



CAMPUS PALMAS
CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM CONSTRUÇÃO
DE EDIFÍCIOS

ABORDAGEM SOBRE A ADOÇÃO DE
BLOCOS DE VEDAÇÃO COM
FUNÇÃO ESTRUTURAL

Palmas – TO

2011



CAMPUS PALMAS
CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM CONSTRUÇÃO
DE EDIFÍCIOS

ABORDAGEM SOBRE A ADOÇÃO DE
BLOCOS DE VEDAÇÃO COM
FUNÇÃO ESTRUTURAL

Acadêmico: Janerson Castro Coelho.

Trabalho de Conclusão de Curso, Monografia,
apresentado como requisito para obtenção do
título de tecnólogo em construção de edifícios,
orientado pelo professor: Msc. Gilson Marafiga
Pedroso.

Palmas – TO
2011

ABORDAGEM SOBRE A ADOÇÃO DE BLOCOS DE VEDAÇÃO COM FUNÇÃO ESTRUTURAL

JANERSON CASTRO COELHO

O presente Trabalho de Conclusão de Curso foi julgado e aprovado para a obtenção do título de **Tecnólogo em Construção de Edifícios**, do curso de **Construção de Edifícios** do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins – Campus Palmas.

Palmas, ____ de _____ de 2011.

Banca examinadora:

Orientador: Profº Msc. Gilson Marafiga Pedroso

Professor do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins –
Campus Palmas

Membro: Profº Msc. Thiago Dias de Araújo e Silva

Professor do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins –
Campus Palmas

Membro: Profª Msc. Adriana Soraya Alexandria Monteiro

Professora do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins –
Campus Palmas

CONCEITO DA APROVAÇÃO: _____

Prof. Msc. Thiago Dias de Araújo e Silva
Coordenador do Curso

Agradeço a todos que contribuíram com a minha jornada, família, amigos, professores e principalmete aquele que é mestre dos mestres, Deus.

AGRADECIMENTOS

Lamento em não poder citar aqui nessas poucas linhas a quantidade de pessoas que me acompanharam durante toda essa trajetória não muito fácil que é a graduação. Porém irei tentar representar alguns que me acompanharam durante esses três anos de percurso. De antemão agradeço a todos com muito carinho.

Primeiramente e com sinceridade de coração agradeço àquele pelo qual eu existo e sem o qual nada do que foi feito se fez, ao criador do céu e da terra: *Jesus Cristo*. Agradeço a todos os meus familiares, dentre eles em especial à minha mãe, Dinair de Sousa Castro Luz, ao meu pai, Jair Coelho da Luz e à minha irmã, Thaysi Castro Coelho. Acredito que as palavras não são o bastante para agradecer o apoio que todos vocês puderam me dar. Ao meu pai pelos conselhos e por todo auxílio financeiro quando precisei, à minha mãe pelo simples fato de existir em minha vida e pelo apoio quando precisei e à minha única irmã de sangue pelo companheirismo desde criança, acredito que os irmãos são as melhores lembranças que temos da infância.

Agradeço aos meus professores, porque como mestres repassaram os conhecimentos aos discípulos, obrigada pela generosidade de todos sem exceção, e em especial a alguns com quem convivi a maior parte do curso. Primeiramente ao professor Thiago Dias, que não poupou esforços na coordenação do curso.

Aos professores Gilson Marafiga, Adriana, João Marques, a todos vocês eu agradeço gentilmente.

Por fim, agradeço o Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia, Campus Palmas, e ao Curso de Construção de Edifícios pela oportunidade da realização dessa graduação que foi de grande importância em minha vida.

A todos, o meu muito obrigado.

RESUMO

O Tocantins nos últimos anos apresentou um crescimento acelerado na área da construção civil, porém esse crescimento tem que estar aliado a qualidade construindo-se sempre obras confiáveis e habitáveis, para diferir de alguns estados do Brasil, que não tiveram essa preocupação com suas obras, como Pernambuco, que está numa situação calamitosa com boa parte de suas edificações com patologias e em ruínas. Mediante a isso esse trabalho aborda sobre a adoção de blocos de vedação com função estrutural, nos dois sistemas estruturais mais utilizados no estado: o sistema reticulado e o sistema laminar, com o intuito de alertar, as empresas e os profissionais, para que erros deixem de ser cometidos e reavaliar as obras existentes. Este trabalho afirma que tudo isso é decorrente da má utilização dos materiais, no caso os blocos de vedação que são utilizados como elementos estruturais e o emprego de técnicas inadequadas, além do objetivo de esclarecer como são realizadas as obras dos dois sistemas estruturais, e os materiais que compõem os mesmos, diferenciar a forma correta e a forma errada na execução dos sistemas reticulado e do sistema laminar e identificar os problemas resultantes dessa má utilização. Portanto conclui-se que obras que utilizam alvenaria de vedação como fundo de viga e alvenaria de vedação empregada em uma obra sem pilares nem vigas, certamente estará condenada ao surgimento de patologias.

Palavras-chave: Alvenaria, Estrutura, Vedação.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS.....	09
LISTA DE TABELAS.....	10
1. INTRODUÇÃO.....	11
2. JUSTIFICATIVA.....	12
3. OBJETIVOS.....	13
3.1 Objetivo geral.....	13
3.2 Objetivos específicos.....	13
4. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	14
4.1 ESTRUTURA LAMINAR.....	14
4.1.1 História da alvenaria estrutural no Brasil.....	14
4.1.2 Alvenaria estrutural.....	15
4.1.2.1 Componentes da alvenaria estrutural.....	17
4.1.2.1.1 Principal componente.....	17
4.1.2.1.2 Como escolher e controlar a qualidade dos blocos.....	20
4.1.2.1.3 Definindo o tipo de bloco.....	20
4.1.2.1.4 Família dos blocos estruturais de concreto.....	21
4.1.2.1.5 Família dos blocos cerâmicos estruturais.....	23
4.1.2.1.5.1 Família 29.....	23
4.1.2.1.5.2 Família 39.....	24
4.2 ESTRUTURA RETICULADA.....	25
4.2.1 Componentes da estrutura reticulada.....	27
4.2.1.1 Concreto.....	27
4.2.1.2 Armadura.....	28
4.2.1.3 Concreto armado.....	28
4.2.2 Perfis e chapas de aço para estrutura reticulada.....	29
4.3 ALVENARIA DE VEDAÇÃO.....	34
4.3.1 Definição de alvenaria de vedação.....	34
4.3.2 Conceitos sobre alvenaria.....	35
4.3.3 Planejamento e concepção.....	36
4.3.4 Alvenaria racionalizada.....	38
4.3.5 Classificação quanto ao tipo de bloco.....	39

4.3.5.1 Componentes naturais.....	39
4.3.5.2 Componentes industrializados.....	40
4.3.6 Vedação vertical.....	41
4.3.7 Alvenaria.....	41
5. USO INCORRETO DA ALVENARIA DE VEDAÇÃO.....	42
5.1 USO DE ALVENARIA DE VEDAÇÃO COM FUNÇÃO ESTRUTURAL NO SISTEMA LAMINAR.....	42
5.1.1 Alvenaria estrutural de blocos cerâmicos: patologias e técnicas inadequadas.....	42
5.1.2 Uso incorreto dos blocos.....	43
5.1.3 Situação e perspectiva dos prédios caixão na região metropolitana do Recife.....	44
5.2 USO DE ALVENARIA DE VEDAÇÃO COM FUNÇÃO ESTRUTURAL NO SISTEMA RETICULADO.....	50
6. CONSIDERAÇ FINAIS.....	56
6.1 ANÁLISE COMPARATIVA DAS OBRAS DA CIDADE DE PALMAS E DA CIDADE DE RECIFE.....	56
6.2 CONCLUSÕES.....	57
REFERENCIAL BIBLIOGRAFICO.....	59

LISTA DE FIGURAS

Figura 01 – Estrutura Laminar.....	14
Figura 02 – Bloco de Concreto Estrutural.....	18
Figura 03 – Bloco Cerâmico Estrutural.....	18
Figura 04 – Família dos Blocos de Concreto.....	20
Figura 05 – Blocos Cerâmicos Estruturais – Família 14X19X29.....	22
Figura 06 – Blocos Cerâmicos Estruturais – Família 14X19X39.....	23
Figura 07 – Estrutura Reticulada.....	25
Figura 08 – Estrutura Reticulada.....	26
Figura 09 – Estrutura de Aço.....	28
Figura 10 – Estrutura de Aço.....	29
Figura 11 – Bloco Cerâmico de Vedação.....	36
Figura 12 – Bloco de Vedação de Concreto.....	36
Figura 13 – Exemplo de Alvenaria de Vedação Tradicional.....	37
Figura 14 – Ruínas do Ed. Érica (Olinda).....	45
Figura 15 – Colapso do Ed. Aquarela (Jaboatão dos Guararapes).....	46
Figura 16 – Ruína do Ed. Ijuí (Jaboatão dos Guararapes).....	47
Figura 17 – Ruínas do Ed. Bosque das Madeiras (Engenho do Meio Recife).....	48
Figura 18 – Armação de Viga sobre Alvenaria.....	49
Figura 19 – Armação de Viga sobre Alvenaria - Obra Pequena.....	50
Figura 20 – Armação de Viga sobre Alvenaria - Obra Grande.....	51
Figura 21 – Má Concepção Estrutural.....	52
Figura 22 – Fachada Lateral.....	53
Figura 23 - Confusão Total.....	54
Figura 24 - Detalhes de Fissuras.....	54

LISTA DE TABELAS

Tabela 01 – Dimensões dos Blocos.....	20
Tabela 02 – Desabamentos de Prédios em Recife nos últimos 20 anos.....	43

1. INTRODUÇÃO

A indústria da construção civil no Brasil acelerou seu crescimento nas últimas décadas e o Tocantins recebe esse reflexo, entre os anos de 2000 a 2011, devido à rápida aceleração vista em seu crescimento, isso tem contribuído para o desenvolvimento do estado, atraindo novos investimentos e pessoas que buscam melhoria de vida, ou seja, crescer juntamente com ele; pois foi comprovado no último censo, realizado pelo IBGE, que o Tocantins alcançou um crescimento populacional de 25%.

