

JOÃO MOREIRA DE OLIVEIRA JUNIOR

LUCIANE OTONI DA SILVA

**ALTERNATIVA CONSTRUTIVA PARA EDIFÍCIOS POPULARES:
destinado a unidades habitacionais localizado no município de Caratinga.**

DOCTUM – MINAS GERAIS

2009

JOÃO MOREIRA DE OLIVEIRA JUNIOR

LUCIANE OTONI DA SILVA

**ALTERNATIVA CONSTRUTIVA PARA EDIFÍCIOS POPULARES:
destinado a unidades habitacionais localizado no município de Caratinga.**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à banca examinadora do Curso de Engenharia Civil das Faculdades Doctum de Caratinga, como requisito parcial para a obtenção do grau de Engenheiro/Bacharel, sob a orientação do professor José Salvador Alves.

DOCTUM - CARATINGA

2009

1 INTRODUÇÃO	5
1.1 Histórico	5
1.2 Justificativa	6
1.3 Objetivos	7
1.3.1 Objetivo geral	7
1.3.1.1 Objetivos específicos	8
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	9
2.1 Definição da Alvenaria Estrutural	9
2.2 Classificação	9
2.3 Vantagens e Desvantagens	9
2.4 Nomenclatura.....	10
2.5 Componentes Empregados.....	11
2.5.1 Blocos.....	11
2.5.2 Argamassa.....	12
2.5.3 Graute.....	12
2.5.4 Armaduras	12
2.5.5 Vergas.....	13
2.5.6 Contravergas.....	13
2.5.7 Cintas.....	13
2.5.8 Coxim.....	13
2.5.9 Enrijecedor.....	13
2.5.10 Diafragma.....	14
2.6 Modulação	14
2.6.1 Amarração de paredes	14
2.7 Concepção estrutural	14
2.7.1 Ações Verticais	15
2.7.2. Ações Horizontais.....	15
2.8 Capacidade resistente dos elementos estruturais	16
3 Formulários e Tabelas.....	16
3.1 Fórmulas.....	16
3.2 Tabela 1.....	17
4 METODOLOGIA	18 e
195	
CRONOGRAMA.....	20
6- CONCLUSÃO.....	21 e 22
7- BIBLIOGRAFIA.....	23

8- ANEXOS.....24

01 Projeto Arquitetônico

02 Uniformização de cargas atuantes nas paredes - Alvenaria Estrutural

03 Relatório da obra - Concreto Armado (Referente a um bloco)

04 Quantidade da Obra - Concreto Armado (Referente a um bloco)

05 Relatório de Fundação - Concreto Armado

06 Planilha orçamentária - Sistema Construtivo Alvenaria Estrutural

07 Planilha orçamentária - Sistema Construtivo Semi-Industrial

08 Planilha orçamentária - Sistema Construtivo Concreto Armado

1 INTRODUÇÃO

1.1 História

A Alvenaria Estrutural surgiu na pré-história, sendo assim um dos mais antigos sistemas de construção da humanidade.

No início do século XX a alvenaria estrutural era um dos principais sistemas utilizados para construções de habitações, monumentos e templos religiosos. Podemos citar um dos maiores e ousados monumentos da história da humanidade construídos em alvenaria estrutural, o Coliseu Roma em 82 DC com 50(cinquenta) metros de altura (FIGURA 1).



Figura 1 - Coliseu

Hoje nos EUA, Inglaterra, Alemanha e muitos outros países, a alvenaria estrutural atinge níveis de cálculo, execução e controle, similares às aplicadas na estrutura de aço e concreto, constituindo um econômico e competitivo sistema racionalizado.

Em meados da década de 60, é introduzida no Brasil a alvenaria estrutural de blocos vazados de concreto, em prédios de até quatro pavimentos, com tecnologias e procedimentos baseados em normas americanas.

Em 1989 foi editada uma norma nacional, a NB-1228, atual NBR-10837 - Cálculo de Alvenaria Estrutural de Blocos Vazados de Concreto, que trata do cálculo da alvenaria estrutural, armada ou não armada, de blocos vazados de concreto. (<http://www.construtoraeg.com.br/alvest.html>, 17/06/2009).

Economia, segurança, qualidade e rapidez de execução, permitem à alvenaria estrutural adequar-se tanto a obras populares como de padrões mais elevados.

1.2 Justificativa

Nota-se um grande déficit em se tratando de moradia no Brasil, atentando para esse problema o governo tem proporcionado convênios atrativos com a Caixa Econômica Federal, para financiamento de compra de imóveis ou construções de moradia.

