência do sistema necessita de rigor na execução das etapas, o que gera no pedido um maior detalhamento, sendo necessário informar tipo de bloco (material, características físicas), Família (dimensões normatizadas), resistência de projeto necessária a cada bloco, quantidade de blocos necessários, forma de como será entregue (paletes ou unidades), forma de descarga e estocagem, além das datas de entrega, prevendo-se as necessidades e possíveis imprevistos. O recebimento e a estocagem devem facilitar a identificação dos blocos específicos, além de facilitar o transporte para local de assentamento. Deve-se vistoriar a qualidade do produto entregue visualmente de forma preliminar. Necessita-se, de acordo com a NBR

6136/2007 e a NBR 15812-2/2010, de um controle tecnológico com a separação de amostras para verificação posterior, marcando-as e identificando-as por lotes e data de coleta.

A modulação leva em conta a espessura da junta somada com a dimensão do bloco, gerando uma compatibilização da alvenaria com seus vãos verticais e horizontais e, conseqüentemente, não necessita de cortes em blocos. Segundo o engenheiro Carlos Puga já se consegue uma modulação de vãos múltiplos de 5cm. A adequação modular vertical e horizontal é uma etapa imprescindível ao sistema construtivo estudado, garantindo uma racionalização do sistema e um maior índice de produtividade. Para modulação adequada deve-se pensar na compatibilização entre projetos, (arquitetônico, elétrico, hidráulico e estrutural), principalmente, entre arquitetônico e estrutural. O planejamento evitará o indevido uso do sistema evitando desperdício, e uma posterior solução tomada em canteiro de obra, de forma acelerada e muitas vezes incorreta. Uma boa modulação deve partir da escolha de blocos de encontros em T e em L, e assim, fechando o vão de modo a ter corte somente nas esquadrias ou algumas vezes cortes para ajustes de cotas. A modulação antes de ser mandada a campo deve ser revisada e só enviada com a melhor solução possível, pois em tal sistema não cabe uma adaptação depois do início do processo construtivo. Deve ser enviada no projeto de modulação, a localização de todos os elementos, inclusive os elementos especiais.

2.6.2. ARGAMASSA

“Elemento utilizado na ligação entre os blocos de concreto, garantindo distribuição uniforme de esforços, composto de cimento, agregados miúdo, água e cal ou outra adição destinada a conferir plasticidade e retenção de água hidratação à mistura.” (ABNT, 2010)

A argamassa tem como funções básicas; unir blocos, selar juntas, absorver deformação e distribuir cargas. Para que as funções básicas da argamassa sejam atingidas ela deve ter uma trabalhabilidade com facilidade de aplicação, um mecanismo de retenção de água em relação ao meio exposto, uma resistência mecânica de acordo com projeto ou segundo valor mínimo da norma, além de uma boa aderência à superfície a ser assentada. Tais itens serão comentados a seguir:

Trabalhabilidade - “deve ser compatível com as características dos materiais constituintes da alvenaria e com os componentes a serem empregados na mistura, transporte e aplicação” (ABNT,2010). A trabalhabilidade facilitará a aplicação da

argamassa de acordo com a ferramenta a ser empregada, permitindo, assim, uma homogeneização na superfície a ser aplicada, adentrando a todos os poros da superfície de contacto.

Retenção de água - a argamassa deve ter como característica reter a água em relação ao meio e aos materiais de contato. Tal necessidade possibilita a argamassa a atingir a resistência adequada, pois a água está envolvida na reação do cimento gerando, assim, capacidade resistente. Com a perda excessiva de água, parte da reação pode ficar sem ocorrer tornando a argamassa ineficiente e um ponto fraco na estrutura

Resistência Mecânica - de acordo com o projeto a argamassa deve ter uma resistência para ajudar a estrutura suportar os esforços solicitantes. Tal resistência adotada é a de compressão, que pode ser verificada com corpos de provas cilíndricos que serão ensaiados dando indicadores da resistência da argamassa.

Aderência - uma boa ligação entre os diferentes itens do sistema estrutural deverá ser obtida, para isso evita-se que a superfície onde será aplicada a argamassa esteja empoeirada, com óleos, com oxidação, com superfície pouco rugosa ou com qualquer empecilho a sua interação com outro componente.

2.6.3. GRAUTE

“Elemento para preenchimento dos vazios dos blocos e canaletas de concreto para solidarização da armadura a estes elementos e aumento de capacidade portante, composto de cimento, agregado miúdo, agregado graúdo, água e cal ou outra adição destinada a conferir trabalhabilidade e retenção de água de hidratação à mistura.” (ABNT,2010)

É definido ao graute um limite de trabalhabilidade, para retenção de água, resistência mecânica e da boa aderência. *“A consistência do graute deve ser adequada para preencher todos os vazios sem que haja segregação” (ABNT, 2010)*

Ele é subdividido em duas categorias devido ao agregado presente. É denominado de Graute fino caso possua agregado graúdo $\leq 4,8$ mm, caso esse número seja ultrapassado ele será classificado como Graute grosso.

O graute pode ser industrializado assim como rodado em obra, e sendo rodado em obra ele pode ser mecanizado ou manual. Pelo sistema construtivo possuir características de racionalização do processo o ideal é que a graute assim como os demais itens possam ser o mais perto possível da industrialização, dando assim valores

mais confiáveis, ou no caso de ser rodado em obra seu controle da qualidade deve ser mais apurado.

2.6.4. ARMADURA

Elemento utilizado para dar maior estabilidade à estrutura e ajudar a resistência em pontos considerados concentrador de tensão. Esses elementos são previamente definidos sua localização, podendo estar dispostos horizontalmente ou verticalmente. As armaduras verticais são chumbadas na fundação e elevadas juntamente com a alvenaria.

2.7. SEGURANÇA

Mesmos equipamentos de segurança usual nos demais modos de sistemas produtivos. São eles equipamentos de usos individuais (Bota, luva, mascara, protetor auricular, óculos, cinto de segurança) e os de proteção coletiva (proteção em volta de laje, sinalizações, treinamentos de uso e manipulação de materiais ou equipamentos).

2.8. FERRAMENTAS E ACESSÓRIOS

Meios pelo qual se executa o sistema construtivo em questão, sendo de grande importância conhecê-los. Temos o fio traçante ou cordex, os escantilhões, os gabaritos, o nível alemão, a palheta, régua de prumo, colher de pedreiro, bisnaga, andaimes, esticador de linha (toc-toc) entre outros. As ferramentas devem facilitar e conferir a execução do sistema produtividade e qualidade.

2.9. EXECUÇÃO

Essencialidade deste processo é uma racionalização do sistema construtivo o qual levará a um aumento na economia por gerar uma maior produtividade com menor mão de obra. Essa racionalização dará um produto final com maior qualidade e maior segurança para o sistema construtivo ser efetivado. Em tal racionalização é necessário:

- ✚ Maior qualidade nos blocos;
- ✚ Planejamento prévio e mais longo;
- ✚ Projeto da produção;

- ✚ Mão de obra melhor treinada;
- ✚ Organização do canteiro;
- ✚ Maior controle dos processos.

O processo de execução do sistema construtivo em alvenaria estrutural é exposto a seguir de forma a contextualizar cada etapa e detalhar cada etapa do processo. Tais verificações de cada etapa servirão de embasamento para o controle da qualidade.

Serviços preliminares

Passos de preparação para a locação e elevação da alvenaria. Aqui haverá a verificação da disposição do material no canteiro, sendo necessário que se encontre próximo ao local de utilização. Devem-se ter os equipamentos disponíveis e em estado adequado de uso. A limpeza do ambiente ao qual se trabalhará é de grande importância tanto para o bem estar do trabalhador, como também para uma boa execução do serviço.

Marcação

Depois de se ter executado a fundação com as esperas de aço para elevação da alvenaria, e concretado o piso inicial, deve-se verificar o ponto crítico (de maior elevação) da laje através do equipamento adequado, podendo ser este o nível alemão. Deve-se também conferir as diagonais da obra (com tolerância de ± 5 mm a cada 10m) e assim fazer a marcação do eixo das paredes a partir do cordex. Com a localização do ponto crítico, e com a marcação dos eixos das paredes já se pode começar a lançar os primeiros blocos da primeira fiada conforme verificado na *Figura 13*.

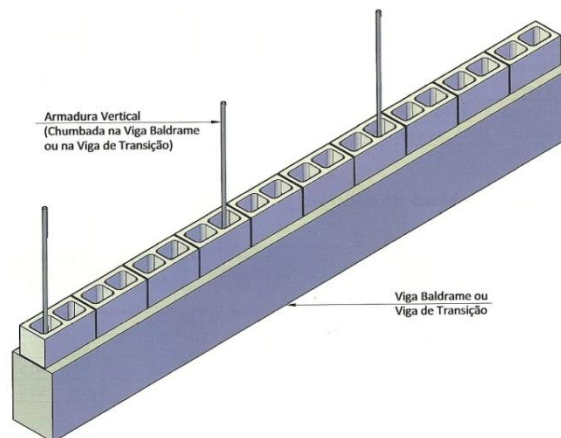


Figura 15 - Primeira fiada. (fonte : Tauil, 2010)

Com a organização do pavimento com equipamentos e matérias próximo ao local do uso, deve-se assentar os blocos estratégicos, que são blocos de cantos e de encontros de paredes conferindo seu nivelamento com cordão esticado por escantilhões. Para seu assentamento procura-se umedecer a superfície do pavimento e, em caso de calor excessivo, umedecer também os blocos com a ajuda da brocha. A definição dos blocos estratégicos ajudará na seqüência da elevação da alvenaria.

Elevação

Neste momento com as devidas marcações já efetivadas, e com o projeto de paginação em mãos se dá o início da elevação, que dever ocorrer com a maior atenção.

Armações - Em princípio com as armações verticais já chumbadas na fundação, deve-se passá-las nos furos dos blocos. Verifica-se nos projetos a existências de armações horizontais que poderá ocorrer em fiadas intermediária e de respaldo com o uso dos blocos tipo canaletas. Em caso de continuação de armações deve-se atentar-se para a necessidade de sobreposição das mesmas para existir a ancoragem.

