



**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
“JÚLIO DE MESQUITA FILHO”**

Campus de Ilha Solteira

JOSÉ AFONSO ROCHA

**DIAGNÓSTICOS DOS PROCEDIMENTOS EXECUTIVOS NOS CANTEIROS DE
OBRAS DE ALVENARIA ESTRUTURAL**

Ilha Solteira – SP

2013

JOSÉ AFONSO ROCHA

**DIAGNÓSTICOS DOS PROCEDIMENTOS EXECUTIVOS NOS CANTEIROS DE
OBRAS DE ALVENARIA ESTRUTURAL**

Dissertação apresentada à Faculdade de Engenharia – UNESP – Campus de Ilha Solteira, para obtenção do título de Mestre em Engenharia Civil.

Área do Conhecimento: Estruturas

Prof. Dr. JEFFERSON SIDNEY CAMACHO
Orientador

Prof. Dr. RODRIGO PIERNAS ANDOLFATO
Co-orientador

Ilha Solteira – SP

2013

FICHA CATALOGRÁFICA

Elaborada pela Seção Técnica de Aquisição e Tratamento da Informação
Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação da UNESP - Ilha Solteira.

R672d Rocha, José Afonso.
Diagnósticos dos procedimentos executivos nos canteiros de obras de alvenaria estrutural / José Afonso Rocha. -- Ilha Solteira : [s.n.], 2013.
140 f. : il.

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira. Área de conhecimento: Estruturas, 2013

Orientador: Jefferson Sidney Camacho
Coorientador: Rodrigo Piernas Sandolfato
Inclui bibliografia

1. Alvenaria estrutural. 2. Alvenaria. 3. Procedimentos executivos. 4. Racionalização.
5. Indústria de construção civil – Qualidade. 6. Empreendimentos habitacionais.



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
CAMPUS DE ILHA SOLTEIRA
FACULDADE DE ENGENHARIA DE ILHA SOLTEIRA


CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

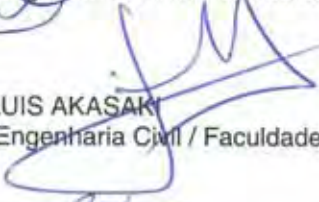
TÍTULO: Diagnósticos dos procedimentos executivos nos canteiros de obras de alvenaria estrutural

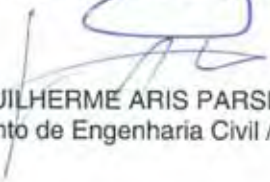
AUTOR: JOSÉ AFONSO ROCHA

ORIENTADOR: Prof. Dr. JEFFERSON SIDNEY CAMACHO

Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de MESTRE EM ENGENHARIA CIVIL , Área: ESTRUTURAS, pela Comissão Examinadora:


Prof. Dr. JEFFERSON SIDNEY CAMACHO
Departamento de Engenharia Civil / Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira


Prof. Dr. JORGE LUIS AKASAKI
Departamento de Engenharia Civil / Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira


Prof. Dr. GUILHERME ARIS PARSEKIAN
Departamento de Engenharia Civil / Universidade Federal de São Carlos

Data da realização: 27 de fevereiro de 2013.

AGRADECIMENTOS

À Deus, pela força espiritual que possibilitou trilhar pelos caminhos do desenvolvimento desse trabalho.

Ao professor Jefferson Sidney Camacho, meu orientador, que disponibilizou tempo e conhecimento na construção desta pesquisa; inclusive participando dos levantamentos nos canteiros de obras.

Ao professor Rodrigo Piernas Andolfato, meu co-orientador, nos encaminhamentos junto às obras as quais também serviram de levantamentos e diagnósticos.

A Unesp – Faculdade de Engenharia, Campus de Ilha Solteira, em especial aos professores do curso de Pós-Graduação (Mestrado), por proporcionar esta oportunidade de conquista de conhecimentos.