A ênfase em alvenaria estrutural foi sendo desenvolvida através das aulas de sistemas construtivos, a qual nos chamou a atenção por ser um sistema onde encontramos agilidade na execução, racionalização de material, segurança e uma boa viabilidade econômica.

Através de estudos chegou-se a conclusão que as construções em alvenaria estrutural podem chegar até 30% mais barata do que as construções tradicionais em concreto armado. Por isso, nosso trabalho tem como prioridade de comparar uma construção em alvenaria estrutural com duas outras do mesmo padrão e projeto, sendo elas de concreto armado e construção semi-industrializada.

Especificamente na região de Caratinga, existe uma escassez de áreas planas na região sede do município disponíveis, afetando assim a acessibilidade dos futuros moradores devido à topografia da região ser caracterizada por terrenos acidentados, portanto a construção de unidades habitacionais por unidades únicas se torna arriscada a não atender as condições que a população necessita, como, acessibilidade, conforto e qualidade de vida. Por isso uma alternativa que atenderia a população seria a construção de edifícios de no máximo quatro pavimentos tipo, construídos em alvenaria estrutural, assim os custos estariam dentro das

margens aceitáveis pelas autoridades competentes sem afetar o objeto que seria unidades habitacionais para pessoas de baixa renda.

Se tratando de escassez de áreas com topografia adequada na região supracitada (não generalizando), escolhemos uma área plana e próxima da região central e ainda em um local que atenderia uma demanda de famílias de baixa renda, conforme a planta de situação contida no projeto arquitetônico (anexo 01).

As construções tradicionais apresentam altos custos na sua execução e desperdícios de materiais no seu processo construtivo, levando-nos a buscar alternativas na construção civil.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo geral

Este trabalho tem por objetivo apresentar uma alternativa em construções destinadas a unidades habitacionais para pessoas de baixa renda, atendendo as necessidades da população e apresentando uma solução eficaz em relação à deficiência de áreas adequadas para a construção de unidades habitacionais no município de Caratinga, analisando a viabilidade econômica dos três principais processos construtivos adotados no Brasil e demonstrando através de planilhas orçamentárias comparando o custo detalhado de cada serviço para cada sistema construtivo.

Especificamente neste trabalho apresentamos o projeto arquitetônico de um edifício com quatro pavimentos tipo que pode ser utilizado para os demais projetos complementares ao de arquitetura, tanto para alvenaria estrutural, concreto armado e construção semi-industrializada. Sendo a apresentação de dois blocos de iguais características interligados por um hall e escada de acesso com situação e implantação em um terreno de propriedade da Prefeitura Municipal de Caratinga - MG.

Também apresentamos as planilhas orçamentárias dos respectivos tipos alternativos de construções contendo custo de composições – sintético (anexo 06,07,08).

1.3.1.1 Objetivos Específicos

Apresentar uma alternativa eficaz, técnica e economicamente para a construção de unidades habitacionais, utilizando alvenaria estrutural e solucionando um dos problemas existentes no município de Caratinga em relação à deficiência de áreas adequadas para construções de habitação populares.

Nota-se que a construção vertical, ou seja, edifício atenderá a população de baixa renda utilizando uma área menor de ocupação horizontal, atendendo assim o mesmo número de pessoas e utilizando um espaço menor.

Apresentamos três planilhas orçamentárias (anexo 06, 07,08) para os distintos sistemas construtivos, alvenaria estrutural, concreto armado e construção semi-industrializada, para a comparação da viabilidade econômica de cada uma através de custo de composições – sintético, colocando em ênfase a viabilidade econômica do sistema construtivo em alvenaria estrutural, verificando se realmente esse sistema é o mais adequado financeiramente.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Definição de Alvenaria Estrutural

A alvenaria estrutural é um método construtivo que tem por objetivo o uso das próprias fiadas da alvenaria como principal suporte e distribuição uniformizada de cargas permanentes e acidentais calculadas na construção de um edifício. A construção em um todo é dimensionada racionalmente, apresentando segurança e organização na sua execução.

Segundo Camacho (2006, p.1): “Alvenaria Estrutural é um processo construtivo na qual, os elementos que desempenham a função estrutural são de alvenaria, sendo os mesmos projetados, dimensionados e executados de forma racional”.