Observando o crescimento populacional acelerado e visando o surgimento de novas construções no Tocantins, este trabalho abordará a adoção de blocos de vedação com função estrutural, na construção civil, tendo como foco principal o uso correto desses blocos que são utilizados tanto em alvenaria estrutural, sendo componente primordial da estrutura, como em estruturas reticuladas, para o fechamento de espaços com alvenaria de vedação.

Apresentados os dois tipos de sistemas estruturais mais utilizados na construção civil do Tocantins, mencionados acima: o sistema reticulado, onde se utiliza pilares e vigas, podendo ser de concreto armado ou de estrutura de aço, onde os espaços são preenchidos com alvenaria de vedação; e o sistema laminar representado pela alvenaria estrutural, em que os próprios blocos suportam as cargas provenientes de toda a estrutura. Serão apontadas as formas erradas de construção desses sistemas.

Então esse trabalho contribuirá consideravelmente com a continuidade do crescimento da construção civil aliado a qualidade, pois aborda sobre a má utilização de materiais, em destaque blocos, que compõem os sistemas estruturais utilizados em obras na cidade de Palmas.

2. JUSTIFICATIVA

Em meio ao crescimento da construção civil no Brasil, especialmente no estado do Tocantins, esse projeto é proposto, com o intuito de diminuir o surgimento de patologias nas edificações na cidade de Palmas, porque ambos os sistemas, seja ele de alvenaria estrutural ou de estrutura reticulada utilizam blocos cerâmicos ou de concreto, certamente previsto em projeto o material que será adotado.

O que se propõe nesse projeto é alertar, as empresas e os profissionais, para que erros e equívocos deixem de ser cometidos em novos empreendimentos, assim como a segurança das construções já existentes venham a ser reavaliadas e adequadas a padrões aceitáveis, promovendo o crescimento na indústria da construção civil no Tocantins.

3. OBJETIVOS:

3.1 Objetivo geral:

O objetivo principal deste trabalho é abordar sobre a adoção de blocos de vedação com função estrutural na construção civil, enfatizando os blocos corretos para serem utilizados tanto em alvenaria estrutural, que é utilizado como componente primordial da estrutura, como em estruturas reticuladas, para o fechamento de espaços com alvenaria de vedação.

3.2 Objetivos específicos:

- Esclarecer como são realizadas as obras dos dois sistemas estruturais utilizados em Palmas e os materiais que compõem os mesmos;
- Diferenciar a forma correta e a forma errada na execução do sistema reticulado e do sistema laminar.
- Identificar os problemas resultantes da má utilização dos blocos de vedação, tanto no sistema reticulado como no sistema laminar.

4. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

4.1 ESTRUTURA LAMINAR

4.1.2 Alvenaria estrutural

Segundo Prudêncio *et al* (2002), a milhares de anos que a alvenaria é empregada como estrutura e utilizada nas edificações. Inicialmente eram utilizados blocos de rocha como elementos de alvenaria, mas segundo a NATIONAL CONCRETE MASONRY ASSOCIATION (1988), no ano de 4.000 a.C. a argila passou a ser trabalhada, possibilitando assim, a produção de tijolos. Algum tempo depois, os romanos desenvolveram a argamassa de cal, utilizada não só no assentamento, como também no revestimento. Ao longo dos séculos, obras monumentais foram construídas em diversas partes do mundo, demonstrando a capacidade portante da alvenaria. O Parthenon, na Grécia, construído entre 480 a.C. a 323 a.C. e a Muralha da China, no período de 1368 a 1644, são alguns exemplos do uso desta técnica.



Figura 01: Estrutura Laminar

Fonte: Arquivo Pessoal

A foto acima é um exemplar de uma obra em alvenaria estrutural com bloco cerâmico

Segundo Manzione, (2004), na maioria dos casos, a alvenaria estrutural é praticada parcialmente, apenas como uma forma de substituir uma estrutura convencional e sem o aproveitamento total potencial do sistema. Pensando neste aproveitamento e potencialidades, partimos do conceito de sistema construtivo de Sabatini (1989): “sistema construtivo é um processo construtivo de elevados níveis de industrialização e de organização, constituído por um conjunto de elementos e componentes inter-relacionados e completamente integrados pelo processo”. A alvenaria estrutural pode ser então, entendida como um sistema construtivo complexo, com racionalidades, que suporta e organiza os outros subsistemas da edificação. Demanda forte integração entre os projetos e mantém o foco no processo de produção, sendo fundamental o equacionamento da sua interface projeto-execução. Enquanto os pilares, vigas, lajes e alvenaria de vedação são os principais elementos do sistema construtivos convencional, na alvenaria estrutural as paredes cumprem a função de integrar a vedação e a estrutura. Por cumprir esta dupla função (a de estrutura e de vedação), há uma redução significativa nas etapas

e no tempo de execução da alvenaria estrutural, já que toda a estrutura convencional é eliminada.

Na alvenaria estrutural é possível utilizar a técnica de coordenação modular no projeto, pois todas as dimensões dos ambientes podem ser múltiplas da unidade básica, o bloco...

Os demais subsistemas podem ser desenvolvidos e conceituados na forma de kits, sendo, então, montados no local. O sistema de alvenaria estrutural permite a racionalização de acordo com os diferentes graus de investigação no próprio processo de produção, ou seja, pode-se racionalizar desde pequenas habitações populares até grandes conjuntos de edifícios, como por exemplo:

Aliadas a estas possibilidades, outras vantagens são obtidas pela redução na espessura dos revestimentos internos e externos, pela redução ou eliminação de fôrmas de madeira e de mão de obra de carpinteiros e pela possibilidade de se trabalhar com soluções combinadas e sistêmicas, como, por exemplo, kits hidráulicos ou kits de telhados. (MANZIONE, 2004 p. 14-15)

Manzione, (2004), afirma que cálculos da revista construção mercado, há economia de cerca de 11% apenas com a substituição da estrutura convencional pela alvenaria estrutural. Em alguns casos, se o projeto for desenvolvido com todas as premissas necessárias do sistema e não apenas como uma simples troca de estruturas, este número pode chegar até 20%. As ações de racionalização necessárias para a obtenção máxima desses benefícios deverão contemplar a totalidade do processo, projeto, execução e controle a ser entendidas dentro de um contexto de racionalização dos processos de produção da empresa como um todo.

4.1.2.1 Componentes da alvenaria estrutural

Os responsáveis pela resistência da estrutura, na alvenaria estrutural, são os componentes que a constituem.

Quanto ao material componente, às unidades mais utilizadas no Brasil para edificações de alvenaria estrutural são: blocos, argamassa, graute e armadura. Quanto aos blocos, podem ser maciços ou vasados, respectivamente. São considerados maciços, aqueles que possuem um índice de vazios de no máximo 25% da área total. Se os vazios excederem esse limite, a unidade é classificada como vasada. Desse detalhe advêm dois conceitos de grande importância estrutural. A tensão que se refere à área total da unidade, desconsiderando-se os vazios, é chamada tensão em relação à área bruta. Já a tensão calculada desconectando-se área de vazios, é chamada tensão em relação à área líquida. (RAMALHO *et al.*, 2004, p. 7)

Os principais componentes da alvenaria estrutural são:

- Bloco estrutural;
- Graute;
- Armadura;
- Argamassa.

4.1.2.1.1 Principal componente

Segundo Manzione, (2004), o principal componente da alvenaria estrutural são os blocos estruturais, seja ele de concreto seja de cerâmica, recomenda-se a utilização dos “blocos técnicos” para alvenaria estrutural, ou seja, aqueles que atendam a todos os requisitos da norma NBR 6136 e que sejam fabricados por processo de vibro prensagem e cura a vapor, não sendo recomendados os blocos fabricados informalmente em canteiros de obra ou em fábricas sem os requisitos

adequados. Os blocos são elementos vibro prensados e são constituídos de misturas de cimento Portland, agregados e água. Devem apresentar um aspecto homogêneo e compacto com arestas vivas, sem trincas e textura com aspereza adequada à aderência de revestimento.