Vão - Os vãos (*Figura 14*) modulados, já previstos em projeto e marcados na etapa de marcação, deverão receber as estruturas de vergas e contravergas. Essas poderão ser montadas na elevação da alvenaria com o auxílio do bloco calha com as armações e devidamente grauteados. Os batentes das portas poderão ser fixados com buchas e parafusos, com espuma de poliuretano ou ainda com grampos para chumbamento.



Figura 16 - Gabaritos para vãos. (fonte : Tauil, 2010)

Amarração - Esta pode ser efetivada simplesmente com a disposição dos blocos, ou com uso de blocos especiais fazendo com que uma parede fique “trançada” na outra parede. Pode-se usar ainda, para reforçar tal amarração, alguns dispositivos tais como: a tela de aço que deverá ser usada nas fiadas alternadas; ganchos grauteados; blocos tipo jota preenchido com graute e armaduras.

“Amarração direta de paredes – padrão de ligação de paredes por intertravamento de blocos, obtido com interpenetração alternada de 50% das fiadas de uma parede na outra ao longo das interfaces comuns;” (ABNT 15812-2-2010)

“Amarração indireta de paredes – padrão de ligação com junta vertical a prumo em que o plano da interface comum é atravessado por armaduras normalmente constituídas por grampos metálicos devidamente ancorados em furos verticais adjacentes grauteados ou por telas metálicas ancoradas em juntas de assentamento.” (ABNT 15812-2:2010)

Argamassa - Deve, quando a alvenaria for estrutural, ser aplicada na vertical nas juntas longitudinais e transversais, além das juntas verticais. O acabamento dessas juntas poderá ser de diferentes formas para os casos de alvenaria aparente ou alvenaria revestida. No caso de aparente, pode-se frisar com arredondamento, reto ou em “v”, já no caso de revestida deve-se apenas retirar o excesso de argamassa tornado a junta do tipo “Tomada”.

Junta de controle - Quando a alvenaria é muito longa, quando existe uma queda em sua altura, quando há uma redução em sua largura, pode-se prever este tipo de elemento de modo a evitar fissuração.

Instalações – Deve-se atentar para a locação de itens tais como caixas para tomadas e interruptores, assentando-se os blocos pré-montados. Os eletrodutos e dutos deveram ser colocados conforme especificação de projeto. Quadros elétricos modulado deverá ser locados com a devida especificação, podendo neste local ter uma redução de espessura de parede para seu recebimento.

Graute - Elemento que serve de consolidação entre armadura e bloco e/ou aumentará a resistência à compressão em seu local. O grauteamento ajuda na estabilidade da alvenaria e deve ser executado de tempo em tempo diante a elevação. Deve possibilitar a visita ao seu local com furos em pé de parede para limpeza e verificação do alcance dele na linha de execução por completo.

2.10. Controle da qualidade

“...um produto de qualidade é aquele que atende perfeitamente, de forma confiável, de forma aceitável, de forma segura e no tempo certo às necessidades do cliente. ... O verdadeiro critério de boa qualidade é a preferência do consumidor.” (Campos, 1992)

Para se alcançar a qualidade é vital um estudo reconhecendo as necessidades das pessoas, as especificações técnicas envolvidas no processo e, a partir dessas, estabelecer padrões para seu controle e melhorar continuamente esses.

“... controle é saber localizar o problema, analisar o processo, padronizar e estabelecer itens de controle de tal forma que o problema nunca mais ocorra.” (Campos, 1992)

“O Controle da Qualidade Total é baseado na participação de todos os empregados no estudo e no controle da qualidade... Controlar uma ‘organização humana’ significa detectar quais foram os fins, efeitos ou resultados não alcançados, analisar estes maus resultados buscando suas causas e atuar nessas causas de tal modo a melhorar os resultados.” (Campos, 1992)

O controle da qualidade tem como princípios o fornecimento de produtos com aceitação dos clientes (tecnicamente e necessidades pessoais), geram lucros a empresa, de forma a garantir sua sobrevivência, identificar falhas no processo à medida que ele ocorre (até prevenindo as mesmas) e corrigi-las de forma a não se

repetir, embasando o controle em dados, e fatos e prezando pela perfeição sem permitir qualquer tipo de falha no bem ao fim do processo.

“4.1 Plano de controle da qualidade

O executor deve estabelecer um plano de da qualidade, onde devem estar explícito:

- os responsáveis pela execução do controle e circulação de informações;*
- os responsáveis pelo tratamento das não conformidades:*
- a forma de registro e arquivamento das informações.”*

“4.3 Procedimento do plano de controle

- a) *Bloco;*
- b) *Argamassa de assentamento;*
- c) *Graute;*
- d) *Prisma;*
- e) *Recebimento e armazenamento do material;*
- f) *Controle de produção da argamassa e do graute;*
- g) *Controle sistemático da resistência do bloco, da argamassa e do graute;*
- h) *Controle dos demais materiais;*
- i) *Controle da locação das paredes;*
- j) *Controle elevação das paredes;*
- k) *Controle execução do grauteamento;*
- l) *Controle de aceitação da alvenaria;” (ABNT 15812 – 2, 2010)*

2.10. Recomendações Técnicas

I. Materiais

Parte de grande importância onde conseguirá o controle inicial do serviço e consequentemente um bom início dos serviços executivos.

◆ *Blocos*

“Parte elementar da obra, constituído por material natural ou de fabricação industrial.”

Critério para Recebimento (ABNT, 2007)

- *Características visuais – tais como quebras, superfícies irregulares ou qualquer outra que leve a impossibilidade do uso.*

- Características geométricas - Tolerância dimensional de até 5mm para médias individuais e até 3mm para média das dimensões. Tolerância de esquadro e de planeza de 3mm .
- Característica Mecânica – referente à resistência característica (f_{bk}) estabelecida por meio de ensaios.
 - Aceitação – Maior ou igual ao valor de projeto.
- Absorção de água – Ensaios para verificar se atende $\leq 10\%$.
- Blocos com idade superior a 21 dias.
- *Armazenagem (ABNT,2010)*
 - Superfície plana e nivelada;
 - Ordem de recebimento;
 - Identificação, resistência, destino e lote;
 - Impedir contaminação por umidade.
- *Transporte (ABNT, 2010)*
 - Não ter nenhum comprometimento quanto às características de fabricação.

◆ *Argamassas e graute (ABNT, 2010)*

Argamassa - “Elemento utilizado na ligação entre os blocos de concreto, garantindo distribuição uniforme de esforços, composto de cimento, agregados miúdo, água e cal ou outra adição destinada a conferir plasticidade e retenção de água hidratação à mistura.”

Graute - “Elemento para preenchimento dos vazios dos blocos e canaletas de concreto para solidarização da armadura a estes elementos e aumento de capacidade portante, composto de cimento, agregado miúdo, agregado graúdo, água e cal ou outra adição destinada a conferir trabalhabilidade e retenção de água de hidratação à mistura.” (ABNT,2010)

➤ *Critérios para Recebimento*

- Verificar se atendem a normas específicas;
- Verificar validade e a integridade de embalagens;
- Agregados atender a norma NBR 7211;

➤ *Armazenagem*

- Materiais secos como cimento graute industrializados devem ficar em locais protegidos de umidade.

- Empilhamento menor que 10 sacos de materiais armazenados (cimento, graute)
- Agregados devem estar em superfície dura, fora do contacto com o solo e em baias separadas.
- Transporte
 - Deve se dá de forma a manter integridade do material de sua chegada e sua utilização, evitando segregação e perda de componentes.
- ◆ *Armaduras (ABNT, 2007)*
 - *Crítérios para recebimento*
 - *Atender a norma*
 - *Armazenagem*
 - *Evitar contacto com o solo impedindo umidade;*
 - *Evitar contacto com o solo impedindo acumulo de sujeira;*
 - *Evitar danos que impossibilitem seu uso.*
- ◆ *Estrutura (ABNT, 2010)*
 - *Ensaio prisma*

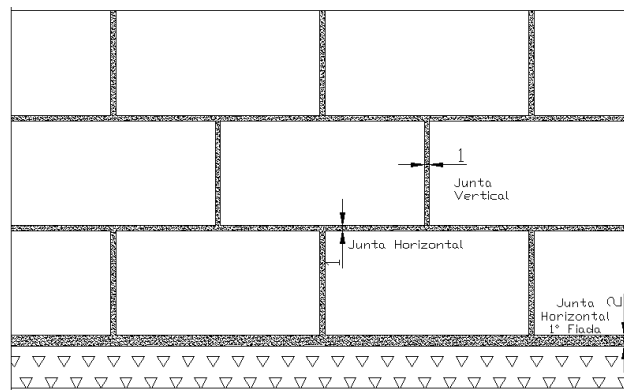
Verificação de grande importância sendo aqui onde se analise comportamento global da estrutura com uma simulação em laboratório.

 - 12 elementos por lote
 - Aceitação se resistência característica superior a de projeto.
 - Ob.: Caso o fornecedor já tenha efetivado a caracterização fica o empreendedor livre desta.