2.2 Classificação

Segundo a ABNT NBR-10837 (1989), item 3.4 a 3.6, Conceitua-se:

Alvenaria estrutural não-armada de blocos vazados de concreto é aquela construída com blocos vazados de concreto, assentados com argamassa, e que contém armaduras com finalidade construtiva ou de amarração, não sendo esta última considerada na absorção dos esforços calculados. Já a alvenaria estrutural armada de blocos vazados de concreto, de acordo com a mesma norma, é aquela construída com blocos vazados de concreto, assentados com argamassa, na qual certas cavidades são preenchidas continuamente com graute, contendo armaduras envolvidas o suficiente para absorver os esforços calculados, além daquelas armaduras com finalidade construtiva ou de amarração. E a alvenaria parcialmente armada de blocos vazados de concreto é aquela em que algumas paredes são construídas, segundo as recomendações da alvenaria armada, com blocos vazados de concreto, assentados com argamassa, e que contem armaduras localizadas em algumas cavidades preenchidas com graute, para resistir aos esforços calculados, além daquelas armaduras com finalidade construtiva ou de amarração, sendo as paredes restantes consideradas não armadas. (ABNT NBR 10837, 1989, p.2).

2.3 Vantagens e Desvantagens

Segundo Jefferson Sidney Camacho:

A experiência tem demonstrado que o conveniente emprego da alvenaria estrutural pode trazer as seguintes vantagens técnicas e econômicas. A redução de custos que se obtém está intimamente relacionada à adequada aplicação das técnicas de projeto e execução, podendo chegar, segundo a literatura, até a 30%, sendo proveniente basicamente da simplificação das técnicas de execução e Economia de formas e escoramentos. Menor diversidade de materiais empregados reduz o número de

subempreiteiras na obra, a complexidade da etapa executiva e o risco de atraso no cronograma de execução em função de eventuais faltas de materiais, equipamentos ou mão de obra. Redução da diversidade de mão-de-obra especializada necessita-se de mão-de-obra especializada somente para a execução da alvenaria, diferentemente do que ocorre nas estruturas de concreto armado e aço. Maior rapidez de execução, essa vantagem é notória nesse tipo de construção, decorrente principalmente da simplificação das técnicas construtivas, que permite maior rapidez no retorno do capital empregado. (CAMACHO, 2006, p.4)

Nota-se através de estudos que, a desvantagem principal do sistema construtivo em alvenaria estrutural está relacionada, a não possibilitar nova adaptação em sua arquitetura, pois impede que paredes sejam demolidas.

2.4 Nomenclatura

Serão descritos alguns termos utilizados ao longo deste projeto, afim de melhor compreensão dos termos empregados, os quais se encontram nas literaturas descritas.

Processo construtivo: Segundo Camacho (2006) “processo construtivo que visa utilizar um conjunto de métodos utilizados na construção como um todo da alvenaria estrutural”.

Sistema construtivo: Segundo Camacho (2006) “um processo construtivo de elevado nível de industrialização e de organização, constituído por um conjunto de elementos e componentes inter-relacionados e completamente integrado pelo processo”.

Material: Segundo NBR 10837 (1989) “componentes utilizados na obra”.

Componente: Segundo NBR 10837 (1989) “parte da obra suficientemente elaborada, constituída da reunião de elementos e/ou materiais. (blocos, argamassa, graute, armaduras, vergas, contravergas)”.

Elemento: Segundo NBR 10837 (1989) “parte elementar da obra, constituída por material natural ou de fabricação industrial”.

Parede resistente: Segundo NBR 10837 (1989) “toda parede que no projeto é considerada como suporte de outras cargas, além de seu peso próprio”.

Parede de contraventamento ou Pilar-Parede: Segundo NBR 10837 (1989) “Toda parede resistente que se destina à absorção de forças horizontais e verticais, que provenientes de ações externas, quer provenientes de efeitos de segunda ordem”.

Parede não resistente: Segundo NBR 10837 (1989) “toda parede que no projeto não é considerada como suporte de cargas verticais, além de seu peso próprio”.

Traço: expressão das proporções adequadas a cada caso em que se usam materiais diferentes para se obter uma mistura homogênea, entre as quantidades dos materiais que compõem argamassa ou um graute.

2.5 Componentes Empregados

Os componentes utilizados na construção de estruturas em alvenaria estrutural são os tijolos ou blocos vazados, as armaduras tanto construtivas ou de cálculo, o graute e a argamassa. São bastante utilizadas as peças fabricadas, tais como: vergas, contravergas, coxins, e assessorios que se fizerem necessários para agilizar o processo construtivo.

2.5.1 Blocos

De todos os componentes empregados na alvenaria estrutural o primeiro a ser definido é o tipo de bloco a ser utilizado. O mercado oferece blocos cerâmicos, blocos de concreto, blocos sílico-calcáreos, blocos de concreto celular. A escolha do bloco deve ser feita conforme o projeto e características do produto como exemplo das figuras 2 A e figura 2 B.