Ainda na mesma ideia, o autor enfatiza que em relação ao bloco estrutural...

Sua resistência é especificada pelo F_{bk} , sendo que o índice mínimo para paredes internas e externas com revestimentos é 4,5Mpa e o índice mínimo para paredes externas sem revestimentos é 6Mpa. Com relação às dimensões, podem-se classificar os blocos em dois grupos distintos: blocos modulares (com comprimento igual a duas vezes a largura mais a junta) e blocos não modulares. A grande vantagem da utilização dos blocos modulares é a utilização da técnica de coordenação e a eliminação do uso de blocos com medidas especiais, reduzindo-se assim a diversidade de elementos na obra e facilitando o trabalho da mão de obra. (MANZIONE, 2004, p. 17-18)



Figura 02: Bloco de Concreto Estrutural

Fonte: <http://www.extravase.com/blog/tijolos-de-ceramica-e-blocos-de-concreto/>

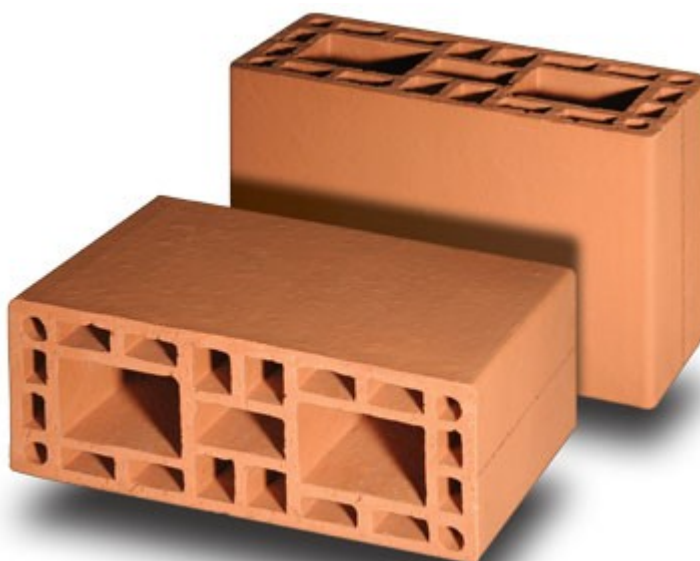


Figura 03: Bloco Cerâmico Estrutural

Fonte: <http://www.multiclassificados.com/ads/blocos-ceramicos-estrutural/>

4.1.2.1.2 Como Escolher e controlar a qualidade dos blocos

As Paredes dos blocos estruturais são montadas a partir das unidades da alvenaria, os blocos. Portanto, é imprescindível que eles obedeçam a às características estabelecidas para que se obtenha o máximo de vantagens oferecidas pelo sistema.

4.1.2.1.3 Definindo o tipo de bloco

Antes de sair a campo catando blocos, é importante escolher aquele que atenderá melhor o sistema. Quem define o tipo, ou a família, é o arquiteto. Caberá ao engenheiro de estrutura informar a classe de resistência que será adotada.

Uma das características importantes, é que bloco deve ser vasado, ou seja, sem fundo, aproveitando-se os furos para passagens das instalações e para a aplicação do Graute (concreto de alta plasticidade). Não tendo fundo, há também uma grande economia de argamassa de assentamento.

A norma brasileira faz uma designação dos blocos tomando como base a largura, por exemplo, M-10, M-15 e M-20, referindo-se às larguras 9, 14, 19 cm, respectivamente. Tal representação é vista na Tabela 01 abaixo:

Tabela 01: Dimensões dos Blocos			
DESIGNAÇÃO	DIMENSÕES (mm)		
	LARGURA	ALTURA	COMPRIMENTO
M-20	190	190	390
	190	190	190
M-15	140	190	390
	140	190	190
M-10 SOMENTE VEDAÇÃO	90	190	390
	90	190	190
Fonte: Livro Praticas Recomendadas 1.			

4.1.2.1.4 Família dos blocos estruturais de concreto.

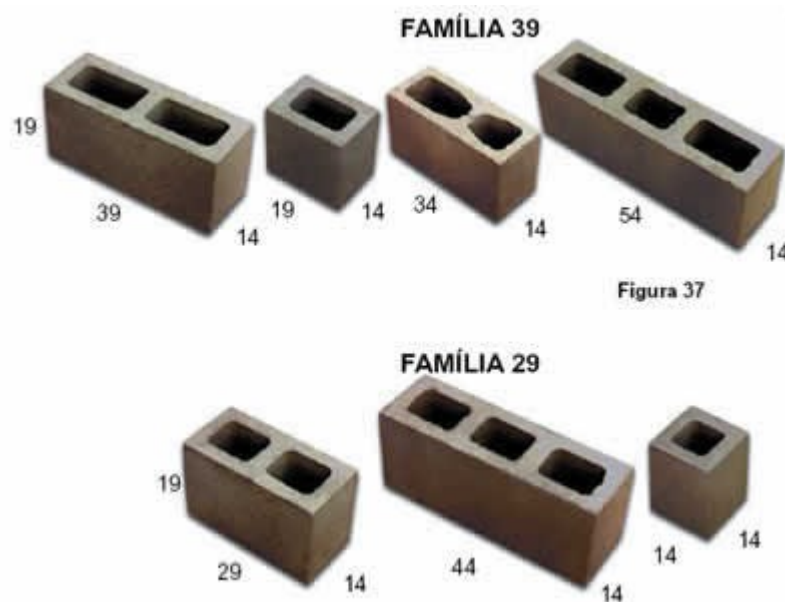


Figura 04: Família dos Blocos de Concreto

Fonte: http://www.fazfacil.com.br/reforma_construcao/paredes_blocos_3.html

A família 29 é composta de dois elementos básicos: o bloco B29 (14x19x29 cm), o bloco B14 (14x19x19).

Utilizar a família 29 é projetar usando unidade modular 15 e múltiplos de 15, onde 15 é a medida do bloco de 14 cm, mais 1 cm de espessura das juntas.

No caso da família 29, os blocos têm sempre 14 cm de largura. Ou seja, o comprimento dos blocos é sempre múltiplo da largura, o que evita o uso dos elementos compensadores, salvo para ajuste de vãos de esquadrias.

A família 39 é composta de três elementos básicos: o bloco B39 (39x19 cm) e largura variável; o bloco B19 (19x19 cm) e largura variável e o bloco B54 (54x19 cm) e largura variável.

Utilizar a família 39 significa projetar usando a unidade modular 20 e múltiplos de 20, onde 20 é a medida do bloco de 19 cm, mais 1 cm de espessura das juntas. No caso da família 39, os blocos podem ter largura de 14 cm e 19 cm.

Fonte: http://www.fazfacil.com.br/reforma_construcao/paredes_blocos_3.html

Acesso em: 12 de maio de 2011.