II. *Execução (ABNT,2010)*

- ◆ *Aspectos iniciais*
 - Limpeza para possibilitar aderência entre alvenaria e plano de assentamento;
 - Componentes a serem usados devem estar ausente de materiais que dificultem sua aderência;
 - Distribuição de material e equipamentos adequados para sua manipulação na proximidade do uso;

- Projetos e matérias técnicos de apoio.
- Equipamentos de segurança a manter integridade da mão de obra.
- ◆ *Locação*
 - Para o início da locação se deve verificar o ponto de maior desnível existente no pavimento. Este desnível deve ser no máximo de 20 mm.
 - Locação de eixos de locação de acordo com projeto.
 - Junta horizontal da primeira fiada deve ficar entre 5 e 20mm;
 - Em trechos de 50 cm as juntas podem chegar até 30mm.
 - Verificação da correta locação das passagens de instalações.
- ◆ *Levante*
 - Argamassa de assentamento e graute têm que ser usado enquanto estiver na fase trabalhável e plástica;
 - Juntas horizontais e verticais (figura 15) devem ter espessura de $10\pm 3\text{mm}$;



*Figura 15 - Tolerância para juntas horizontais e verticais.
(Fonte:ABNT,2010)*

- Prumo – Tolerância máxima de 13 mm por pavimento, de 5 mm a cada 3m e de 10mm a cada 6m. Para fachada esse desaprumo pode ser de 2mm/m chegando no máximo de 25mm.
- Alinhamento – Assim como o prumo, a tolerância máxima é de 13 mm pavimento, de 5 mm a cada 3m e de 10mm a cada 6m.
- Descontinuidade – Entre paredes de andares subjacentes a descontinuidade destas pode chegar a 10mm.
- Vergas – Podem ser em blocos canaletas, moldadas no local ou pré-fabricada. Essas devem passar, no mínimo, 30cm além do vão.

- Contravergas - Podem ser em blocos canaletas, moldadas no local ou pré-fabricada. Devem passar no mínimo 30cm além do vão.
- Cintas – Solidarização de todas as paredes executadas com blocos tipo canaleta. Impreterivelmente montadas antes da colocação da laje.
- Armadura – Fixada no local com espaçadores de modo ao ser grauteadas manter posição correta.
- Graute – Lançado no máximo a 1,60m e no mínimo a 24h do assentamento dos blocos. Furos devem ser desobstruídos retirando as rebarbas de argamassa de assentamento superior a 13 mm. Deve haver visita para limpeza no pé da alvenaria de no mínimo 7x10 cm.

O *Quadro 04* mostra um resumo das conferências da etapa de execução de alguns serviços.

Quadro 4 – Verificações (fonte: ABNT, 2010).

	Fator	Tolerância
Junta Horizontal	Espessura	10 ± 3mm
	Nível	± 2 mm/m ; no máx. 10mm
Junta Vertical	Espessura	10 ± 3mm
	Alinhamento vertical	± 2 mm/m ; no máx. 10mm
Alinhamento de Parede	Vertical (Prumo)	± 2 mm/m ; no máx. 10mm
		Na altura total 25 mm
	Horizontal (Nível)	± 2 mm/m
		no máx. 10mm
Superfície superior das paredes portantes	Variação nível element. pisos adjac.	± 1 mm/m
	Variação nível dentro largura do bloco isolado	± 1,5 mm

As recomendações técnicas serão utilizadas para a elaboração e sistematização do controle da qualidade da execução da alvenaria estrutural. A sistematização elaborada, e o modelo de roteiro são utilizados na pesquisa de campo, de forma a captar maior quantidade de informações possíveis.

3. Metodologia

Feito a revisão bibliográfica de forma detalhada, com o auxílio de acervos técnicos e com auxílio de normas em vigor que embasam e fundamentam este trabalho será elaborado um roteiro sistematizado do controle da qualidade do material e da execução da alvenaria estrutural.

Em pesquisas de campo serão aplicados os roteiros sistematizados e assim analisado e discutidos os resultados, aplicabilidade do roteiro e técnicas construtivas mais apropriadas que tornem sistema construtivo racionalizado.

Como um dos objetivos do trabalho de pesquisa, e com o embasamento teórico do capítulo anterior, foi elaborado um modelo de roteiro para se controlar a qualidade de execução da alvenaria estrutural de modo sistemático.

Tal modelo de roteiro se baseia na seqüência do processo construtivo levando os parâmetros de aceitação expostos no capítulo anterior. O modelo de controle possui procedimentos específicos para os seguintes itens:

Aspecto a ser analisado	Documentação para avaliação
<ul style="list-style-type: none">1. Material;2. Recebimento e armazenamento;3. Transporte;3.1. Controle tecnológico da argamassa e do graute;1.1. Consistência;1.2. Resistência2. Resistência dos blocos;3. Resistência dos elementos de alvenaria (prisma);	Quadro 06
<ul style="list-style-type: none">4. Locação das paredes;5. Elevação das paredes;5.1. Juntas de assentamento;5.2. Planicidade, Nível, Prumo, Alinhamento e Esquadro;5.3. Locação dos vãos;5.3.1. Vergas e contravergas;5.4. Instalações elétricas e hidráulicas;5.5. Execução grauteamento;5.5.1. Início do grauteamento;5.5.2. Condições internas dos blocos;5.5.3. Locação das ferragens;5.5.4. Inspeção do grauteamento;5.5.5. Adensamento;5.6. Cintas de amarração;	Quadro 07

Foi sistematizado um modelo para o controle da qualidade dos materiais, assim como um modelo de roteiro de controle da qualidade da execução. No primeiro, são abordadas, de acordo com acervo técnico, formas de controle do material, desde recebimento, estocagem, transporte com verificações técnicas e parâmetro de aceitação para as mesmas. O mesmo ocorrerá com o controle da qualidade da execução de forma minuciosa, detalhada e objetiva.

A não aceitação de algum item do modelo de roteiro de controle da qualidade leva a uma discussão de como se portar e quais atitudes a serem tomadas. Tem-se entre as possibilidades a de revisão do cálculo estrutural para ver se tal inconformidade será aceita, pode-se ter uma redeterminação de carregamento da estrutura, ainda podendo ter a possibilidade de um reforço estrutural, ou até demolição do mesmo, a depender de qual inconformidade apareça.

Para o julgamento da aceitação do controle da qualidade da execução da alvenaria estrutural realizado neste trabalho foram adotados os critérios verificado no *Quadro 05* a seguir.

Quadro 5 - Qualificação quanto ao controle da qualidade.

Item	Qualificação	Descrição
01	A	Conforme
02	A - 01	Conforme por relato
03	B	Não Conforme
04	B - 01	Não Conforme (parâmetro de controle fora de padrão)
05	C	Conformidade não verificada

3.1. Modelo de controle da qualidade do material:

Com a verificação técnica já efetivada e a sistematização dos aspectos necessários para o controle da qualidade da execução da alvenaria estrutural ocorrida, estaremos agora elaborando um modelo de ficha para controle da qualidade do material. Nesta encontraremos os pontos necessários para o controle da qualidade do serviço, e seus parâmetros necessários para aceitação do serviço.

Quadro 6 - Modelo de roteiro com parâmetros para controle da qualidade do material da alvenaria estrutural.

Ele.	Proc.	Inspeção	Análise	Amostra	Tolerância aceitação	Excepcionalidades / Ação	Status	Observações	
1. Bloco	1.1 Recebimento	1.1.1 Inspeção Visual		Imperfeição	Anexo A.2	$\leq 10,0 \%$	Com substituição.		
				Identificação	-----	$\leq 10,0 \%$	Com substituição.		
		1.1.2 Insp.Geométrica	1.1.2.1 Largura		Anexo A.1	Anexo A.2	$\pm 2\text{mm}$	Contraprova	
			1.1.2.2 Altura e Comp.		Anexo A.1	Anexo A.2	$\pm 3\text{mm}$	Contraprova	
			1.1.2.3 Esquadro		Conferência	Anexo A.2	$\leq 3,0 \text{ mm}$	Contraprova	
			1.1.2.4 Planeza		Conferência	Anexo A.2	$\leq 3,0 \text{ mm}$	Contraprova	
	1.1.3 Inspeção Mecânica		f_{bk}	Anexo A.2	$f_{bk} \leq \text{Resit. Projeto}$	Contraprova			
	1.1.4 Absorção de água		Conferência	Anexo A.2	$\leq 10,0 \%$				
	1.2 Armazen.	1.2.1 Verificação e controle visual.		Local	Superfície plana e nivelada				
					Fora de contacto direto com solo (umidade)				
Disposição				Ordem de Recebimento					
				Identificação: Resistência, destino e lote					
2. Argamassa e Graute	2.1 Recebimento	Inspeção Visual		Imperfeição	Fora validade, integridade da embalagem.				
		2.1.1 Insp.Mecânica	2.1.1.2 Graute		f_{gl}	-----	$f_{gl} \leq \text{Resit. Projeto}$	$\geq 9 \text{ Mpa}$	
			2.1.1.3 Argamassa		f_{aj}	-----	$f_{aj} \leq \text{Resit. Projeto}$	$\geq 14 \text{ Mpa}$	
		2.1.2 Consistência	2.1.1.4 Graute		Exigência	$20 \pm 3\text{mm}$		-----	
			2.1.1.5 Argamassa		Exigência	$231 \pm 10\text{mm}$		-----	
	2.2 Armazen	2.2.1 Verificação e controle visual.		Local	Fora de contacto direto com solo (umidade)				
					Agregados superfície dura, separados fora contacto c/ solo.				
	3. Armadura	3.1 Armazen	3.1.1 Verificação e controle visual.		Local	Evitar contacto com solo (umidade)			
Evitar contacto com solo (sujeira/pó)									
Evitar danos que impossibilitem seu uso, como dobra ou qualquer tipo de deformação.									
4. Estrutura	4.1 Ensaios	4.1.2 Prisma - Resistência a compressão de 02 blocos com argamassa similar a usada na obra em laboratório		Resistência Característica	A -12	Resistência característica \geq Resistência de Projeto			

3.2. Modelo de controle da qualidade da execução:

Ficha esta que apontará ou não para aceitação da execução da alvenaria estrutural. Na 6º coluna teremos a avaliação do serviço com a qualificação apresentada anteriormente no quadro 05. Já na 7º coluna estaremos fazendo as observações necessárias para se tomar as providencias cabíveis para uma possível não aprovação do serviço, ou até uma aprovação com algum tipo de ressalva mencionada.

Quadro 7 - Modelo de roteiro com parâmetros para controle da qualidade da execução da alvenaria estrutural.