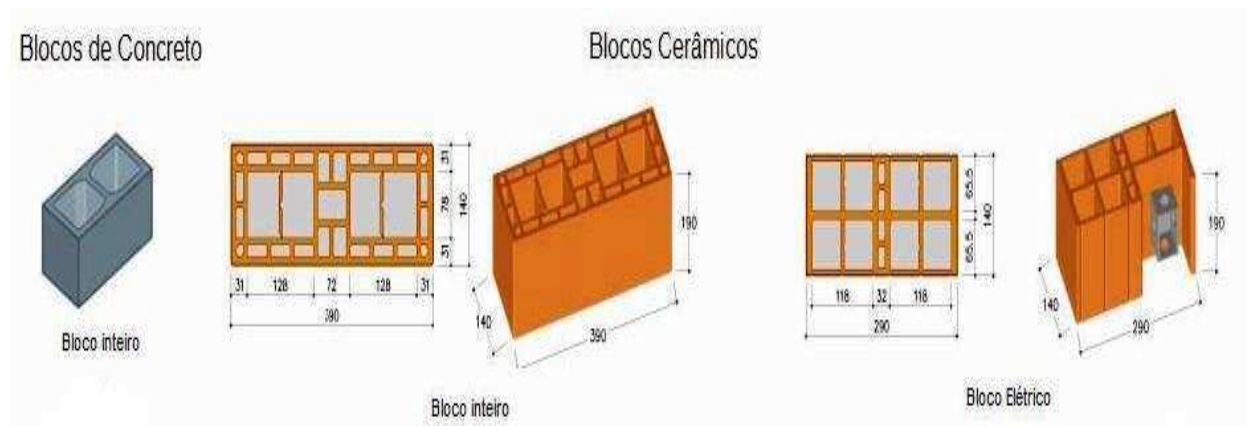


Figura 2A – Tipos de blocos

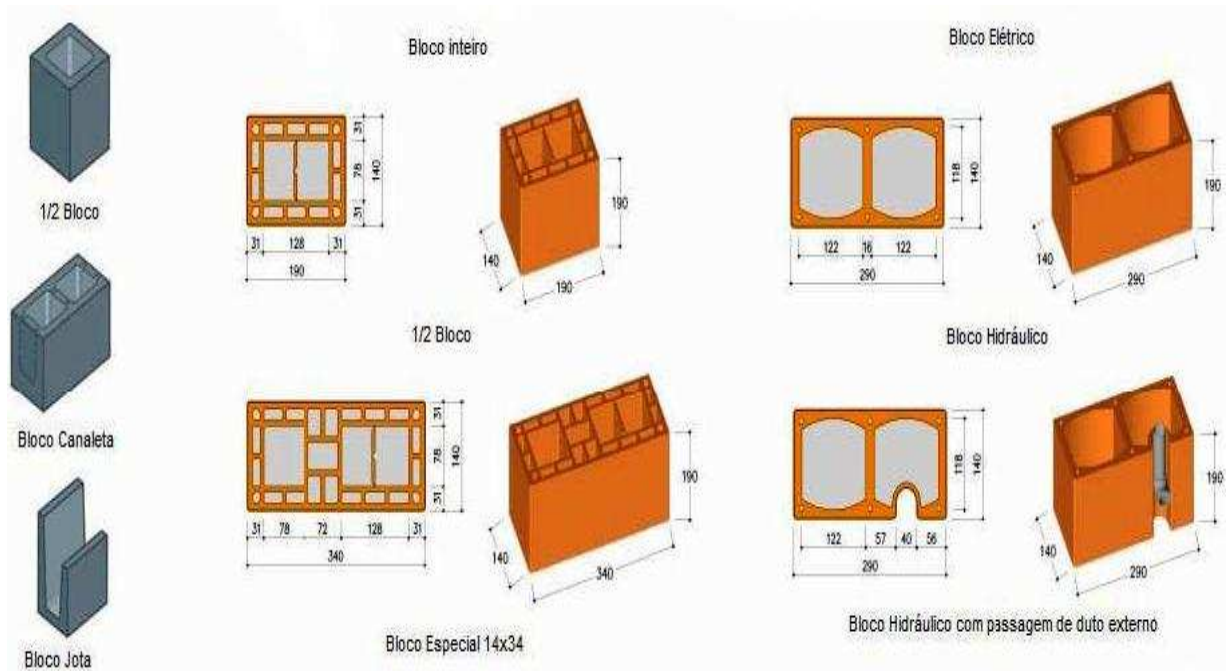


Figura 2B – Tipos de blocos

2.5.2 Argamassa

Segundo a ABNT NBR- 8798 (1985, p.3): “é um elemento utilizado na ligação entre os blocos de concreto, garantindo distribuição uniforme de esforços, composto de cimento, agregado miúdo, água e cal ou outra adição destinada a conferir plasticidade e retenção de água de hidratação à mistura”.