4.1.2.1.5 Família dos blocos cerâmicos estruturais.

4.1.2.1.5.1 Família 29

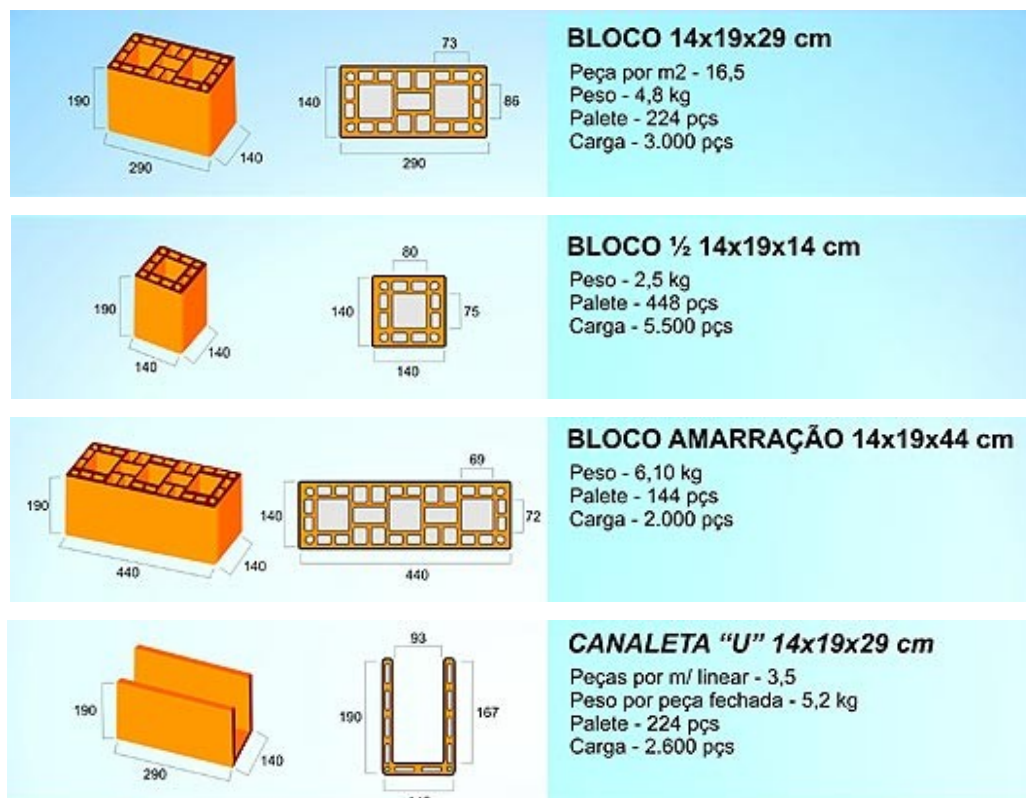


Figura 05: Blocos Cerâmicos Estruturais – Família 14X19X29

Fonte: <http://www.ceramicacanella.com.br/html/estruturais.htm>

4.1.2.1.5.2 Família 39

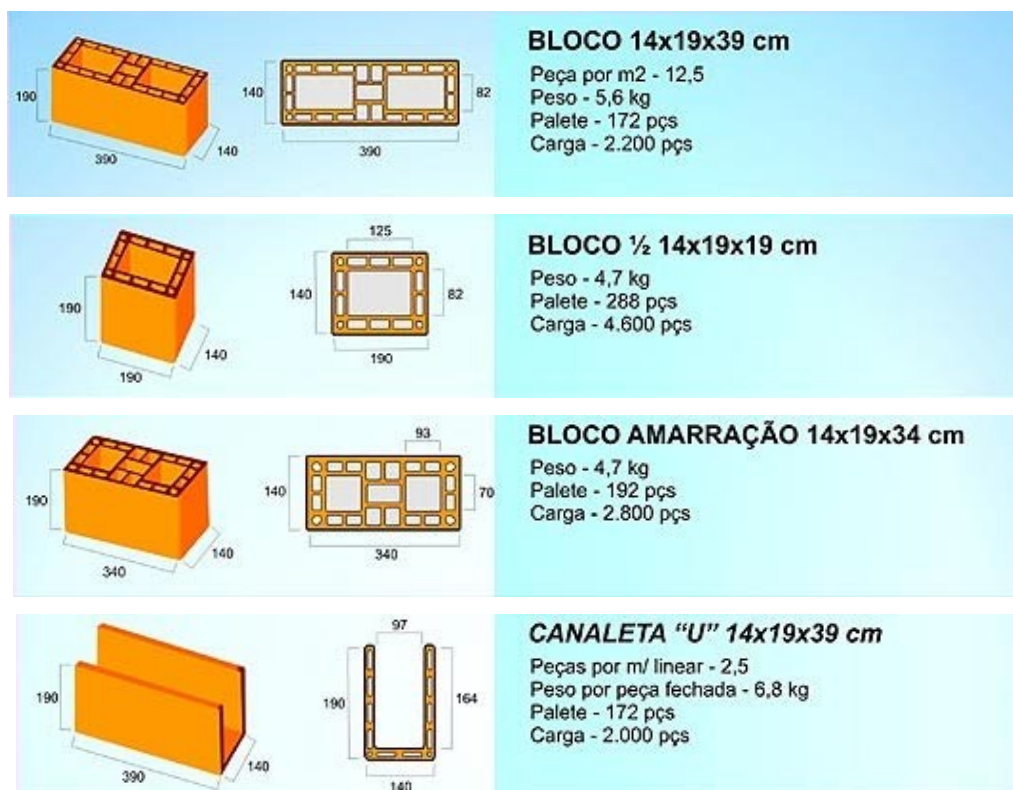


Figura 06: Blocos Cerâmicos Estruturais - Família 14X19X39

Fonte: <http://www.ceramicacanela.com.br/html/estruturais.htm>

4.2 ESTRUTURA RETICULADA

Segundo Salvadori, (2006), os componentes estruturais de uma edificação asseguram que os elementos necessários para cumprir sua função irão manter-se em pé. Os pilares, vigas, e lajes, e a estrutura tornam possível a função arquitetônica. Mesmos nas tendas de nossos antepassados, os componentes funcionais e estruturais eram claramente separados. Peles de animais criavam o espaço interno e protegiam os moradores; era invólucro, ou seja, o componente funcional. O mastro central e as cordas que o sustentavam eram os responsáveis por manter as peles erguidas; eram os componentes estruturais. Mais uma vez, por analogia com o corpo humano, esses componentes estruturais são chamados de o esqueleto ou a ossatura de uma edificação.

Com o desenvolvimento da estrutura, proporcionado pela revolução da arquitetura e engenharia...

Nossos edifícios de andares múltiplos, que agora atingem alturas de mais de 450 metros, e nossos estádios cobertos, cujo diâmetro às vezes atinge 210 metros, requerem estruturas incomparavelmente mais complexas e mais robustas do que as do passado. Seu desenvolvimento exigiu tanto novos conhecimentos teóricos para o projeto quanto novos materiais para a construção (SALVADORI, 2006 p. 4).

Segundo Rego, (2005), estrutura de um prédio é o conjunto de peças que podem ser de concreto armado ou de estrutura de aço, as quais suportam e transferem toda a carga de uma construção e acessórios, que lhe é solicitada, para as fundações e estas, conseqüentemente, para o terreno. Este conjunto é composto de laje, viga e pilar. Sendo a primeira de apoio, a segunda de apoio e também pode exercer a função de ligação e a terceira peça de recebimento e transmissão de cargas.

Segundo Salvadori, (2006), a finalidade de uma estrutura é canalizar para o solo as cargas que atuam sobre o edifício. A ação é similar à da água que flui numa rede de canos; os pilares, as vigas, agem como dutos para o fluxo das cargas. É

óbvio que isto se torna uma função complexa se a estrutura for grande, e as cargas numerosas.



Figura 07: Estrutura Reticulada

Fonte: [TTP://www.arq.ufsc.br/arq5661/trabalhos_20012/alvenaria_estrutural/inicial.htm](http://www.arq.ufsc.br/arq5661/trabalhos_20012/alvenaria_estrutural/inicial.htm)



Figura 08: Estrutura Reticulada

Fonte: Arquivo Pessoal

Nas figuras 07 e 08 a alvenaria de vedação é utilizada da forma correta, para compor vãos e abrigar instalações.

4.2.1 Componentes de estrutura reticulada

4.2.1.1 Concreto

Segundo Rego, (2005), concreto é a massa obtida da mistura de um aglomerante, um ou mais agregados e água, de maneira que satisfaça a duas condições básicas: resistência e trabalhabilidade;

Resistência é a propriedade encontrada em qualquer material, porém com características próprias. Embora haja muita pesquisa, o conceito de resistências do concreto ainda está teoricamente relacionado aos 28 dias de idade do mesmo. Este é o prazo para se encontrar a resistência mecânica à compressão (f_{c28}), através de ensaios, desejada à satisfação dos cálculos estruturais “ f_{ck} ”.

Trabalhabilidade é a propriedade do concreto em permitir que se trabalhe com ele, isto é, que se possa misturar transportar, lançar e adensar. O cimento, por ser um aglomerante, reage com a água. Dentro do espaço de tempo desta reação e

definida sua trabalhabilidade, se não houver nenhum aditivo na mistura, este espaço de tempo é de pouco mais que 60 minutos após a adição de água. A partir daí começa o endurecimento (pega), impedindo o trabalho; e o mesmo acrescentando mais água esta não irá misturar-se e nem modificará a consistência do concreto, só diminuirá a resistência.

4.2.1.2 Armadura

Segundo Rego, (2005), devido á pouca resistência do concreto puro aos esforços de tração, é necessária a associação do aço ao concreto, transformando-o em concreto armado. Este foi o material que melhor se adaptou ao concreto quanto á aderência, dilatação térmica, ao mesmo tempo em que era protegido da corrosão, por estar totalmente envolvido pela massa do concreto. Atualmente há estudos sobre os polímeros na utilização da armadura do concreto. Este tem inúmeras vantagens e com o tempo ganharão o mercado da construção. Com as fibras vegetais como o sisal, também se encontram em ensaios, apesar de terem a grande vantagem de não agredir o meio ambiente e sua extração ser de rápida reposição, não agredindo a natureza. Porém os estudos ainda mostram desvantagens no custo, pois o consumo de cimento aumenta consideravelmente.

4.2.1.3 Concreto armado

Segundo Salvadori, (2006), o material estrutural artificial mais interessante talvez seja o concreto armado. Combinando a resistência à compressão do concreto e a resistência á tração do aço, pode ser derramado em moldes e tornar qualquer formato que seja adequado para a canalização de cargas. Pode ser esculpido de acordo com os desejos dos engenheiros e arquitetos, em vez de montado com placas pré-fabricadas. É disponível a baixo custo em quase todas as regiões da terra e é à prova de fogo. O concreto é uma mistura de cimento, agregado miúdo, agregado graúdo e água. A água e a pasta de cimento preenchem os espaços entre o agregado miúdo e o agregado graúdo. Depois de algumas horas, o concreto inicia o endurecimento, ou seja, o concreto inicia a pega.

4.2.2 Perfis e chapa de aço para estrutura reticulada

Na figura 09 e 10, dois exemplos de estrutura em aço.