ETAPA	Detalhe	Equipamentos / Processo	Tolerâncias	Excepcionalidades	Status	Obs.
1. Aspectos iniciais	1.1 Limpeza do plano de assentamento	Todos que ajudem no processo	-----	-----		
	1.2 Disposição de equipamentos no local	De transporte vertical/horizontal	-----	-----		
	1.3 Disposição de materiais no local	De transporte vertical/horizontal	-----	-----		
	1.4 Equipamentos de segurança	Guarda corpo e todos que ajudem.	-----	-----		
	1.5 Projetos e materiais técnicos de apoio	-----	-----	-----		
2. Locação	2.1 Verificação nível do plano assentado	Nível laser, mangueira de nível, etc.	$\pm 10\text{mm}$	-----		
	2.2 Esquadro inicial	Esquadro	-----	-----		
	2.3 Junta inicial (J _i)	De medição (trenas)	$(5 \leq J_i \leq 20)\text{mm}$	Em 50 cm pode 30mm		
	2.4 Locação de eixos.	Projeto, equipamentos	-----	-----		
	2.5 Verificação locação de instalações.	Projetos	-----	-----		
3. Levante	3.1 Verificar condições de argamassa	Tronco de cone	$230 \pm 10\text{mm}$	-----		
	3.2 Execução das juntas	Colher, Desempenadeira, Bisnaga ou Meia-cana	$10 \pm 3\text{mm}$	-----		
	3.3 Verificar condições de graute	Tronco de cone	$20 \pm 3\text{mm}$	-----		
	3.4 Lançamento do graute	Desobstrução e visita de conferência.	$H_{\text{máx}} = 1,60\text{m}$			
	3.5 Verificação do prumo pavimento.	Lazer ou manual	13mm	5mm a cada 3m ou 10mm a cada 6m		
	3.6 Verificação do prumo fachada.	Lazer ou manual	2mm/m	Maximo de 25mm		
	3.7 Descontinuidade de parede entre Pav.	Lazer ou manual	10mm	Paredes vedação 20mm		
	3.8 Verificação do alinhamento.	Lazer ou manual	13mm	5mm a cada 3m ou 10mm a cada 6m		
	3.9 Locação dos Vãos (portas/Janelas)	Gabaritos metálicos ou de madeira	-----	-----		
	3.10 Execução de Vergas	Pré-moldadas, executados in loco ou em blocos canaletas. 30 cm alem do vão				
	3.11 Execução de Contravergas	Pré-moldadas, executados in loco ou em blocos canaletas.				
	3.12 Execução das Cintas	Ser executada antes da inserção da laje em blocos tipo canaleta.				
	3.13 Colocação das Armaduras	Projetos e Espaçadores		Fixado de modo não mover grauteados		

4. Pesquisa de Campo

4.1. Empreendimento A

Empreendimento situado em Salvador-Ba, no bairro da federação constituído de duas torres cada uma com 515 m². As torres são de 12 pavimentos, cada pavimento com oito apartamentos divididos em 04 (quatro) 3/4 sendo um suíte, 02 (dois) 2/4 sendo um suíte e 02 (dois) 2/4 sem suíte. A figura 16 mostra características físicas da fachada da edificação.



Figura 17-Perspectiva do Empreendimento A

O térreo de cada edificação é composto de áreas comuns, tendo uma transição de processos construtivos, onde ocorre grande volume de pilares e vigas e sendo essas de grandes dimensões chegando a ter 1,00 m essas vigas como pode ser observado na *figura 17*. Tal transição acaba elevando os custos da construção pelo elevado consumo de concreto e armadura no térreo, porem este não inviabilizou a construção.



Figura 18 - Volume de vigas e pilares.

O empreendimento tem alguns aspectos a que devem abordados antes de qualquer discussão sobre a qualidade da execução. Tem-se aí escadas pré-moldadas, onde se fixa um ‘jacaré’ pré-moldada no próprio canteiro nas paredes com auxílio de chumbadores e depois os degraus são neles apoiados (*Figura 18*) tornando a execução mais racionalizada.



Figura 19- Escada Pré-Moldada

Tem-se, também, como facilitador no processo construtivo, a forma de transporte de material, onde um trator dotado de um “braço- lança” eleva o material e retira o entulho de cada pavimento tipo de forma rápida e eficiente, conforme visto na *Figura 19*.



Figura 20 - Transporte de Componente e Retirada de Entulho.

Outro ponto importante observado foi quanto à execução da laje moldada no local (*Figura 20*), que dentro deste processo, considerado de Produção Enxuta, acaba tornando menos racionalizado o processo construtivo.



Figura 21 - Forma da laje e de patamar de escada a ser concretada.

Aplicação do roteiro de Controle da qualidade

Alguns itens do modelo de roteiro de controle da qualidade da alvenaria estrutural não foram verificados por não ocorrer no período de pesquisa de campo. Foram colhidas informações e anexadas no roteiro. Alguns itens, mesmo verificado, não atendem as especificações aqui apresentadas.

Os blocos chegam paletizados e estes são armazenados em locais de fácil acesso devido a amplitude do canteiro de obra. Tais itens são entregues identificados de acordo com os Anexos B.01 e B.02, posteriormente armazenado de acordo com suas características, como pode ser visto na *Figura 21*.



Figura 22- Armazenamento de Blocos e identificação.

Seu transporte e distribuição são feito de modo racionalizado, gerando perdas desprezíveis e com alta produtividade. Isso ocorre com ajuda de um trator dotado de um braço lança e com certa flexibilidade devido ao seu pequeno tamanho.

As armaduras chegavam e eram estocadas no canteiro de obra em lastro de brita de forma a não ter contacto direto com o solo conforme a Figura 22. Os agregados de preparação da argamassa foram locados em baias separadas, como pode se vê na *Figura 23*.



Figura 23 –Estocagem de armadura



Figura 24 - Estocagem de agregados.

Na execução, a disposição do material a ser empregado deve ser feita de forma organizada e eficiente. Pode-se ver na *Figura 24* que os materiais (argamassa e bloco) sendo dispostos próximo ao campo de trabalho. Com os materiais dispostos começa-se o início do levantamento da alvenaria com a fiada de marcação. Essa etapa pode ser vista *Figura 25* em sua execução e conferida para ver se atende os parâmetros anteriormente comentados.



Figura 25- Material para execução da marcação.

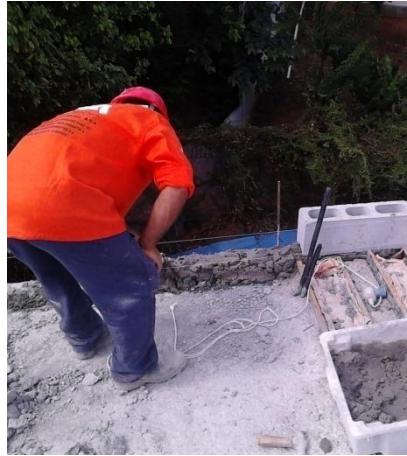


Figura 26- Argamassa da 1ª Fiada / Conferencia mostra 2 cm

Para o início da execução da primeira fiada deve-se ater para o transpasse das armaduras e dos dutos das instalações elétricas verticais que ficaram embutidas nas paredes, sendo este atendido na verificação do empreendimento A conforme *Figura 26*.



Figura 27 - Transpasse da armação, Transpasse dos eletrodutos e disposição de planta de locação.

Com a primeira fiada levantada em seus blocos estratégicos, continua-se o levante com apoio do escantilhão que auxilia o nível das demais fiadas, e quando existe uma dúvida, se reconferi o nível de elevação dos blocos. O levante segue pelos locais estratégicos formando os chamados “castelos” vistos, na *Figura 27*.



Figura 28- Conferencia de nível.

No decorrer do processo executivo são verificados alguns pontos de controle de modo a obter uma qualidade do serviço. Confere-se o nível, o prumo, a planeza (*Figura 28*), além das verificações de medidas e de locação correta dos blocos. As amarrações são feitas pelos entrelaces de blocos em fidas subseqüentes.



Figura 29- Nível, planeza e prumo.

A altura de meia parede, os grauteamento (*Figura 34*) são iniciados e os blocos canaletas que formaram as contravergas, também são cheios. Gabaritos metálicos são usados para dar forma aos vão de janelas (*Figura 32*), enquanto que os vãos de portas sobem pelo prumo. Neste momento já se tem blocos cortados que serão os pontos elétricos com suas caixas (*Figura 35*). Continua-se a verificação de planeza e de prumo das paredes, assim como as juntas de assentamento que foram verificados na obra, conforme mostram as *Figuras 29, 30, 31 e 32*.



Figura 30 – Junta 1cm



Figura 31 – Prumo



Figura 32 – Nível



Figura 33- Gabarito janelas

Um ponto importante a ser discutido é quanto à tolerância permitida no Empreendimento A, que tem na verificação das juntas horizontais uma tolerância de até 20 mm passando de 50% acima do permitido por norma. Essa maior tolerância pode causar algumas patologias já que a argamassa de assentamento possui resistência em média menor que a do bloco usado. O mesmo ocorria quanto ao nível que o mesmo tinha tolerância de 10 mm por norma e no empreendimento em questão essa tolerância chegava até o 20 mm.

Outro ponto importante analisado esta referente à junta vertical de assentamento que não era preenchida já que a ABNT, 2010 no item 4.2.5.2.C solicita-se seu preenchimento e possibilitando juntas de $10 \pm 2\text{mm}$. Verificado juntamente com executores, esse processo se dá devido à necessidade de controlar fissurações em fachadas e devido a economia gerada assim.



Figura 34 Juntas Horizontal



Figura 35 – Graute



Figura 36 Ponto Elétrico



Figura 37 - Amarrações T.

Quadro 8 - Aplicação do roteiro de controle de material no Empreendimento A.