Aos professores Guilherme Aris Parsekian e Luiz Roberto Prudêncio Junior por indicarem empresas as quais foram possíveis elaborar levantamentos e diagnósticos.

As empresas Frechal Construções e Incorporações Ltda (Blumenau – SC), Piastra Construção e Incorporação Ltda (Blumenau – SC), Plaenge Empreendimentos Construtora e Incorporadora (Londrina – PR) e Trisul S.A. Incorporadora e Construtora (São Carlos – SP), que possibilitaram as visitas aos canteiros de obras.

RESUMO

Este trabalho trata de uma pesquisa sobre os diagnósticos dos procedimentos executivos nos canteiros de obras em alvenaria estrutural. A proposta busca identificar os critérios adotados na execução das diversas fases construtivas de empreendimentos em construção, comparando-os com os procedimentos citados em normas (ABNT) e com tecnologias disponíveis no mercado. Este estudo analisa as construções que utilizam os componentes blocos de concreto e blocos cerâmicos com funções estruturais, tendo como foco observar os procedimentos decorrentes da mão de obra, qualidade dos componentes bloco, argamassa, graute e armaduras. A pesquisa compara os procedimentos desde a adequação do canteiro de obras, armazenamento, produção, transportes, ensaios; bem como os critérios utilizados na execução/produção das alvenarias fazendo uso dos equipamentos necessários para obter qualidades na execução das obras. Levantamentos realizados nos canteiros de obras nas cidades de São Carlos – SP, Londrina – PR, Araçatuba – SP, São José do Rio Preto – SP, Jaboticabal – SP, e Blumenau – SC. Outro item pesquisado e de grande relevância é a fabricação dos blocos (concreto e cerâmico) buscando informações a respeito de suas resistências, características estéticas, durabilidade e parâmetros de controle de qualidade. Levantamentos realizados em empresas fabricantes nas cidades de São José do Rio Preto – SP, Itu – SP, Limeira – SP e Americana – SP.

Palavras-chave: Alvenaria estrutural. Procedimentos executivos. Racionalização. Qualidade. Empreendimentos habitacionais.

ABSTRACT

This work is a research about the diagnostic over the executive procedures in construction sites using structural masonry. The aim is to identify the criteria used in the execution of various building stages of projects under construction, comparing them with the procedures cited in standards (ABNT) and technologies available in the market. This study examines the constructions that use concrete and ceramic blocks with structural functions, observing the procedures arising from labor, quality of components block, mortar, grout and reinforcement. The research compares the adequacy of procedures at the construction site, storage, production, transportation, testing, and the criteria used in the performance / production of masonry making use of the necessary equipment for quality in these works. Surveys were conducted at construction sites in the cities of São Carlos - SP, Londrina - PR, Araçatuba – SP, São José do Rio Preto - SP, Jaboticabal - SP, and Blumenau - SC. Another item researched, and of great importance, is the manufacture of the blocks (concrete and ceramic) seeking information about their strength, aesthetic, durability and quality control parameters. Researches were conducted in manufacturing companies in the cities of São José do Rio Preto - SP, Itu - SP, Limeira - SP and Americana - SP.

Keywords: Structural masonry. Executive procedures. Rationalization. Quality. Housing Developments.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	- Verga, contraverga, graute e armadura	29
Figura 2	- Ensaio de prisma	29
Figura 3	- Vista lateral e frontal da extrusão	32
Figura 4	- Paletização dos blocos cerâmicos	32
Figura 5	- Formato de blocos cerâmicos estruturais	33
Figura 6	- Família de blocos estruturais	34
Figura 7	- Equipamento de fabricação (blocos de concreto)	38
Figura 8	- Sistema de dosagem e paletização	38
Figura 9	- Transporte do concreto	39
Figura 10	- Cura dos blocos	39
Figura 11	- Corpo de prova (argamassa)	44
Figura 12	- Ensaio de prisma	44
Figura 13	- Andaime regulável	59
Figura 14	- Bisnaga para argamassa	59
Figura 15	- Colher meia cana	60
Figura 16	- Escantilhão	60
Figura 17	- Nível alemão	61
Figura 18	- Paleta para argamassa	61
Figura 19	- Régua de nível	62
Figura 20	- Régua de prumo	62
Figura 21	- Carrinho porta masseira	63
Figura 22	- Balde para graute	63
Figura 23	- Gabarito de portas	64
Figura 24	- Gabarito de janelas	65
Figura 25	- Carrinho porta palete	65
Figura 26	- Dosagem e prensagem	66
Figura 27	- Cura e estocagem	67