2.5.3 Graute

Segundo a ABNT NBR- 8798 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 NBR- 8798, 1985, p.3).

2.5.4 Armaduras

Segundo Pedro Lima Pires:

As armaduras de alvenaria estrutural podem ser construtivas, características da alvenaria não armada, ou de cálculo, presentes na alvenaria armada. As armaduras têm como função básica absorver os esforços de tração ou compressão, provenientes do vento ou desprumo ou outras ações, e também possuem função construtiva, com o objetivo de prevenir patologias como fissuras nas paredes. (PIRES, 2008, p.13)

2.5.5 Vergas

Segundo a ABNT NBR-10837 (1989, p.2), “Componente estrutural colocado sobre ou sob os vãos de aberturas das paredes com a finalidade de transmitir esforços verticais aos trechos de parede adjacentes às aberturas”.

2.5.6 Contravergas

Segundo Camacho (2006, p.2), “elemento estrutural colocado sob os vãos de aberturas com a finalidade de absorver tensões de tração nos cantos”.

2.5.7 Cintas

Segundo a ABNT NBR-10837 (1989, p.2) “Denomina-se cintas elemento construtivo estrutural apoiado continuamente na parede, ligado ou não as lajes ou as vergas das aberturas, e que transmite cargas para as paredes resistentes, tendo função de amarração”.

2.5.8 Coxim:

Segundo a ABNT NBR- 8798 (1985, p.2), “Componente estrutural não contínuo apoiado na parede, possuindo relação de comprimento para altura menor ou igual a 3, com a finalidade de distribuir cargas concentradas à parede que lhe dá apoio”.

2.5.9 Enrijecedor

Segundo a ABNT NBR- 8798 (1985):

Componente estrutural, horizontal ou vertical, vinculado a uma parede portante, com a finalidade de obter enrijecimento na direção perpendicular à parede. O enrijecedor pode ser embutido total ou parcialmente na parede, podendo, quando vertical, absorver cargas segundo seu eixo. (ABNT NBR- 8798, 1985, p.2)

2.5.10 Diafragma

Segundo a ABNT NBR- 8798 (1985, p.2), “Componente estrutural laminar trabalhando como chapa em seu plano e que, quando horizontal e convenientemente ligada às paredes portantes, tem a finalidade de transmitir esforços de seu plano médio às paredes”.

2.6 Modulação

Segundo Camacho (2006, p.18): “A modulação ou coordenação modular consiste no ajuste de todas as dimensões da obra, horizontais e verticais, como múltiplo da dimensão básica da unidade, cujo objetivo principal é evitar cortes e desperdícios na fase de execução”.

2.6.1 Amarração de paredes

Segundo Pedro Lima Pires:

A amarração das paredes consiste num mecanismo que garante a distribuição dos esforços de uma parede para a outra, reduzindo as tensões em paredes muito carregadas e as aumentando em outras paredes pouco carregadas, criando-se um estado de uniformização de tensões, que possibilita a escolha racional da capacidade resistiva do bloco, e contribuindo para um melhor desempenho estrutural da capacidade resistiva das paredes assim como de toda a edificação. (PIRES, 2008, p.15).

Segundo a ABNT NBR-10837 (1989), item 5.4.9 à 5.4.9.2.

A união e solidarização de paredes que se cruzam podem ocorrer por um dos seguintes métodos: A amarração direta é feita através da própria disposição dos blocos nas fiadas, com 50% deles penetrando alternadamente na parede interceptada. Já a amarração indireta consiste na utilização de barras metálicas convenientemente dispostas ou em forma de treliças soldadas, que servem para promover a ligação entre paredes que possuem junta-prumo sem uma amarração entre as paredes. (ABNT NBR 10837, 1989, p.18).

2.7 Concepção Estrutural

Segundo Pedro Lima Pires:

A concepção estrutural de um edifício consiste em definir no projeto quais os elementos que suportarão os carregamentos provindos das ações verticais e

horizontais. No caso dos edifícios em alvenaria estrutural, os elementos componentes da estrutura são as paredes portantes e as lajes, e, na eventualidade de existirem terem pilotis, também os pilares e as vigas. A escolha das paredes portantes é condicionada por fatores como a utilização da edificação, a existência ou não de simetria na estrutura, passagem de tubulações e outros. (PIRES, 2008, p.15).

2.7.1 Ações Verticais

Segundo Camacho (2006, p.21) “As ações verticais podem atuar diretamente sobre as paredes resistentes, ou então sobre as lajes, que trabalhando como placas, as transmitem às paredes resistentes, que por sua vez irão transmiti-las diretamente às fundações”. Conforme figura 3.