Figura 09: Estrutura de Aço

Fonte: <http://br.dir.groups.yahoo.com/group/comunidadeTQS/message/26379>



Figura 10: Estrutura de Aço

Fonte: <http://www.7735.com/pt/sale/estrutura-de-a%C3%A7o-jk61>

O aço é uma liga de ferro e carbono, com quantidades mínimas de outros metais para dotá-las de propriedades particulares. O minério de ferro pode ser encontrado praticamente em toda a superfície terrestre, é derretido em fornos de alta temperatura e depois ligado ao carbono para produzir o aço. O aço estrutural moderno é produzido com dois tipos de resistência: o aço estrutural comum, e o aço de alta resistência. O aço comum é utilizado na maioria dos edifícios de aço, mas o de alta resistência recentemente tornou-se tão barato quanto o comum e a esta suplantando, em especial na construção de edifícios com muitos pavimentos. (SALVADORI, 2006 p.60-61).

Aços Estruturais são vergalhões para reforço de concreto, barras, chapas e perfis para aplicações estruturais. São aqueles que são adequados para o uso em elementos que suportam cargas. Os principais requisitos para os aços destinados à aplicação estrutural são:

- Elevada tensão de escoamento para prevenir a deformação plástica generalizada;
- Elevada tenacidade para prevenir fratura rápida (frágil) e catastrófica;

- Boa soldabilidade para o mínimo de alterações das características do material na junta soldada;
- Boa formabilidade para o material ou a peça que necessitar receber trabalho mecânico;
- Custo reduzido.

Podem ser agrupados sob três classificações gerais, conforme a tensão de escoamento mínima especificada:

- Aços carbono: aproximadamente 195 a 260 MPa;
- Aços de alta resistência e baixa liga (ARBL): 290 a 345 MPa;
- Aços liga tratado termicamente: 630 a 700 MPa;

Também existem aços especiais, resistentes à corrosão atmosférica, um fenômeno que exige atenção, principalmente, quando se vai utilizar estruturas de aço aparente. Há alguns aços, que mesmo sem a utilização de uma proteção adicional, possuem a capacidade de resistir a este tipo de corrosão de forma bastante superior aos aços comuns, são os chamados aços patináveis ou aclimáveis (em inglês, weathering steel).

Os aços patináveis foram introduzidos no início da década de trinta nos Estados Unidos, inicialmente para utilização em estradas de ferro, e mais especificamente na fabricação de vagões de carga. Devido às características e qualidades desses aços, que combinavam alta resistência mecânica com resistência à corrosão atmosférica, rapidamente encontraram aceitação, embora no início fossem empregados, na maioria das vezes, como revestimento. Comercialmente, receberam o nome de CORTEN, atualmente são utilizados nos mais diversos campos, principalmente na construção civil; No Brasil estão disponíveis sob a forma de chapas, bobinas e perfis soldados, possuindo denominações especiais conforme

a siderúrgica produtora.

Por definição, aços patináveis ou aclimáveis são um grupo de aços de baixa liga, com resistência mecânica na faixa de 500 Mpa e alta resistência à corrosão atmosférica. Tais características acontecem em função da presença de determinados elementos de liga, como cobre, fósforo, cromo, silício, níquel, manganês, vanádio, nióbio, molibdênio, entre outros, em combinações específicas, conforme a siderúrgica produtora. Como visto, o ferro ou o aço carbono comum se caracterizam normalmente por suas propriedades típicas permanecendo alteradas sob ação do meio envolvente. Mas isto pode ser modificado pela adição dos elementos de liga, embora as porcentagens com que estes elementos comparecem são bem pequenas. Os aços patináveis, quando expostos à atmosfera, iniciam a formação de uma camada de óxido compacta e aderente a pátina, que funciona como barreira de proteção contra a corrosão. Algumas teorias tentam explicar o desempenho superior deste tipo de aço:

- Os elementos de liga (cobre em especial) retardam a velocidade de corrosão;
- Os produtos da corrosão então formados são mais homogêneos, compactos, favorecendo a proteção e ainda alterando as condições de condensação de umidade do metal base.
- É necessário observar alguns aspectos relevantes ao desenvolvimento desta pátina protetora:
- A camada protetora, bem formada, só é conseguida em condições de umedecimento (chuva e umidade) e secagem (sol e vento);
- O tempo de sua formação varia em função da atmosfera local, levando em média de 2 a 3 anos. Após esse período ela adquire uma coloração marrom escura;
- Locais submetidos a lavagens acentuadas e constantes, tais como zonas de respingo em água do mar, não apresentam eficiência superior ao aço comum,

já que a lavagem remove a pátina;

Quanto às propriedades, são soldáveis e trabalháveis de maneira similar ao aço-carbono comum. Apresenta ainda média ou alta resistência mecânica, o que proporciona tanto uma redução no peso da estrutura quanto uma diminuição da espessura das chapas usadas.

De acordo com Pinheiro, (2001).

Como vantagens do aço estrutural, podemos citar:

- Fabricação das estruturas com precisão milimétrica, possibilitando um alto controle de qualidade do produto acabado;
- Garantia das dimensões e propriedades dos materiais;
- Material resistente a vibração e choques;
- Possibilidade de execução de obras mais rápidas e limpas;
- Em caso de necessidade, possibilita a desmontagem das estruturas e sua posterior montagem em outro local.
- Alta resistência estrutural, possibilitando a execução de estruturas leves para vencer grandes vãos.
- Possibilidade de reaproveitamento dos materiais em estoque, ou mesmo, sobras de obra.

Desvantagens:

- Limitação de execução em fábrica em função do transporte até o local de sua montagem final.
- Necessidade de tratamento superficial das peças contra oxidação devido ao contato com o ar atmosférico.
- Necessidade de mão de obra equipamentos especializados para sua fabricação e montagem.
- Limitação de fornecimento de perfis estruturais.

4.3 ALVENARIA DE VEDAÇÃO

4.3.1 Definição de alvenaria de vedação

Chamamos de alvenaria de Vedação o conjunto de peças justaposta coladas em sua interface, por uma argamassa apropriada, formando um elemento vertical e coeso sem função estrutura servindo apenas para abrigar instalações e compor vãos.

Esse conjunto coeso serve para vedar espaços, resistir cargas oriundas da gravidade, promover segurança, resistir a impactos, à ação do fogo, isolar e proteger acusticamente os ambientes, contribuir para a manutenção do conforto térmico, além de impedir a entrada de vento e chuva no interior dos ambientes.

Além desses benefícios, intrínsecos à função, a alvenaria de blocos, quando tratada de forma adequada, proporciona vantagens significativas no processo de racionalização da construção quando comparada a outros processos mais tradicionais.

4.3.2 Conceitos sobre alvenaria de vedação

As alvenarias são constituídas por elementos pré-industrializados, como tijolos maciços de barro cozido, tijolos laminados, blocos cerâmicos, blocos de concreto etc., unidos entre si por juntas de argamassa. Sua principal função é estabelecer a separação entre ambientes, especialmente à alvenaria externa, que tem a responsabilidade de separar os ambientes externos e internos, atuando como freio, barreira e filtro seletivo e controlando uma série de ações e movimentos complexos, quase sempre muito heterogêneos (SIQUEIRA, 1999). As características desejáveis da alvenaria são de maneira geral:

- Resistência à umidade e aos movimentos térmicos;
- Resistência à pressão do vento;
- Isolamento térmico acústico;
- Resistência de infiltração de água pluvial;
- Controle de migração de vapor de água e regulação da condensação;
- Base ou substrato para revestimentos em geral;
- Segurança para usuários e ocupantes;
- Adequação e divisão de ambientes.

4.3.3 Planejamento e concepção

Muitos fatores interferem na qualidade final da parede acabada, tais como: a regularidade geométrica da estrutura, a escolha dos blocos de vedação, as argamassas utilizadas para assentamento dos blocos e a presença do encunhamento, junto à estrutura resistente, além da mão-de-obra para a execução dos serviços. O mercado disponibiliza vários tipos de blocos e os mais utilizados são os blocos de concreto e os cerâmicos. Algumas construtoras adquirem os blocos de vedação pelo menor preço, sem levar em conta aspectos importantes:

- Dimensões, desvios de forma e peso de cada bloco, que influenciam na produtividade.
- Regularidade geométrica, que conduz a um assentamento mais uniforme com economia de argamassa de assentamento e revestimento.
- Resistência mecânica.

No País inteiro, a maioria dos blocos cerâmicos comercializados não atende às especificações técnicas exigidas. A NBR 15270-1: 2005, dentre outros requisitos, especifica uma resistência mínima à compressão de 3,0 MPa para blocos cerâmico de vedação com furos na Vertical. Em grandes centros alguns fornecedores possuem certificação da qualidade comprovada. Dependendo do local da obra, a distância de transporte e o custo do frete tornam-se fatores preponderantes na escolha dos blocos.