Ele.	Proc.	Inspeção	Análise	Amostra	Tolerância aceitação	Excepcionalidades / Ação	Status	Observações	
1. Bloco	1.1 Recebimento	1.1.1 Inspeção Visual		Inperfeição	Anexo A.2	$\leq 10,0 \%$	Com substituição.	A - 1	Relatado que única vez com problema prontamente atendido
				Identificação	-----	$\leq 10,0 \%$	Com substituição.	A - 1	Relatado conformidade
		1.1.2 Insp.Geométrica	1.1.2.1 Largura	Anexo A.1	Anexo A.2	$\pm 2\text{mm}$	Contraprova	A	Relatado que única vez com problema prontamente atendido
			1.1.2.2 Altura e Comp.	Anexo A.1	Anexo A.2	$\pm 3\text{mm}$	Contraprova	A - 1	Usado relatório de fornecedor
			1.1.2.3 Esquadro	Conferência	Anexo A.2	$\leq 3,0 \text{ mm}$	Contraprova	A - 1	Usado relatório de fornecedor
			1.1.2.4 Planeza	Conferência	Anexo A.2	$\leq 3,0 \text{ mm}$	Contraprova	A - 1	Usado relatório de fornecedor
		1.1.3 Inspeção Mecânica		f_{bk}	Anexo A.2	$f_{bk} \leq \text{Resit. Projeto}$	Contraprova	A - 1	Relatado conformidade
	1.1.4 Absorção de água		Conferência	Anexo A.2	$\leq 10,0 \%$		A - 1	Relatado conformidade	
	1.2 Armazen	1.2.1 Verificação e controle visual.		Local	Superfície plana e nivelada			A	Verificado conformidade
					Fora de contacto direto com solo (umidade)			A	Verificado conformidade
				Disposição	Ordem de Recebimento			A	Verificado conformidade
Identificação: Resistência, destino e lote					A	Verificado conformidade			
2. Argamassa e Graute	2.1 Recebimento	Inspeção Visual		Imperfeição	Fora validade, integridade da embalagem.			A	Relatado conformidade
		2.1.1 Insp.Mecânica	2.1.1.2 Graute	f_{gj}	-----	$f_{gj} \leq \text{Resit. Projeto}$	$\geq 9 \text{ Mpa}$	A - 1	Relatado conformidade
			2.1.1.3 Argamassa	f_{aj}	-----	$f_{aj} \leq \text{Resit. Projeto}$	$\geq 14 \text{ Mpa}$	A - 1	Relatado conformidade
		2.1.2 Consistência	2.1.1.4 Graute	Exigência	$20 \pm 3\text{mm}$		-----	A - 1	Relatado conformidade
			2.1.1.5 Argamassa	Exigência	$231 \pm 10\text{mm}$		-----	A - 1	Relatado conformidade
	2.2 Armazen	2.2.1 Verificação e controle visual.		Local	Fora de contacto direto com solo (umidade)			A	Verificado conformidade
					Agregados superfície dura, separados fora contacto c/ solo.			B -01	Em contacto direto com solo
				Disposição	Pilhas de no Maximo 10sacos			A	Verificado conformidade
3. Armadura	3.1 Armazen	3.1.1 Verificação e controle visual.		Local	Evitar contacto com solo (umidade)			A	Verificado conformidade
					Evitar contacto com solo (sujeira/pó)			A	Verificado conformidade
					Evitar danos que impossibilitem seu uso, como dobra ou qualquer tipo de deformação.			A	Relatado conformidade
								A	Relatado conformidade
4. Estrutura	4.1 Ensaios	4.1.2 Prisma - Resistência a compressão de 02 blocos com argamassa similar a usada na obra em laboratório		Resistência Caracteriza.	12 Blocos	Resistência característica \geq Resistência de Projeto		A	Informado que fornecedor emite laudo
									Informado que fornecedor emite laudo
									Informado que fornecedor emite laudo
									Informado que fornecedor emite laudo

Quadro 9 - Aplicação do roteiro de controle de execução no Empreendimento A

ETAPA	Detalhe	Equipamentos / Processo	Tolerâncias	Excepcionalidades	Status	Obs.
1.Aspectos iniciais	1.1 Limpeza do plano de assentamento	Todos que ajudem no processo	-----	-----	A	Verificado conformidade
	1.2 Disposição de equipamentos no local	De transporte vertical/horizontal	-----	-----	A	Verificado conformidade
	1.3 Disposição de materiais no local	De transporte vertical/horizontal	-----	-----	A	Verificado conformidade
	1.4 Equipamentos de segurança	Guarda corpo e todos que ajudem.	-----	-----	A	Verificado conformidade
	1.5 Projetos e materiais técnicos de apoio	-----	-----	-----	A - 01	Relatado conformidade
2.Locação	2.1 Verificação nível do plano assentado	Nível laser, mangueira de nível, etc.	± 10mm	-----	A	Verificado conformidade
	2.2 Esquadro inicial	Esquadro	-----	-----	A	Verificado conformidade
	2.3 Junta inicial (J _i)	De medição (trenas)	(5 ≤ J _i ≤ 20)mm	Em 50 cm pode 30mm	A	Verificado conformidade
	2.4 Locação de eixos.	Projeto, equipamentos	-----	-----	A	Verificado conformidade
	2.5 Verificação locação de Instalações.	Projetos	-----	-----	A	Verificado conformidade
3.Levante	3.1 Verificar condições de argamassa	Tronco de cone	230 ± 10mm	-----	A - 01	Relatado conformidade
	3.2 Execução das juntas	Colher, Desempenadeira, Bisnaga ou Meia-cana	10 ± 3mm	-----	B	Juntas Verticais não preenchidas
	3.3 Verificar condições de graute	Tronco de cone	20 ± 3mm	-----	A - 01	Relatado conformidade
	3.4 Lançamento do graute	Desobstrução e visita de conferência.	H _{máx} = 1,60m		B	Não efetivado limpeza interna nem visita.
	3.5 Verificação do prumo pavimento.	Lazer ou manual	13mm	5mm a cada 3m ou 10mm a cada 6m	A	Verificado conformidade
	3.6 Verificação do prumo fachada.	Lazer ou manual	2mm/m	Maximo de 25mm	A	Verificado conformidade
	3.7 Descontinuidade de parede entre Pav.	Lazer ou manual	10mm	Paredes vedação 20mm	A	Verificado conformidade
	3.8 Verificação do alinhamento.	Lazer ou manual	13mm	5mm a cada 3m ou 10mm a cada 6m	B - 01	Tolerância de 20mm
	3.9 Locação dos Vãos (portas/Janelas)	Gabaritos metálicos ou de madeira	-----	-----	A	Verificado conformidade
	3.10 Execução de Vergas	Pré-moldadas, executados in loco ou em blocos canaletas. 30 cm alem do vão			A	Verificado conformidade
	3.11 Execução de Contravergas	Pré-moldadas, executados in loco ou em blocos canaletas.			A	Verificado conformidade
	3.12 Execução das Cintas	Ser executada antes da inserção da laje em blocos tipo canaleta.			B - 01	Concretagem junto com laje.
	3.13 Colocação das Armaduras	Projetos e Espaçadores		Fixado de modo não mover grauteados	B - 01	Sem item que mantivesse armaduras isoladas.

4.2. Empreendimento B

Empreendimento situado em Salvador-Ba constituído com 12 torres de 14 pavimentos conforme *figura 37*. Todas as torres têm o início da alvenaria em nível com o solo, evitando assim a transição de sistemas construtivos e possibilitando uma maior eficácia do processo construtivo.



Figura 38 – Perspectiva do Empreendimento B

Um diferencial em relação ao primeiro empreendimento visitado é que este produz em próprio canteiro de obra seus blocos estruturais, sua laje pré-moldada (*Fig.38*) e algumas vigas utilizadas em um tipo de edificação. Esse processo de fabricação a requereu da empresa a locação de galpões para efetivar o controle tecnológico dos blocos estruturais assim como resistência do concreto fabricado para os pré-moldados.



Figura 39 - Lajes Pré- Moldadas

Por possuir varanda (balanço) em algumas unidades foi usado o artifício de inserir vigas pré-moldadas de forma a suportar e retransmitir essas cargas do balanço para parte interna da estrutura (*Fig.39*). Tal situação poderia inviabilizar tecnicamente, o

que foi contornado com esse artifício trazendo um diferencial com essa flexibilização do processo construtivo.



Figura 40 - Viga Pré-moldada inserida no sistema

Os blocos estruturais fabricados possuem resistência característica de 4Mpa até 12Mpa, enquanto que o concreto dos pré-moldados possuem resistência de 25Mpa. Outro artifício é que os shafts para instalação hidráulica, que foram planejados para serem de blocos de vedação, foram alterados para placas pré-moldadas devido à maior rapidez de execução no processo o mesmo ocorrendo com uso de pré-moldados para as escadas (*figura 40*).



Figura 41 - Içamento de escada Pré-moldada

Os itens inspeção para recebimento dos blocos são relevados neste processo tendo em vista que os blocos são fabricados no próprio canteiro de obra. O canteiro também possuía um laboratório para o controle tecnológico onde eram feito os ensaio

de verificação de resistência dos blocos. Os blocos eram dispostos em paletes afastados do contacto direto com o solo, dispostos próximos as torres e de fácil identificação quanto as suas características (figura 41).



Figura 42 - Armazenagem de blocos por resistência em paletes.

O empreendimento foi executado com suas fundações em vigas baldrame apoiadas em vigas baldrame de onde saíram às paredes portantes da alvenaria conforme a *figura 42, figura 43, figura 44 e figura 45.*



Figura 43 - Gabarito de marcação viga.



Figura 44 - Corte em terreno p/ execução viga.



Figura 45 - Viga baldrame concretada.



Figura 46 - 1º sobre viga baldrame

O sistema tinha uma elevação de 05 fiadas (100 cm) concretava-se a primeira laje e assim começava a elevação do pavimento tipo. A elevação ocorria com amarração do tipo direta de paredes, onde os blocos se intertravam devido o transpasse destes (figura 46 e figura 47).



Figura 47 - Início do pav. tipo



Figura 48 - Amarração direta

Os furos nos blocos estruturais para passagem da instalação elétrica (caixas de passagem) eram executados em seqüência a elevação a alvenaria, não chegando com os furos e as caixas pré-instaladas. Os eletrodutos eram instalados paralelamente a elevação da alvenaria como verificado nas *fig. 46 e fig. 48*.