Figura 28 - Dosagem do concreto e cura dos blocos	68
Figura 29 - Família de blocos	69
Figura 30 - Família de blocos	72
Figura 31 - Família de blocos	73
Figura 32 - Família de blocos	73
Figura 33 - Empreendimento 1 (São Carlos/SP)	77
Figura 34 - Detalhes de armadura construtiva	79
Figura 35 - Detalhamento de armaduras	80
Figura 36 - Ponto de inspeção	80
Figura 37 - Forma (laje maciça)	81
Figura 38 - Modulação da alvenaria	82
Figura 39 - Empreendimento 2 (São Carlos/SP)	83
Figura 40 - Assentamento de blocos	83
Figura 41 - Pontos de grauteamento	85
Figura 42 - Estrutura de transição	85
Figura 43 - Estrutura de transição	85
Figura 44 - Laje maciça	86
Figura 45 - Escada maciça	86
Figura 46 - Modulação da alvenaria	87
Figura 47 - Empreendimento 1 (Londrina/PR)	88
Figura 48 - Ponto de inspeção	89
Figura 49 - Armaduras construtivas	89
Figura 50 - Armaduras construtivas	90
Figura 51 - Laje maciça	90
Figura 52 - Peças pré-moldadas escada	91
Figura 53 - Nível	91
Figura 54 - Modulação dos blocos	93
Figura 55 - Empreendimento 1 (Araçatuba/SP)	93
Figura 56 - Armação do radier	94

Figura 57 - Radier/sub-solo	94
Figura 58 - Armadura vertical	95
Figura 59 - Armadura à grautear	95
Figura 60 - Bloco especial	96
Figura 61 - Laje pré-moldada (maciça)	96
Figura 62 - Estrutura da escada	97
Figura 63 - Perfil estrutural	97
Figura 64 - Ferramentas	97
Figura 65 - Empreendimento 2 (Araçatuba/SP)	98
Figura 66 - Execução de radier	99
Figura 67 - Alvenaria (respaldo)	100
Figura 68 - Empreendimento 1 (São José do Rio Preto/SP)	102
Figura 69 - Pontos de graute	103
Figura 70 - Canaleta (compensador)	103
Figura 71 - Blocos estratégicos	103
Figura 72 - Preparação de prismas	104
Figura 73 - Laje pré-moldada	104
Figura 74 - Laje pré-moldada	104
Figura 75 - Montagem das lajes	105
Figura 76 - Detalhes da escada	105
Figura 77 - Aplicação de gesso	106
Figura 78 - Empreendimento 1 (Jaboticabal/SP)	107
Figura 79 - Detalhes dos blocos	107
Figura 80 - Pontos de grauteamento	108
Figura 81 - Blocos canaleta	108
Figura 82 - Laje maciça	109
Figura 83 - Escada em concreto armado	109
Figura 84 - Empreendimento 1 (Blumenau /SC)	111
Figura 85 - Blocos	112