2.7.2 Ações Horizontais

Segundo Pedro Lima Pires:

As ações horizontais, agindo ao longo de uma parede de fachada, são transmitidas às lajes, que trabalhando como diafragmas rígidos, são transmitidas às paredes. Esses elementos, denominadas paredes de contraventamento, irão transmitir as ações horizontais às fundações. (PIRES, 2008, p.18).

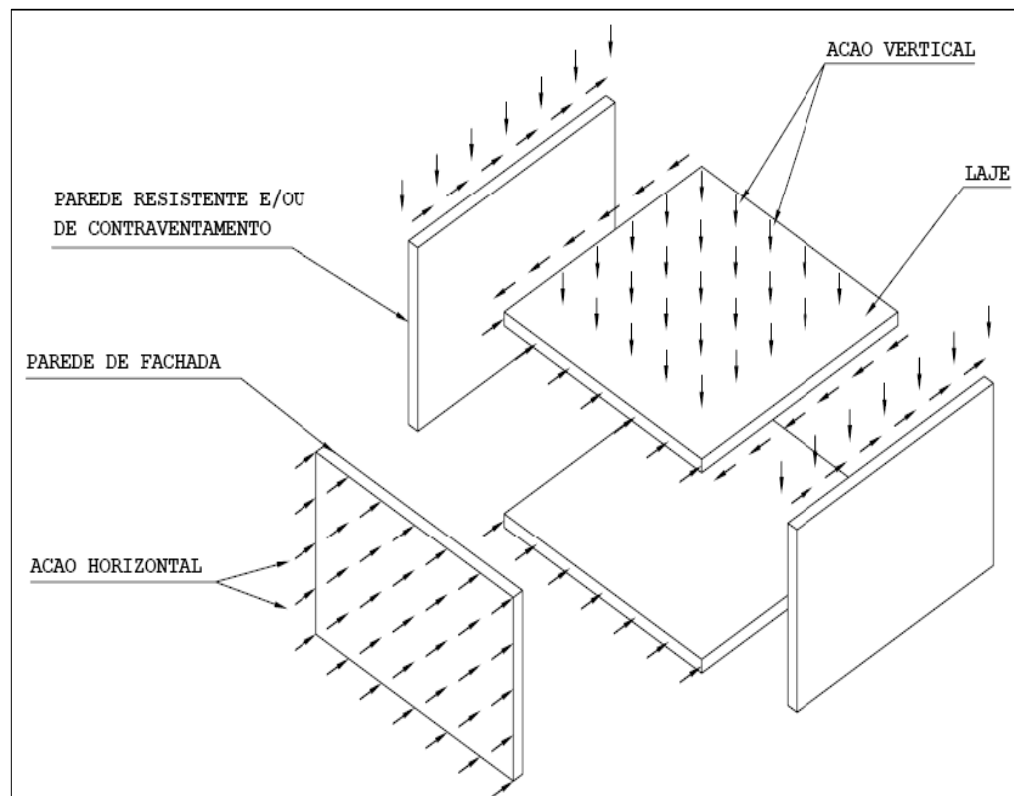


Figura 3 – Ações verticais e horizontais

2.8 Capacidade resistente dos elementos estruturais

Segundo Pedro Lima Pires

Os principais elementos resistentes que compõem a estrutura de um edifício de alvenaria estrutural são as paredes resistentes, as paredes de contraventamento e os pilares de alvenaria. As paredes resistentes são aquelas que além das funções de definição de espaços geométricos e de vedação, desempenham também a função estrutural, ou seja, são paredes que têm a função de resistir às ações verticais que atuam na estrutura e transmiti-las às fundações. Os pilares de alvenaria têm por função resistir às ações verticais e a relação de suas dimensões em planta é menor que cinco. As paredes de contraventamento são elementos que resistem às ações horizontais segundo seu próprio plano. São elas que dão estabilidade à obra, transmitindo às fundações as ações horizontais que agem ao longo de uma estrutura. (PIRES, 2008, p.18).

3 FORMULÁRIOS E TABELAS

3.1 Fórmulas e tabela elaborada conforme ABNT NBR-10837(1989, p.9, 12, 14 e 15).

Cálculo da carga axial admissível nas paredes resistentes pode ser feito da seguinte forma:

$$P_{adm} = 0,20.f_p [1 - (h/40.t)^3]. A \quad (1)$$

Onde:

P_{adm} - carga axial admissível da parede.

h - altura efetiva da parede.

t - espessura efetiva da parede ($t \geq 14$ cm).

A - área líquida da seção transversal da parede.

f_p - resistência média dos prismas.