Figura 49 - Rasgo para caixa de passagem



Figura 50 - Passagem de Eletrodutos

Verifica-se também que as lajes eram pré-moldadas e içadas para serem locadas em seu destino finais dispendo assim de lajes necessariamente de lajes menores e assim unidas no próprio local tornando-se um item solidificado. Tal elemento eram

executados já com as passagens de eletrodutos para as instalações e no local ocorriam o trasparse desses entre placas de lajes diferentes conforme visto na *figura 50*.



Figura 51 - Conção de instalações entre lajes pré-moldadas

Como período de visita mais curto a verificação de cada etapa do processo nesse empreendimento não foi verificado, porem alguns dados verificados foram usados para complementar o estudo e reforçar informações já obtidas no primeiro empreendimento.

Alguns pontos positivos foram evidenciados neste processo tanto o fato de se executar pré-moldados torna a construção com um processo mais enxuto, por ser controlado e diminuído tempo de trabalho. Como visto durante o processo construtivas visões preliminares foi mudado para melhor adequar o processo, isso ocorre quando shafts para passagem hidráulica, antes construída em local com a elevação de paredes para vedação destes, agora é executados com placas pré-moldadas.

5. Análise e Resultados

Faz-se, a seguir, uma análise dos pontos principais do resultado da aplicação do controle da qualidade da execução da alvenaria estrutural no Empreendimento A e no Empreendimento B.

O procedimento construtivo foi bem evidenciado em seu contexto global no Empreendimento A com pequenas ressalvas. Algumas ações adotadas possibilitaram uma maior produtividade, tornando o uso da técnica construtiva mais “enxuta”. Por possuir um canteiro extenso, pode ser usado, para o transporte de material tanto horizontal como vertical, uma carregadeira telescópica com alcance vertical de 16,2 m (5º laje) e capacidade para 4535 kg, o que gerou uma boa produtividade quanto à distribuição de elementos construtivos e retirada de material não necessário naquele local.

Outro ponto importante para a racionalização e conseqüentemente possibilitar um processo enxuto, foi produção de peças pré-moldadas para execução das escadas de acesso aos pavimentos tipo, gerando maior rapidez executiva e melhor aproveitamento do sistema construtivo em alvenaria estrutural.

Quanto ao *Quadro 10 - Aplicação do roteiro de controle de material no Empreendimento A* – verificou-se um bom andamento em relação aos itens analisados na sua maior parte satisfatoriamente atendido. Porém quanto aos ensaios de resistências características dos blocos, estes simplesmente eram verificados por ensaio feito por empresa terceira contratada por fornecedor conforme Anexo B.03, onde constava características do lote de blocos fabricados.

No processo executivo presente no *Quadro 09* vê uma maior inadequação aos parâmetros de controle adotado. Alguns dos serviços eram passíveis de uma maior tolerância pelos fiscais da obra devido ao desconhecimento dos executores. Isso foi verificado quanto ao alinhamento vertical das paredes com tolerância de 20 mm por piso no empreendimento A enquanto o parâmetro utilizado indica 10 mm por piso.

Um ponto importante a ser abordado e quanto à transição de sistema construtivo presente neste empreendimento. Isso ocorre na passagem do térreo ao primeiro pavimento tipo decorrente a necessidade de ambientes comuns e de maiores vão ao térreo. Tal transição como já visto anteriormente e um fator que eleva o custo podendo gerar até uma inviabilização do empreendimento, o que no caso não ocorreu.

Outro ponto importante a ser citado é a execução de lajes moldadas no local, o que gera uma maior necessidade de mão de obra e tempo de execução tornando o processo menos racional.

Uma dúvida suscitada no decorrer da pesquisa a na com a constatação análise do trabalho de campo foi à questão do preenchimento das juntas verticais, que em ambos os empreendimentos visitados esta não consta. O mesmo se dá devido ao surgimento de patologias decorrente a retração dos blocos, sendo assim se evita seu preenchimento para diminuir as possíveis fissuras. Com tal situação, “... ocorre uma pequena diminuição na resistência: à compressão insignificante, à flexão insignificante e ao cisalhamento com redução de 30%.” (FRANCO, 2007). Sendo assim deve-se verificar e analisar os pontos onde se pode desprezar o preenchimento das juntas verticais em virtude de um controle das fissurações.

Tal processo foi verificado na pesquisa de campo no Empreendimento A e no Empreendimento B. No segundo empreendimento foram verificados devido à magnitude da obra em questão alguns pontos positivos que aqui deverão ser tocados.

Devido impossibilidades de maior amplitude de seu estudo o Empreendimento B esse tem relatos menores, porém existiram pontos que trouxeram relevância a sua explanação aqui. Tal empreendimento demonstra uma maior maturidade e maior número de estudo e adaptabilidade para conseguir um processo enxuto.

Isso ocorre quanto ao processo de execução de lajes pré-moldadas eliminando assim o processo de forma e desforma, reduzindo assim parcelas de atividades que não geram valor e reduz a variabilidade e tempo de ciclo neste processo. O mesmo ocorre no processo de execução de escadas, sendo estas, da mesma forma, peças pré-moldadas fixadas posteriormente na estrutura.

Cito aqui também como um ponto importante o controle quando é analisado e mudado uma forma de agir quanto à execução dos shafts para passagem de instalações hidráulicas. A princípio este era executado com blocos de vedação gerando assim um ciclo executivo grande, com isso o processo executivo foi mudado tornando tal execução com placas de concreto pré-moldadas o que reduziu consideravelmente o tempo de ciclo.

Outro item importante verificado aqui no Empreendimento B está relacionado quanto à execução de varandas. Empreendimento este de classe média alta necessitava de uma varanda ampla, o que o sistema construtivo em questão limita. Para solucionar essa limitação do sistema construtivo em alvenaria estrutural foi adotado nesse a

inserção de uma viga pré-moldada que possibilitou um aumento considerável do vão em balanço.

O Empreendimento A e o Empreendimento B fazem parte de um mesmo grupo empreendedor verificando assim que dentro deste mesmo existe grande variação na forma de aplicação do sistema construtivo em alvenaria estrutural. O empreendimento B possui em suas características princípios mais evidenciáveis da Construção Enxuta (Lean Construction) como: 1) Redução de parcelas de atividades que não agregam valor; 2) Redução de variabilidades; 3) Redução do tempo de ciclo; 4) Simplificação através da redução do número de passos ou partes no processo; 5) Aumento de transparência no processo; 6) Controle no processo global; 7) Melhoria Contínua no processo. Tais etapas fazem parte de um bom sistema construtivo em alvenaria estrutural, gerando assim um uso mais racionalizado do processo construtivo com melhor retorno quando etapas bem aplicadas.

6. Conclusão

No decorrer da elaboração deste estudo foi verificado um crescente aumento no uso do processo construtivo em alvenaria estrutural em Salvador-Ba tornando a justificativa da escolha do tema mais plausível. Esse uso ocorre e difunde-se em setores que eram pouco usados, como empreendimento de classe média - alta.

O objetivo geral do estudo e alcançado no decorrer do estudo do referencial teórico e no decorrer das demais etapas de estudo. Esse e englobada mais amplamente com a efetivação dos objetivos específicos com a sistematização do roteiro de controle da qualidade com seus parâmetros ai adotados de forma a possibilitar este controle de forma rápida e simplificada. Também temos os estudos de caso que fez analisar algumas etapas do processo de controle e o próprio processo de controle. O estudo dos empreendimentos gerou um questionamento algumas dúvidas suscitadas e solucionadas no decorrer do estudo.

Como verificado o processo de controle da qualidade de execução na alvenaria estrutural vem sendo gradativamente aperfeiçoado com utilização da racionalização tornando o processo enxuto, normatizações mais recentes, requalificação da mão de obra executora e fiscalizadora.

Temos como obviedade desse desenvolvimento um comparativo com o edf. Monadnock que foi um marco histórico no desenvolvimento do sistema construtivo. Essa edificação construída em 1891 com 16 pavimentos foi uma grandiosa construção na época porem possuía paredes em seus primeiros andares com 180 cm o que é um absurdo nos tempos atuais onde mesmas paredes podem chegar a 15 cm. Isso se dá devido avanço tecnológico no setor construtivo tanto em material, mão de obra e técnicas construtivas adotadas.

A pesquisa de campo serviu para evidencia pontos a serem mais focados, discutir recomendações técnicas e gerar um acervo de técnicas construtivas facilitadoras do sistema construtivo de alvenaria estrutural. Como evidenciado no capítulo anterior tivemos limitações do sistema construtivo contornada com técnicas construtivas adequadas. De forma a tornar a construção mais flexível é adotado paredes não estruturais que possibilitam formas diferenciadas dos pavimentos tipo de acordo com necessidades do consumidor final. Temos

também a inserção de vigas pré-moldadas tornando o balanço das varandas maiores.

Fator importante a ser abordado e quanto às recomendações técnicas aqui apresentados, que no decorrer da elaboração do trabalho de conclusão de curso, essas recomendações passaram e passam por reformulações. No presente ano, houve a inserção no mercado de uma nova norma de execução e controle para blocos cerâmico e mesmo está prestes a ocorrer quanto à norma de execução e controle para blocos de concreto que já se encontra em fase de consulta pública.

7. Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND. **Práticas recomendadas de Alvenaria Estrutural.** <http://www.abcp.org.br/comunidade/ativos>, acessado em 2010. Rio de Janeiro, 2010.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO. **Planejamento e Controle da Produção na construção civil.** http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP2004_Enegep0110_0473.pdf, acessado em 2010. São Paulo, 2010.

_____. **NBR 15812-2/2010 – Alvenaria estrutural – Blocos Cerâmicos. Parte 2: Execução e controle.** Rio de Janeiro, ABNT, 2010.

_____. **NBR 14322/1999 – Paredes de Alvenaria Estrutural - Verificação da resistência à flexão simples ou à flexo-compressão;**

_____. **NBR 6136/2007 – Bloco vazados de concreto simples para alvenaria - requisitos.** Rio de Janeiro, ABNT, 2007.

_____. **NBR 12118 Blocos vazados de concreto simples para alvenaria – métodos de ensaio.** Rio de Janeiro, ABNT, 2008.

_____. **NBR 8215 - Prismas de blocos vazados de concreto simples para alvenaria estrutural - Preparo e ensaio à compressão.** Rio de Janeiro, ABNT, 1983.