Figura 11: Bloco Cerâmico de Vedação

Fonte: Arquivo Pessoal



Figura 12: Bloco de Vedação de Concreto

Fonte: <http://www.azgratis.com.br/a4710/blocos-de-concreto-vedacao-e-estrutural>

4.3.4 Alvenaria racionalizada



Figura 13: Exemplo de Alvenaria de Vedação Tradicional

Fonte: <http://www.revistatechne.com.br/engenharia-civil/112/artigo31744-1.asp>

A alvenaria de vedação pode ser definida como a alvenaria que não é dimensionada para resistir a ações além de seu próprio peso. O subsistema vedação vertical é responsável pela proteção do edifício de agentes indesejáveis (chuva, vento etc.) e também pela compartimentação dos ambientes internos. A maioria das edificações executadas pelo processo construtivo convencional (estrutura reticulada de concreto armado moldada no local) utiliza para o fechamento dos vãos, paredes de alvenaria.

A alvenaria de vedação tradicional (Figura 13), que é usual nas edificações, apresenta as seguintes características:

- Como não se utiliza projeto de alvenaria, as soluções construtivas são improvisadas durante a execução dos serviços;
- A mão-de-obra pouco qualificada executa os serviços com facilidade, mas nem sempre com a qualidade desejada;

- O retrabalho: os tijolos ou blocos são assentados, as paredes são seccionadas para a passagem de instalações e embutimento de caixas e, em seguida, são feitos remendos com a utilização de argamassa para o preenchimento dos vazios;
- O desperdício de materiais: a quebra de tijolos no transporte e na execução, a utilização de marretas para abrir os rasgos nas paredes e a frequência de retirada de caçambas de entulho da obra evidenciam isso;
- Falta de controle na execução: eventuais problemas na execução são detectados somente por ocasião da conferência de prumo do revestimento externo, gerando elevados consumos de argamassa e aumento das ações permanentes atuantes na estrutura.

Fonte: <http://www.revistatechne.com.br/engenharia-civil/112/artigo31744-1.asp>
Acesso em: 15 de Abril de 2011.

4.3.5. Classificação quanto ao tipo de bloco.

4.3.5.1. Componentes naturais:

- Pedras irregulares- Usadas em estado natural, encaixadas, entre si ou assentadas com argamassa;
- Pedras regulares- Usadas em estado natural ou trabalhada, com formas regulares ou não, assentada com juntas secas ou argamassadas, alinhadas ou desencontradas (travadas).

4.3.5.2 Componentes industrializados

Segundo Gonzalez, (2003), são classificados em:

- Blocos de Concreto- São elementos produzidos com dimensões de 19 x19 x 39 cm e 14 x 19 x 39 cm, entre outras, vasados com resistência a compressão de até 30 Mpa, assentados com argamassa;
- Blocos Sílico - Calcários - São elementos produzidos com areia viva endurecida ao vapor sobre pressão elevada, com as mesmas características dos blocos de concreto;
- Blocos Cerâmicos- Elemento fabricado prensagem ou extrusão argila, que após um processo de pré-secagem natural, passa pelo processo de queima controlada sob alta temperatura, produzindo blocos maciços ou furados com dimensões padronizadas e normalizadas. São tradicionalmente utilizados nas alvenarias de vedação nas construções.

Os materiais cerâmicos de vedação de uso mais comum atualmente são blocos de 4, 6 e 8 furos e ainda, os blocos de furos e maciços.

4.3.6 Vedação vertical

Segundo Lordsleem, (2004), a vedação vertical pode ser entendida como sendo um subsistema do edifício constituído por elementos que compartimentam e definem os ambientes internos, controlando a ação de agentes indesejáveis, entre os quais: intrusos, animais, vento, chuva, poeira e ruído. Além das funções citadas, as vedações verticais servem também de suporte e proteção para as instalações do edifício, quando embutidas, e criam as condições de habitualidade para o edifício. A rigor, fazem parte das vedações verticais as paredes, as esquadrias e os revestimentos.

4.3.7 Alvenaria

Lordsleem, (2004), também enfatiza que.

Alvenaria pode ser entendida como um componente construído em obras através da união de blocos por juntas de argamassa, formando um conjunto rígido e coeso. A palavra alvenaria deriva do árabe ÿo-bannã: aquele que constrói (bannã significa, construí). Quando empregado apenas com a função de vedação, portanto não sendo dimensionada para resistir a cargas além de seu peso próprio, chama-se alvenaria de vedação. São exemplos deste tipo as paredes de alvenaria utilizadas para o fechamento de vãos da maioria dos edifícios construídos pelo processo construtivo tradicional, ou seja, aquele que se caracteriza pelo emprego de estrutura reticulada de concreto armado moldado no local e vedações de blocos cerâmicos ou de concreto, comuns na maioria das cidades brasileiras. (LORDSLEEM, 2004 p.16).

5. USO INCORRETO DA ALVENARIA DE VEDAÇÃO

5.1 USO DE ALVENARIA DE VEDAÇÃO COM FUNÇÃO ESTRUTURAL NO SISTEMA LAMINAR

5.1.1 Alvenaria estrutural de blocos cerâmicos de vedação: patologias e técnicas inadequadas

Diversos casos de ruína catastrófica ou ameaça de colapso de edifícios de alvenaria ocorreram nestes últimos dois anos e foram noticiados por todos os meios de comunicação do Brasil. Destaque ainda maior foi dado porque muitas vidas humanas foram perdidas, e exatamente nos locais onde as pessoas deveriam sentir-se mais seguras: a própria casa. Trata-se de edifícios habitacionais de quatro pavimentos, cujo fechamento é constituído por paredes de alvenaria de blocos cerâmicos de vedação, sem qualquer função estrutural. Popularmente chamados de “prédios caixão”, esses edifícios ganharam uma triste notoriedade pela sequência de ocorrências na região metropolitana de Recife-PE.

Um dos casos mais graves ocorreu em um edifício em Olinda-PE, cujo colapso aconteceu em novembro de 1999, cerca de 12 anos após a execução. Durante as inspeções, constatou-se a ruína por esmagamento das paredes de alvenaria dos embasamentos.

Tão grave quanto uma falha localizada na fundação foi a constatação de que blocos cerâmicos vazados como os produzidos para paredes de vedação são empregados na execução de paredes estruturais desse tipo de edifício. Esse “sistema construtivo” desenvolvido de forma empírica contém falhas incompatíveis com a boa prática da Engenharia, uma vez que materiais e técnicas consolidadas e procedimentos mínimos de controle da qualidade estão deixando de ser observados.

A principal suspeita que se levanta é de que pode haver outros edifícios de características similares, em que um grave quadro patológico pode estar latente, como se a construção estivesse contaminada por um vírus, mas a doença não tivesse se manifestado.

Com isso queremos alertar que é possível que tais obras, embora aparentemente seguras e em boas condições de uso, podem apresentar uma

grande sensibilidade a problemas patológicos de natureza estrutural. Certas anomalias como aquelas causadas pelo uso inadequado, falta de manutenção ou recalques de apoio que, em uma obra bem construída, poderiam ser absorvidas sem conseqüências mais graves, em uma edificação mais sensível podem ser devastadoras.

Fonte: Revista Técnica nº 62 maio de 2002.

5.1.2 Uso incorreto dos blocos

A utilização de blocos de vedação em paredes com função estrutural apresenta, no mínimo, alguns inconvenientes:

- Não há nenhum suporte normativo para emprego desse componente de vedação em alvenarias com finalidade estrutural;
- Não há dados técnicos ou científicos que demonstrem a eficiência e o bom comportamento desses blocos, assentados com os furos na direção horizontal;
- Os blocos de vedação empregados têm dimensões muito menores do que os recomendados para alvenaria estrutural. Consequentemente, as paredes (com espessura da ordem de 90 mm) tornam-se muito esbeltas em relação ao pé direito, o que diminui sensivelmente a capacidade resistente;
- Falta de controle da qualidade, tanto durante a produção quanto recebimento em obra;
- Os blocos têm sido aplicados sem ensaios prévios de unidades, de prismas;

A NBR 7171 (1) diferencia claramente os blocos cerâmicos a serem empregados em paredes de vedação daqueles recomendados para paredes

estruturais. Os blocos estruturais são assentados com os furos na direção vertical, isto é, na direção das forças principais de compressão.

Quando os blocos vazados são assentados com os furos na direção perpendicular à direção do carregamento, o fluxo das tensões internas ao bloco se dá de maneira diferente. Surgem tensões transversais de tração que causam o seccionamento do bloco, a imediata estabilização dos mecanismos de transferência de forças e a conseqüente ruptura.

5.1.3 Situação e perspectiva dos prédios caixão na região metropolitana do Recife

Os cinco mais populosos municípios que compõem a região metropolitana do Recife abrigam cerca de 3 milhões de habitantes. Destes, cerca de 10% moram em edifícios em alvenaria resistente de até quatro pavimentos. Esses edifícios denominados regionalmente “edifícios tipo caixão” são estruturados em elementos de alvenaria, utilizando blocos de vedação (tijolos furados) com a função estrutural. Nos últimos 20 anos foram registrados 10 acidentes com desabamento, dois destes provocando a morte de 12 pessoas. Veja a Tabela 02 abaixo.