Cálculo da expressão para a obtenção da carga horizontal admissível nas paredes de contraventamento, proveniente das ações de vento:

$$V = \tau.b.t \quad (2)$$

Onde:

V - carga horizontal admissível;

b - comprimento da parede;

t - espessura efetiva da parede;

τ - tensão de corte admissível

Cálculo da flexão composta é feito da seguinte forma:

$$\frac{f_a}{F_a} + \frac{f_m}{F_m} \leq 1 \quad (3)$$

Onde:

f_a - tensão de compressão axial atuante;

f_m - tensão de trabalho devido à flexão;

F_a - tensão axial admissível;

F_m - tensão de flexão admissível: $0,30 \cdot f_p$.

$$F_a = P_{adm} = 0,20 \cdot f_p [1 - (h/40 \cdot t)^3] \cdot A$$

3.1.1 Tabela 1 – Tensões admissíveis para alvenaria não armada de concreto (NBR-10837-1989).

Tipo de solicitação	Blocos vazados		Blocos maciços	
	Tensão admissível (MPa)		Tensão admissível (MPa)	
	$12,0 \leq f_a \leq 17,0$	$5,0 \leq f_a \leq 12,0$	$12,0 \leq f_a \leq 17,0$	$5,0 \leq f_a \leq 12,0$
Compressão simples	$0,20 \cdot f_p$ ou $0,286 \cdot f_{pa}$			
Compressão na flexão	$0,30 \cdot f_p$			
Tração na flexão:	-	-	-	-
- Normal à fiada	0,15	0,10	0,25	0,20
- Paralela à fiada	0,30	0,20	0,55	0,40
Cisalhamento	0,25	0,15	0,25	0,15

f_a - resistência média da argamassa

f_p - resistência média à compressão dos prismas

f_{pa} - resistência à compressão da argamassa de assentamento

- Sob a ação de vento esses valores podem ser aumentados em 33%

4 METODOLOGIA

Apresenta-se neste trabalho, o detalhamento de um projeto arquitetônico de um edifício de quatro pavimentos tipo, que se adapta aos três sistemas construtivos propostos, alvenaria estrutural, concreto armado e construção semi-industrializada, dando ênfase ao sistema construtivo em alvenaria estrutural com demonstrações de materiais, distribuição e uniformizações de cargas (anexo 02) essenciais para o cálculo estrutural e levantamento de quantitativos neste processo construtivo. Consideramos a implantação dos edifícios propostos em um terreno de propriedade da Prefeitura Municipal de Caratinga na cidade de Caratinga no estado de Minas Gerais. Será apresentado um corte esquemático do edifício, planta baixa, levantamento topográfico do terreno e planilhas orçamentárias dos sistemas construtivos em alvenaria estrutural, em concreto armado e construção semi-industrial com custo de composição - sintético.

O edifício tem 4(quatro) pavimentos tipo, com o pé-direito de 2,90 m, laje pré-fabricada comum para piso, inter eixo de 38 cm, espessura de 13 cm, totalizando uma altura de 12,00 m conforme corte esquemático.

Para o levantamento de quantitativos utilizou-se o projeto arquitetônico (anexo 01). Especificamente para o sistema construtivo em alvenaria estrutural utilizou-se, sistema de uniformização de cargas (anexo 02), cálculo de área de influência da laje (anexo 02) e projeto arquitetônico (anexo 01). Para o cálculo de quantitativos do sistema construtivo semi-industrializado, foram utilizadas as informações fornecidas pelo plano de trabalho da USIMINAS (Usina Siderúrgica de Minas Gerais S/A), projeto arquitetônico e planilha orçamentária, sendo que utilizaram-se como referência para comparação das planilhas orçamentárias apenas os itens referentes à fundação e estrutura. Para o sistema construtivo em concreto armado foram calculados fundação e superestrutura conforme anexos 04 e 05 para o levantamento de quantitativos utilizou-se também projeto arquitetônico (anexo 01).

Os preços aqui apresentados foram retirados da tabela SINAP de setembro de 2009 e tabela SETOP - MG de setembro de 2009.

SINAPI - Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil, de abrangência nacional, tendo vínculo com a Caixa Econômica Federal, com encargos sociais sobre preços da mão-de-obra: 122,80% (hora) 82,40% (mês).

SETOP- Secretaria de Estado de Transporte e Obras Públicas do Estado de Minas Gerais, planilha referencial de preços unitários para obras de edificação e infraestrutura.

Nas planilhas não foram considerados Tapumes, pois o local encontra-se cercado com mourões de concreto.

Quanto à sondagem foram feitos testes com furo a trado com Ø 25mm no local de implantação para testar a capacidade de carga do solo, também testamos penetrando uma verga com Ø 12,5mm chegando à profundidade de apenas 40cm.