BLOCO BRASIL, Revista Prisma. **Alvenaria estrutural passo a passo.** http://www.blocobrasil.com.br/produtos_alvenaria.php, acessado em 2010; São Paulo, 2010.

CAMPOS, Vicente Falconi. **TQC Controle da Qualidade Total (no estilo Japonês).** São Paulo, Fundação Cristiano Ottoni, 1992.

CONHEÇA os Segredos da Alvenaria estrutural. Revista Arquitetura e Construção, 2003;

COSTA, Dayana Bastos, **Planejamento e Controle da Produção**, Construção Civil II – Aula 21, Graduação em Engenharia Civil, UFBA – 2010. Salvador, UFBA, 2010.

FRANCO, Luiz Sergio. **Alvenaria Estrutural: Execução e controle**. Tecnologia da construção Civil – Aula 06, Curso de Especialização MBA em gerenciamento de Obra. UFBA, 2007, <http://www.gerenciamento.ufba.br/MBA>, acessado em 09/2010. Salvador, UFBA, 2010.

MANZIONE, Leonardo. **Projeto e Execução de Alvenaria estrutural**. Rio de Janeiro, Nome da Rosa, 2007;

PUGA, Claudio Creazzo. **Mini-curso: Aspectos e Projeto e Controle Tecnológicos da Alvenaria estrutural**. Salvador, Comunidade da Construção, 2010.

_____. Seminário: **Alvenaria estrutural com ênfase em prédios altos**. Rio de Janeiro, CONCRETESHOW, 2008.

RAMALHO, Marcio A.; CORRÊA, Marcio R.S. **Projeto de Edifícios em Alvenaria Estrutural**. São Paulo, PINI, 2008;

TAUIL, Carlos Alberto; NESE, Flavio José Martins. **Alvenaria Estrutural**. Rio de Janeiro, PINI, 2010;

_____. **Alvenaria Estrutural: Vantagens para o construtor e a Sociedade**. Revista Construção e Mercado, 2009;

ANEXO A – Características dos blocos de concreto.

A.1 – Dimensões reais dos blocos de concreto.

FAMILIA DE BLOCOS												
Designação	Nominal	20 -A, B, C e D		15 -A, B, C e D		12,5 - C e D			10 - C e D			7,5 - D
	Modulo	M-20		M-15		M-12,5			M-10			M-7,5
	Amarração	1/2		1/2	1/2	1/2	½	1/3	1/2	1/2	1/3	1/2
	Linha	20 x 40		15 x 40	15 x 30	12,5 x 40	12,5 x 25	12,5 x 37,5	10 x 40	10 x 30	10 x 30	7,5 x 40
Largura (mm)		190		140	140	115	115	115	90	90	90	65
Altura (mm)		190		190	190	190	190	190	190	190	190	190
Comprimento (mm)	Inteiro	390		390	290	390	240	365	390	190	290	390
	Meio	190		190	140	190	115	-----	190	90	-----	190
	2/3	-----		-----	-----	-----	-----	240	-----	-----	190	-----
	1/3	-----		-----	-----	-----	-----	115	-----	-----	90	-----
	Amarração L	-----		340	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
	Amarração T	-----		540	440	-----	365	365	-----	290	290	-----
	Compensador A	90		90	-----	90	-----	-----	90	-----	-----	90
	Compensador B	40		40	-----	40	-----	-----	40	-----	-----	40

Obs. A tolerância para as medidas são de ± 2,0 mm para largura e de ± 3,0 mm para altura e comprimento.

A.2- Definição do tamanho da amostra.

Tamanho da amostra					
Numero de Blocos Lote	Numero de blocos da amostra		Nº mínimo para ensaio a compressão		Nº p/ ensaio a absorção e área líquida.
	Prova	Contraprova	Desvio padrão ã conhecido	Desvio padrão conhecido	
Ate 5.000	7 ou 9	7 ou 9	6	4	3
5001 a 10000	8 ou 11	8 ou 11	8	5	3
10001 a 20001	10 ou 13	10 ou 13	10	6	3

A.3 – Resistência mínima dos blocos de concreto.

Limitação Resistência F _{bk}				
Classe	A	B	C	D
F _{bk} (Mpa)	≥ 6	≥ 4	≥ 3	≥ 2

ANEXO B – Anexos e documentos do Empreendimento A.

B.01 – Ficha de recebimento de material.

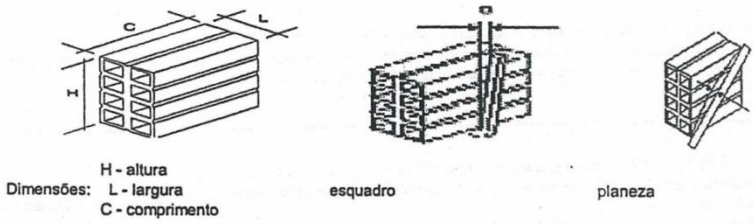
SISTEMA DA QUALIDADE				
FVM - Ficha de Verificação de Materiais				
Fornecedor / Fabricante:			Obra:	
Material:		Quantidade:	NF nº: Data de entrega:	
Ensaio e/ou verificação	Resultado obtido	Aprovação		DISPOSIÇÃO DO PRODUTO NÃO-CONFORME
		SIM	NÃO	
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Responsável pelo recebimento: _____				
Assinatura				

Form.07/01

B.02 – Quadro para controle de recebimento de material.

		TIM Tabela de Inspeções de Materiais (Última atualização 21/09/10) Revisado o item: Laje Pré Fabricada		Versão 8	
Material	Lote	Amostra	Verificação	Critério de Aceitação / Tolerância	
				Tamanho	Amostra
				Número total de peças defeituosas	
				Aceita o lote	Rejeita o lote
				De 2 até 15	2 peças
				De 16 até 50	3 peças
				De 51 até 150	5 peças
				De 150 até 500	8 peças
				Verificar as dimensões das chapas (largura e comprimento com tolerância de ± 2 mm) da amostra, uma por uma, com ajuda de uma trena metálica e a espessura delas, por meio de um paquímetro ou régua metálica, aceitando um desvio de no máximo ± 1 mm em relação à dimensão especificada no pedido de compra. Verificar a presença de emendas nas chapas da amostra, permitindo somente 2 emendas nas faces da chapa resinada e 1 em uma única face no caso da plastificada. Verificar, em somente uma chapa da amostra, o número de lâminas.	
				Chapa de 6 mm	No mínimo 3 lâminas
				Chapas de 9, 12 ou 14 mm	No mínimo 5 lâminas
				Chapa de 18 mm	No mínimo 7 lâminas
				Chapa de 21 mm	No mínimo 9 lâminas
Areia e Brita para concreto e argamassa	Por entrega (carreta).	Toda a carga.	Cubagem: Média aritmética da altura da caçamba.	A quantidade deverá ser inspecionada por meio de cubagem da carga na carreta. Medir a profundidade média da carga na carreta por meio de um ferro redondo, espetando-o em 5 pontos distribuídos (um em cada canto e um no centro da carga). Multiplicar a média das 5 alturas pelo comprimento e largura da carreta, para determinar o volume entregue.	
		Cerca de 1 Kg.	Aspecto geral, impurezas e granulometria.	Inspeccionar visualmente a granulometria (areia fina, média ou grossa e pedra 1 – pedrisco, pedra 2 ou 3), cor, cheiro, existência de impurezas, matérias orgânicas, torrões de argila ou qualquer outro tipo de contaminação. É importante lembrar que cor escura e cheiro forte no caso da areia, caracterizam presença de matéria orgânica em excesso e neste caso o engenheiro da obra deve analisar seu uso para receber ou não a carga. Caso a areia avaliada apresente excesso de impurezas, o engenheiro da obra não deverá permitir a sua utilização em serviços de execução de revestimentos ou outros de maior importância. Nesse caso é importante separar a areia de má qualidade do restante do estoque para que a mesma não seja utilizada indevidamente ou devolver o lote.	
Bloco de concreto para vedação ou estrutural	Por entrega (caminhão).	Toda a carga.	Aspecto geral.	Os blocos não devem apresentar trincas, quebras, lascas ou pequenas imperfeições. Segregar peças defeituosas para devolução ao fornecedor para reposição ou desconto no pagamento.	
		05 blocos.	Dimensão média dos blocos.	+5 mm ou -5 mm de desvio, com relação à altura, largura e comprimento médio dos blocos dispostos em fila. Rejeitar as peças defeituosas.	
	10.000 blocos.	05 blocos.	Resistência à compressão, retração e absorção	Os ensaios de resistência devem ser realizados através de laboratório de controle tecnológico e seu critério de aceitação deve seguir a norma NBR6136. A aceitação ou rejeição deve ser informada pelo laboratório contratado. Segregar peças defeituosas para devolução ao fornecedor para reposição ou desconto no pagamento	

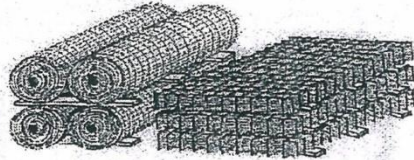
B.02 – Quadro para controle de recebimento de material.