Tabela 02: Desabamentos de Prédios em Recife nos últimos 20 anos			
Ano	Edifício	Município	Observações
1992	<i>Baronatti</i>	<i>Olinda</i>	<i>Ruína na construção</i>
1994	<i>Bosque das Madeiras</i>	<i>Recife</i>	<i>Ruína na construção</i>
1997	<i>Aquarela</i>	<i>Jaboatão</i>	<i>Ruína habitada</i>
1999	<i>Érika</i>	<i>Olinda</i>	<i>Ruína com 5 mortes</i>
1999	<i>Enseada do Serrambi</i>	<i>Olinda</i>	<i>Ruína com 7 mortes</i>
2000	<i>N.S^{ra} da Conceição</i>	<i>Jaboatão</i>	<i>Ruína habitada</i>
2001	<i>Ijuí</i>	<i>Jaboatão</i>	<i>Ruína habitada</i>
2004	<i>Bloco 199 – Muribaca</i>	<i>Jaboatão</i>	<i>Ruína habitada</i>
2007	<i>Sevilha</i>	<i>Jaboatão</i>	<i>Ruína habitada</i>
2009	<i>Bloco 155 - Muribeca</i>	<i>Jaboatão</i>	<i>Ruína habitada</i>
Fonte: www.myq.com.br/html/informativo/noticias_56/LinkMat2.doc			

O desabamento dos edifícios Érika e Enseada do Serrambi, ambos em 1999, na cidade de Olinda, despertou a sociedade e os meios técnicos para a problemática instalada.

Estas edificações foram construídas sem embasamento técnico-normativo, onde as paredes, construídas com blocos de vedação, funcionam como elementos estruturais da edificação, recebendo as cargas das lajes e transmitindo-as aos elementos de fundação, sem as mesmas possuírem características resistivas para suportarem tais esforços.

A grande quantidade de acidentes e problemas de instabilidade registradas nessas edificações chamou a atenção da comunidade técnica e política local no sentido de avaliar as razões que contribuíram para os problemas, buscando-se inclusive uma solução para evitar novos acidentes e tranquilizar a população usuária deste tipo de edificação.

As edificações com essa tipologia não apresentam características construtivas em um padrão definido: variam muito desde os materiais, as técnicas construtivas e modelo estrutural.

As paredes de elevação, são construídas em alvenaria singela de blocos cerâmicos ou de concreto, com espessura em torno de 9 centímetros (cm), assentadas na forma de juntas descontínuas em argamassa mista de cimento, cal e areia, ou mesmo de cimento saibro e areia.

Fonte: www.myq.com.br/html/informativo/noticias_56/LinkMat2.doc

Acesso em: 20 de maio de 2011.



Figura 14: Ruínas do Ed. Érica (Olinda)

Fonte: www.myq.com.br/html/informativo/noticias_56/LinkMat2.doc

A foto acima mostra a ruína de uma edificação que é facilmente encontrada na cidade de Recife, o chamado prédio caixão. Esses prédios contêm particularidades ímpares na sua concepção estrutural, pois os mesmos não apresentam nem pilares nem vigas, somente blocos de vedação, a chamada alvenaria resistente, que de resistente não tem nada.



Figura 15: Colapso do Ed. Aquarela (Jaboatão dos Guararapes)

Fonte: www.myq.com.br/html/informativo/noticias_56/LinkMat2.doc

Os blocos que constituem os prédios caixão, além de não possuírem características resistentes para suportar os carregamentos da edificação, são bastante delgados, geralmente de 9 centímetro (cm), formando assim painéis de alvenarias bastante suscetíveis a esforços de flambagem.



Figura 16: Ruína do Ed. Ijuí (Jaboatão dos Guararapes)
Fonte: www.myq.com.br/html/informativo/noticias_56/LinkMat2.doc

O Edifício Ijuí, que entrou em colapso em maio de 2001 e foi construído em blocos de concreto para vedação.



Figura 17: Ruínas do Ed. Bosque das Madeiras (Engenho do Meio Recife)

Fonte: www.myq.com.br/html/informativo/noticias_56/LinkMat2.doc

Nesta foto observam-se os rasgos nas alvenarias para a locação das instalações da edificação, diminuindo ainda mais a capacidade de resistência do elemento estrutural, que nesse caso a alvenaria de vedação é usada como alvenaria estrutural.

5.2 USO DE ALVENARIA DE VEDAÇÃO COM FUNÇÃO ESTRUTURAL NO SISTEMA RETICULADO



Figura 18: Armação de Viga Sobre Alvenaria

Fonte: Arquivo Pessoal

Esse sistema estrutural que utiliza alvenaria de vedação como fundo de viga é bastante utilizado nas obras da cidade de Palmas, principalmente em obras de pequeno porte, entretanto há obras de grande porte que apresentam esse sistema.

No sistema reticulado as peças estruturais alcançam suas formas geométricas através das fôrmas que as detêm e suportam, neste caso enfatizará principalmente as vigas, que necessitam de fôrmas laterais e fôrmas de fundo, chamada fôrmas de fundo de viga, esses fundos de viga são sustentados por escoras, que podem ser de madeira ou de estrutura metálica, que sustenta a peça estrutural até a idade mínima de alcance de resistência.



Figura 19: Armação de Viga Sobre Alvenaria - Obra Pequena

Fonte: Arquivo Pessoal

Nesse tipo de construção, a edificação fica muito vulnerável ao surgimento de patologias, porque qualquer tipo de deformação das peças estruturais refletirá na alvenaria de vedação na forma de fissuras, pois as mesmas não possuíram capacidade para suportar todo esse carregamento, devido à falta da transição estrutura-alvenaria, o elemento absorvedor de esforços, o encunhamento.



Figura 20: Armação de Viga Sobre Alvenaria - Obra Grande

Fonte: Arquivo Pessoal

Essa foto tirada na cidade de Palmas mostra uma obra de grande porte, onde usam a alvenaria de vedação como fundo de viga.

Este sistema é atrativo para empresas e construtores porque atropela algumas etapas necessárias para a execução do sistema reticulado, na qual executa estrutura juntamente com vedação, favorecendo a rapidez da obra, mas não sua qualidade.



Figura 21: Má Concepção Estrutural

Fonte: Arquivo Pessoal

A interface alvenaria-estrutura deve receber especial atenção no momento da elaboração do projeto. A diferença de natureza dos materiais leva a comportamentos diferenciados durante a vida útil da edificação. Além disso, as estruturas têm se tornado cada vez mais esbeltas, existindo então maior possibilidade de deformações, o que pode tornar as ligações alvenaria-estrutura mais suscetíveis a problemas estruturais.



Figura 22: Fachada Lateral

Fonte: Arquivo Pessoal

A foto acima representa edificações de grande porte, a situação é mais crítica, decorrente da quantidade de pavimentos, gerando um carregamento ainda maior sobre as alvenarias.



Figura 23: Confusão Total

Fonte: Arquivo Pessoal

Esta foto mostra uma edificação que utiliza fundo de viga e escoras, ou seja, a forma correta de executar uma estrutura em sistema reticulado, entretanto nessa mesma obra, o construtor usa a alvenaria de vedação como fundo de viga, demonstrando o tamanho desconhecimento do sistema.

A NBR 8545 que discorre sobre a execução de alvenaria sem função estrutural de tijolos e blocos cerâmicos, afirma que para obras com estrutura de concreto armado a alvenaria deve ser interrompida abaixo das vigas ou lajes. Este espaço deve ser preenchido após 7 dias, de modo a garantir o perfeito travamento entre a alvenaria e estrutura.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

6.1 ANÁLISE COMPARATIVA DAS OBRAS DA CIDADE DE PALMAS E DA CIDADE DE RECIFE.

Com a implementação desses sistemas estruturais incorretos, que adotam alvenaria de vedação com função estrutural, que basicamente são uma má adaptação da alvenaria estrutural e do sistema reticulado, apresentam como principal atrativo às empresas, custos mais baixos na execução da obra, no entanto o barato se torna caro com restaurações e indenizações para os moradores que venham a perder suas moradias, em decorrência da falta de responsabilidade dos construtores que estão à frente da execução das obras ou mesmo apenas pelo desconhecimento das técnicas executivas dos sistemas estruturais empregados no Brasil.

O estudo realizado analisou obras na cidade de Palmas, fazendo um comparativo com algumas obras na cidade de Recife-PE, onde foi notificada a maioria dos casos de adoção desse material incorretamente, no caso os blocos de vedação. Recife é uma cidade antiga e na sua construção não deram importância para a qualidade de suas edificações. Foi observado também, que na mesma, várias obras apresentavam o problema analisado neste trabalho, ou seja, os provenientes descasos dos construtores ou seu desconhecimento dos sistemas estruturais, ou mesmo a implementação de técnica inadequada em relação aos sistemas estruturais.

Na cidade de Palmas observou-se edificações que apresentam inconformidades em suas obras, as quais foram abordadas e analisadas nesse trabalho, que futuramente poderão assemelha-se a cidade de Recife, isso se não for levado em consideração à questão da qualidade. Palmas encontra-se no momento de crescimento horizontal e vertical na construção civil, por isso a preocupação com a qualidade das obras presentes na mesma para que a cidade possua obras que tenham condições de habitualidade.