Foram desconsideradas as forças horizontais devido ao vento.

5 CRONOGRAMA

Tabela 2. Atividades e eventos na elaboração do TCC.

Item	Evento ou Atividade	Mês/Ano
1	Escolha do Tema	Março/2009
2	Entrevista e Pesquisa Bibliográfica	Abril/2009
3	Aprovação do Tema	Maió/2009
4	Escolha do Orientador	Maió/2009
5	Entrega do Projeto TCC	Junho/2009
6	Recesso	Férias julho/2009
7	Análise da Informação	Agosto/2009
8	Revisão Final do Sumário	Agosto/2009
9	Coleta de Dados	Agosto/2009
10	Reunião de Coordenação	Agosto/2009
11	Execução do Trabalho	Setembro e outubro/2009
12	Fixação de Datas de Defesa	Novembro/2009
13	Entrega das Cópias adicionais a Banca	Novembro/2009
14	Preparação da Exposição Oral	Novembro/2009
15	Apresentação e Defesa Oral do Trabalho	Novembro/2009
16	Entrega do Documento Encadernado	Novembro/2009
17	Encerramento do Programa-Resultado	Novembro/2009

6 CONCLUSÃO

Analisando os resultados obtidos, através das planilhas orçamentárias dos três sistemas construtivos hora apresentados, chegou-se a conclusão que o sistema construtivo em alvenaria estrutural é financeiramente viável para construção de moradias para pessoas de baixa renda.

Com o resultado, comprovou-se uma economia financeira utilizando o sistema de construção em alvenaria estrutural em relação ao sistema de construção em concreto armado de R\$ 115.553,97 (cento quinze mil quinhentos cinquenta e três reais e noventa e sete centavos), o que corresponde a uma porcentagem de 21,35% mais econômico. E resultou também em relação ao sistema de construção semi-industrializado uma economia financeira de R\$ 99.831,96 (noventa e nove mil oitocentos trinta e um reais e noventa e seis centavos), o que corresponde a uma porcentagem de 19,09% mais econômico.

Sendo a região de Caratinga carente de áreas planas, que dificulta a implantação de unidades habitacionais por unidades isoladas, pois a topografia da cidade se caracteriza como acidentada, sendo assim a construção de moradias verticais em alvenaria estrutural é viável tanto financeiramente como também para solucionar a questão de déficit de áreas planas na região supracitada.

Também é importante lembrar que para qualquer que seja o processo construtivo deve-se seguir ao máximo as normas vigentes e específicas para cada etapa da obra. Com isso há uma diminuição da probabilidade de erros na execução e menos perda de material, proporcionando uma execução desejável e automaticamente fazendo com que o orçamento detalhado fique compatível com a realidade ao fim da obra.

Estas são as considerações abordadas neste trabalho de conclusão de curso demonstrando as mudanças e variações nas composições de custo dos diversos sistemas construtivos. Também podemos salientar que as diversificações dos sistemas construtivos e com o avanço tecnológico da engenharia tendem a provocar cada vez mais progressos nas obras brasileiras, tanto para alvenaria estrutural, concreto armado, construções semi-industrializadas e demais sistemas.

A discussão de todos esses aspectos é de extraordinária importância também para os meios técnicos e acadêmicos que são a fonte dos progressos de diversos sistemas construtivos.

7 BIBLIOGRAFIA

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS **NBR 8798**: Execução e controle de obras em alvenaria estrutural de blocos vazados de concreto: Rio de Janeiro, 1985.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS **NBR 10837**: Cálculo de alvenaria estrutural de blocos vazados de concreto: Rio de Janeiro, 1989.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS **NBR 7184**: Blocos vazados de concreto simples para alvenaria – Determinação da resistência à compressão: Rio de Janeiro, 1991.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS **NBR 6120**: cargas para o cálculo de estruturas de edificações. Rio de Janeiro, 1980.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS **NBR 6123**: Forças devidas ao vento em edificações. Rio de Janeiro, 1988.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS **NBR 6136**: Bloco vazado de concreto simples para alvenaria estrutural. Rio de Janeiro, 1994.

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

PIRES P.L.; **Projeto de um edifício residencial em alvenaria estrutural**. Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, 2008.

<http://www.construtoraeg.com.br/alvest.html>, 17/06/2009.

SINAPI, **Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil** - Belo-Horizonte, setembro de 2009.

SETOP, **Secretaria de Estado de Transportes e Obras Públicas** - Belo-Horizonte, setembro de 2009.

USIMINAS, **Usina Siderúrgica de Minas Gerais S/A**.