		TIM Tabela de Inspeções de Materiais <small>(Última atualização 21/09/10) Revisado o item: Laje Pré Fabricada</small>		Versão 8
Material	Lote	Amostra	Verificação	Critério de Aceitação / Tolerância
Bloco cerâmico para vedação o estrutural	Por entrega (caminhão).	Toda a carga.	Aspecto geral.	Os blocos devem apresentar uniformidade de cor, e nenhuma trinca ou quebra. Segregar peças defeituosas para devolução ao fornecedor para reposição ou desconto no pagamento.
		05 blocos	Dimensão média dos blocos.	± 5 mm de diferença para altura, largura e comprimento médios dos blocos dispostos em fila. Rejeitar o lote em caso contrário.
			Planeza das faces.	Máximo de 3 mm de flecha.
Esquadro.	Até 3 m			
		 <p>H - altura L - largura C - comprimento</p> <p>esquadro planeza</p>		
10.000 blocos	13 blocos	Resistência à compressão (somente para blocos estruturais)	Os ensaios de resistência devem ser realizados através de laboratório de controle tecnológico, e seu critério de aceitação deve seguir a norma 15270-1 e 2. A aceitação ou rejeição deve ser informada pelo laboratório. Segregar peças defeituosas para devolução ao fornecedor para reposição ou desconto no pagamento	
Barras e Fios de Aço	Toda a carga.	Toda a carga.	Quantidade.	Realizar a conferência do aço por contagem de barras, utilizando o romaneio padronizado da empresa em anexo. Eventuais diferenças de quantidades deverão ser informadas ao fornecedor para reposição ou desconto no pagamento.
			Verificações visuais.	As barras devem ser entregues limpas (ausência de materiais estranhos ou corrosão excessiva aderidos à superfície das barras) e com comprimento mínimo de 11,0 m (pode ser aceito, no máximo, 2% de barras menores, mas nunca medindo menos que 6,0 m). Para diâmetros maiores que 10 mm, deve ser exigido que o nome do fabricante esteja estampado em relevo em todas as barras.
Telas de aço soldadas	Para efeito de inspeção, cada tipo de tela de uma mesma partida será considerado um lote.	Toda a carga.	Verificações visuais.	A inspeção visual consiste em observar o aspecto geral de conservação do material, atentando para a existência de etiquetas de identificação em cada peça. Caso o lote não esteja com etiquetas de identificação ou apresente-se danificado (corrosão, manchas de óleo etc), deve ser rejeitado.
			Quantidade.	Deve-se conferir se o número de rolos ou painéis está de acordo com o pedido. Eventuais diferenças de quantidades deverão ser informadas ao fornecedor para reposição ou desconto no pagamento.

B.02 – Quadro para controle de recebimento de material.

		TIM Tabela de Inspeções de Materiais <small>(Última atualização 21/09/10) Revisado o item: Laje Pré Fabricada</small>		Versão 8
Material	Lote	Amostra	Verificação	Critério de Aceitação / Tolerância
Concreto	Definido pelo laboratório, conforme a norma.	Toda a carga.	Volume e aspecto geral.	<p>Inspeccionar visualmente, durante a descarga do caminhão, a homogeneidade do concreto e consistência, também após a concretagem das peças verificar se a quantidade foi suficiente.</p> <p>Verificar, na nota fiscal de entrega, a hora de saída do caminhão da central. O limite de tempo da saída do caminhão até sua aplicação não deve superar 2 horas e 30 minutos.</p> <p>Caso o tempo tenha sido superado, o caminhão deve ser rejeitado.</p> <p>Rejeitar a entrega se o número do lacre da betoneira estiver em desacordo com o escrito na nota fiscal ou se o caminhão não estiver lacrado. Não é necessário fazer FVM.</p>
		Cerca de 30 litros.	Abatimento do tronco de cone.	Caso o resultado do abatimento ultrapasse o limite estabelecido no pedido de compra o caminhão deve ser devolvido, caso seu resultado seja inferior, pode-se adicionar água ao concreto até atingir o valor ideal. Essa quantidade de água a ser adicionada deve ser estabelecida em comum acordo com a central, caso não seja possível atingir o valor ideal, devolver o caminhão. O abatimento não deve ser aumentado em mais de 2,0 cm.
		4 corpos de prova.	Resistência à compressão.	<p>Moldar 2 corpos de prova (CP) para cada idade a ser medida (7 e 28 dias). Após retirados os CPs, um laboratório deve realizar os ensaios e fornecer os resultados para o engenheiro da obra. Caso a resistência característica estimada (fckest) resulte em um valor inferior ao estabelecido em projeto (fck), consultar o projetista.</p> <p>O engenheiro da obra deve aguardar os resultados dos ensaios de rompimento dos corpos de prova e compara-los com o fck estabelecido em projeto.</p>
Cimento, cal hidratada, argamassa colante, argamassa industrializada Gesso	Por entrega (caminhão) com no máximo 30 toneladas.	5 sacos.	Aspecto geral.	O lote deverá ser aceito se os sacos não estiverem rasgados, molhados ou manchados ou com prazo de validade vencido.
		1 saco.	Selo da qualidade	<p>No caso do cimento, o saco deve apresentar o selo da ABCP e para a cal, o selo da ABPC ou em ambos a citação da norma NBR a qual o produto atende.</p> <p>Caso contrário, rejeitar os sacos que não estiverem dentro dos padrões.</p> <p>No caso do Gesso verificar se o mesmo está dentro do prazo de validade.</p>
Laje Pré-Moldada	Por entrega	Toda a carga.	Aspecto geral.	<p>Verificar durante a descarga para as vigas, defeitos tais como empenamento, cavidades, quebraamentos, trincas, falta de cobertura de armadura e a existência de armadura de extremidade para ancoragem. As lajotas não devem apresentar trincas, quebraamentos, não uniformidade de cor e cozimento.</p> <p>Devolver as peças defeituosas ao fornecedor para reposição ou desconto no pagamento.</p>

B.02 – Quadro para controle de recebimento de material.

TAM Tabela de Armazenamento e Manuseio de Materiais (Última atualização 21/09/10) Revisado o item: Telhas Cerâmicas/Revestimento Cerâmico e Tintas		Versão 11	FOLHA 01/13
MATERIAL	Condições Gerais	Condições Específicas	
Blocos	<ul style="list-style-type: none"> • Armazenar os blocos sobre terreno plano e separado por tipo, sem contato direto com terra, por meio de um lastro de brita ou qualquer outro material semelhante. • Em caso de chuva intensa cobrir as pilhas com lonas plásticas. • No caso de recebimento de blocos palletizados, somente é permitido o empilhamento máximo de dois palletes. • Em caso de terreno inclinado colocar a última coluna inclinada de forma a amarrar as outras colunas garantindo a estabilidade 	<p><i>Blocos Cerâmicos</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Pilhas não superior a 2,0 metros <p><i>Blocos de Concreto</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Pilhas não superior a 1,80 metros. 	
Barras e Fios de Aço	<ul style="list-style-type: none"> • Sem contato direto com o solo, utilizando-se de caibros, pontaletes ou brita. • Em caso de longos períodos de chuvas ou logo período de estocagem, cobrir com lona plástica. 		
Tela de Aço	<ul style="list-style-type: none"> • Durante o manuseio, atentar para que o material não tenha contato direto com o solo, para não haver impregnação de sujeira em sua superfície. • Armazenar as telas sobre pontaletes ou sobre brita, separados por tipo, sem contato direto com o solo. • Em caso de longos períodos de chuvas ou logo período de estocagem, cobrir com lona plástica. • Atentar para a altura do empilhamento (2 rolos ou 0,5m), quando estiver em rolos trava-los para que não rolem abaixo. 		
Concreto dosado em Central	<ul style="list-style-type: none"> • O concreto por ser um material que após ser misturado inicia um processo de endurecimento, não necessita de orientações para armazenamento. • Durante o manuseio do concreto, cuidar para que não sofra agitações e fique exposto a vibrações excessivas por longos períodos, pois isso pode acarretar a segregação da mistura dos materiais componentes do concreto. • O transporte deve ser feito por meio de carrinhos de mão, gericas ou caçambas de elevação vertical com aberturas inferiores para concretagem. 	<ul style="list-style-type: none"> • Não aplicar o material após 2:30 minutos a partir do horário de saída da usina (o mesmo anotado na nota fiscal). 	
Ensacados	<ul style="list-style-type: none"> • Local protegido e apropriado para evitar ação da água ou umidade, extravio ou roubo, sobre estrado de madeira (pontaletes e tábuas ou chapas de compensado). • Quando armazenado em local fechado (ex. depósito) as pilhas não devem ter contato com as paredes externas. • Garantir que os sacos mais velhos sejam utilizados antes dos sacos recém entregues, atentando para que nunca se ultrapasse a data de validade do produto (na embalagem). • Separar por tipo de material. • Em regiões litorâneas, prever proteção contra umidade, cobrindo-se o lote com uma lona plástica (não hermeticamente), para garantir a durabilidade do cimento. 	<p><i>Argamassa industrializada para revestimento</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Pilhas de 10 sacos. <p><i>Cal hidratada</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Pilhas de no máximo 10 sacos. <p><i>Cimento e Gesso</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Pilhas de no máximo 10 sacos. 	

B.03 – Controle tecnológico dos blocos.

Nº EBC.: 000/09	ENSAIOS DE COMPRESSÃO AXIAL EM BLOCOS DE CONCRETO COM FUNÇÃO ESTRUTURAL					
DATA: 04/10/2010	NORMAS ANALISADAS: NBR 6136 / NBR 7184 / NBR 12117 / NBR - 12118					
CLIENTE:						
OBRA :			LOTE: 5A			
ENGº RESPONSÁVEL:			DATA DE ROMPIMENTO: 29/09/2010			
Prezados Senhores:						
Apresentamos os resultados dos ensaios de resistência à compressão axial dos blocos de concreto produzidos no canteiro da obra, conforme as recomendações da NBR 12118.						
Nº DO ENSAIO	LARGURA (mm)	ALTURA (mm)	COMPRIMENTO (mm)	ÁREA BRUTA (mm)	RESISTENCIA OBTIDA EM CARGA	RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO (KN)
1	9	190	140	126	16,800	13,3
2	9	190	140	126	15,400	12,2
3	9	190	140	126	17,600	13,9
4	9	190	140	126	16,200	12,8
5	9	190	140	126	18,600	14,7
6	9	190	140	126	15,000	11,9
DIMENSÃO NOMINAL DO BLOCO		DATA DE FABRICAÇÃO	FABRICANTE	CLASSE DE RESISTÊNCIA	IDADE DO LOTE	f _{bktest} Mpa
9 X 19 X 14		N.I.	T&A	12 MPA	≥ 28 DIAS	13,1
OBSERVAÇÕES: N.I.= NÃO INFORMADO						