Esta adaptação inadequada da alvenaria de vedação, na estrutura reticulada e na alvenaria estrutural proporciona algumas patologias que influenciam o comportamento da edificação ou até levar a ruína da mesma. Considerando-se as

diferentes propriedades mecânicas e elásticas constituintes da alvenaria e em função das solicitações atuantes, as fissuras, principal patologia observada neste estudo, poderão ocorrer nas juntas de assentamento (argamassa de assentamento vertical ou horizontal) e na transição estrutura alvenaria, as mesmas em uma edificação proporcionam danos nos revestimentos cerâmicos, revestimentos argamassados e pintura podendo até levar a ruína da edificação, como são visto na figura 24.

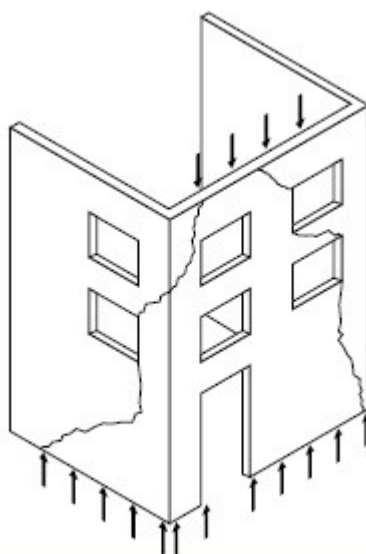


Figura 24: Detalhes de Fissuras

Fonte: <http://www.uol.com.br/a4710/Fissuras%em%alvenarias>

6.2 CONCLUSÕES

Este trabalho descreveu sucintamente os dois sistemas estruturais utilizados na cidade de Palmas, o sistema reticulado e o sistema laminar. Adotou-se como compromisso diferenciar a forma correta e a forma errada na execução dos mesmos no que se refere à alvenaria de vedação e identificou os problemas decorrentes da má utilização desse material.

Foi relatado que os dois sistemas estruturais: sistema reticulado e o sistema laminar, necessitam para sua implementação em obras, de uma série de requisitos necessários para o bom desenvolvimento do sistema, os quais vão desde a escolha dos materiais empregados até as técnicas praticas de execução.

A partir do momento que essas premissas não são observadas na execução desses sistemas, evidenciado nesse trabalho pelo uso de alvenaria de vedação com função estrutural, afeta a boa prática da engenharia, resultando no surgimento de patologias e em alguns casos a ruína da edificação.

Conclui-se que o uso inadequado da alvenaria de vedação, seja no sistema laminar ou no sistema reticulado, promove o surgimento de patologias que comprometem o desempenho estrutural da edificação.

Também foi possível perceber ao longo desse trabalho que inúmeras obras utilizam alvenaria de vedação com função estrutural na cidade de Palmas, tanto em obras pequenas como em grandes prédios.

Esse é o intuito da elaboração desse projeto mostrar que é possível o crescimento da indústria da construção civil aliado à qualidade e levar o conhecimento a nossos colegas e àqueles que se interessarem pelo assunto.

REFERENCIAL BIBLIOGRAFICO:

Alvenaria estrutural de blocos cerâmicos: patologias e técnicas inadequadas.
Revista Técnica nº 62 maio de 2002.

Alvenaria racionalizada. Disponível em:
<<http://www.revistatechne.com.br/engenharia-civil/112/artigo31744-1.asp>>. Acesso em: 15 de Abril de 2011.

CARDOSO, F. F. et al.. **Projeto e construção de edifícios de aço:** uso do aço na construção. São Paulo: EPUSP, 1988. (Publicação Técnica, v. 2).

Família dos blocos estruturais de concreto. Disponível em:
<http://www.fazfacil.com.br/reforma_construcao/paredes_blocos_3.html>. Acesso em: 12 de maio de 2011.

FIGURA 02, **Bloco de Concreto Estrutural.** Disponível em:
<<http://www.extravase.com/blog/tijolos-de-ceramica-e-blocos-de-concreto/>>. Acesso em 13 de novembro de 2010.

FIGURA 03, **Bloco Cerâmico Estrutural.** Disponível em:
<<http://www.multiclassificados.com/ads/blocos-ceramicos-estrutural/>>. Acesso em 12 de maio de 2011.

FIGURA 04, **Família dos Blocos de Concreto.** Disponível em: <
http://www.fazfacil.com.br/reforma_construcao/paredes_blocos_3.html>. Acesso em 12 de maio de 2011.

FIGURA 05, **Blocos Cerâmicos Estruturais – Família 14X19X29.** Disponível em: <
<http://www.ceramicacanella.com.br/html/estruturais.htm>>. Acesso em 12 de maio de 2011.

FIGURA 06, **Blocos Cerâmicos Estruturais – Família 14X19X39**. Disponível em: <<http://www.ceramicacanela.com.br/html/estruturais.htm>>. Acesso em 12 de maio de 2011.

FIGURA 07, **Estrutura Reticulada**. Disponível em: <http://www.arq.ufsc.br/arq5661/trabalhos_20012/alvenaria_estrutural/inicial.htm>. Acesso em: 13 de novembro de 2010.

FIGURA 09, **Estrutura de Aço**. Disponível em: <<http://br.dir.groups.yahoo.com/group/comunidadeTQS/message/26379>>. Acesso em 12 de maio de 2011.

FIGURA 10, **Estrutura de Aço**. Disponível em: <<http://www.7735.com/pt/sale/estrutura-de-a%C3%A7o-jk61>>. Acesso em 12 de maio de 2011.

FIGURA 12, **Bloco Cerâmico de Vedação**. Disponível em: <<http://www.azgratis.com.br/a4710/blocos-de-concreto-vedacao-e-estrutural>>. Acesso em 12 de maio de 2011.

FIGURA 13, **Exemplo de Alvenaria de Vedação Tradicional**. Disponível em: <<http://www.revistatechne.com.br/engenharia-civil/112/artigo31744-1.asp>>. Acesso em 12 de maio de 2011.

FIGURA 14, **Ruínas do Ed. Érica (Olinda)**. Disponível em: <www.myq.com.br/html/informativo/noticias_56/LinkMat2.doc>. Acesso em 12 de maio de 2011.

FIGURA 15, **Colapso do Ed. Aquarela (Jaboatão dos Guararapes)**. Disponível em: <www.myq.com.br/html/informativo/noticias_56/LinkMat2.doc>. Acesso em 12 de maio de 2011.

FIGURA 16, **Ruínas do Ed. Ijuí (Jaboatão dos Guararapes)**. Disponível em: <www.myq.com.br/html/informativo/noticias_56/LinkMat2.doc>. Acesso em 12 de maio de 2011.

FIGURA 17, **Ruínas do Ed. Bosque das Madeiras (Engenho do Meio Recife)**. Disponível em: <www.myq.com.br/html/informativo/noticias_56/LinkMat2.doc>. Acesso em 12 de maio de 2011.

GONZALEZ, M.S. **Uso de alvenaria de vedação em estrutura metálica**. 2003. 83f. Monografia (Especialização em Tecnologia e Gestão da Produção). Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.

LORDSLEEM, A.C.J. **Execução e inspeção de alvenaria racionalizada**, 3 ed. São Paulo; O Nome da Rosa, 2004.

MANZIONE, L. **Projeto e execução de alvenaria estrutural**, São Paulo; O Nome da Rosa, 2004.

PRUDÊNCIO, L.R.J. (*et al.*); **alvenaria estrutural de blocos de concreto**, Florianópolis; Gráfica Palotti, 2002.

PINHEIRO, B. (*et al.*); **Estruturas metálicas**, São Paulo; Edgard Blücher, 2001.

RAMALHO, M.A. (*et al.*); **Projeto de edifícios de alvenaria estrutural**, São Paulo; Pini, 2003.

REGO, A. (*et al.*); **Tecnologia das construções**, Rio de Janeiro; Ao Livro Técnico, 2002.

SALES, J. J. **Estudo do projeto e da construção de edifícios de andares múltiplos com estruturas de aço**. Tese (Doutorado). São Carlos: Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, 1995.

SALVADORI, M. **Porque os edifícios ficam de pé**, São Paulo; Martins Fontes, 2006.

Situação e perspectiva dos prédios caixão na região metropolitana do Recife.

Disponível em: <www.myq.com.br/html/informativo/noticias_56/LinkMat2.doc>.

Acesso em: 20 de maio de 2011.

TABELA 01, **Dimensões dos Blocos**. Livro Práticas Recomendadas 1.

TABELA 02, **Desabamentos de Prédios em Recife nos últimos 20 anos**.

Disponível em: <www.myq.com.br/html/informativo/noticias_56/LinkMat2.doc>.

Acesso em 12 de maio de 2011.

TOSCANO, J. W. **Arte e ciência**. São Paulo, Revista Construção Metálica, n. 4, p. 18-20, 1991.

ZANETTINI, S. **No problema habitacional o que falta é disposição política**. São Paulo, Revista Construção Metálica, n. 5, p. 4-6, 1992.