Figura 86 - Blocos compensadores	112
Figura 87 - Armadura de ligação	113
Figura 88 - Movimentação dos blocos	113
Figura 89 - Canaleta grauteada	114
Figura 90 - Assentamento de blocos	114
Figura 91 - Ponto de inspeção	114
Figura 92 - Armadura (meia altura)	114
Figura 93 - Ponto de inspeção	115
Figura 94 - Fundações e estrutura	115
Figura 95 - Estrutura de transição	115
Figura 96 - Escada pré-moldada	116
Figura 97 - Escada pré-moldada	116
Figura 98 - Sub-solo	116
Figura 99 - Empreendimento 2 (Blumenau/SC)	117
Figura 100 - Laje de cobertura	118
Figura 101 - Instalação embutida	119
Figura 102 - Instalação embutida	119
Figura 103 - Gesso	120
Figura 104 - Piso	120
Figura 105 - Espaço técnico/moldura	120
Figura 106 - Empreendimento 3 (Blumenau/SC)	121
Figura 107 - Empreendimento 4 (Blumenau/SC)	123
Figura 108 - Blocos	123
Figura 109 - Blocos “J”	123
Figura 110 - Blocos compensadores	124
Figura 111 - Blocos	124
Figura 112 - Modulação e bloco “J”	125
Figura 113 - Respaldo (compensador)	125
Figura 114 - Assentamento de blocos	125

Figura 115- Assentamento de blocos	125
Figura 116- Detalhe verga	126
Figura 117- Detalhe bloco “J”	126
Figura 118- Escada	127
Figura 119- Laje pré-moldada	127

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Ensaio e requisitos dimensionais para blocos	36
Tabela 2 - Características de argamassas	40
Tabela 3 - Resistências indicadas para argamassa e graute	45
Tabela 4 - Traços básicos de argamassa	45
Tabela 5 - Dosagem básica do graute	47
Tabela 6 - Número mínimo de prismas à serem ensaiados	55
Tabela 7 - Variáveis de controle geométrico na produção de alvenaria	57
Tabela 8 - Questionário da pesquisa nos canteiros de obra	74
Tabela 9 - Resistências dos elementos da alvenaria (E-1 São Carlos/SP)	78
Tabela 10 - Resistências dos elementos da alvenaria (E-2 São Carlos/SP)	84
Tabela 11 - Resistências dos elementos da alvenaria (E-1 Londrina/PR)	88
Tabela 12 - Resistências dos elementos da alvenaria (E-1 Araçatuba/SP)	94
Tabela 13 - Resistências dos elementos da alvenaria (E-2 Araçatuba/SP)	99
Tabela 14 - Resistências dos elementos da alvenaria (E-1 S.J.Rio Preto/SP)	102
Tabela 15 - Resistências dos elementos da alvenaria (E-1 Jaboticabal/SP)	107
Tabela 16 - Resistências dos elementos da alvenaria (E-1 Blumenau/SC)	112
Tabela 17 - Resistências dos elementos da alvenaria (E-2 Blumenau/SC)	118
Tabela 18 - Resistências dos elementos da alvenaria (E-3 Blumenau/SC)	121
Tabela 19 - Resistências dos elementos da alvenaria (E-4 Blumenau/SC)	124
Tabela 20 - Resumo dos dados levantados	128

LISTA DE SIGLAS E ABREVIações

A/C	Fator Agua-Cimento
AAI	Alta Absorção Inicial
ABCP	Associação Brasileira de Cimento Portland
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
C	Comprimento
CP	Cimento Portland
CDHU	Companhia de Desenvolvimento Habitacional e Urbano
EPS	Poliestireno Expandido
EPUSP	Escola Politécnica da Universidade de São Paulo
EQUIPAOBRA	Equipaobra Equipamentos Racionalizados Ltda
EST	Estrutural
Fak	Resistência Característica à Compressão da Argamassa
Fbk	Resistência característica à compressão (bloco)
Fgk	Resistência Característica à Compressão do Graute
Fk	Resistência da parede
Fp	Resistência do prisma
GLP	Gás Liquefeito de Petróleo
H	Altura
ICMS	Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços
INMETRO	Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial
ISO 9001 (2008)	Norma sobre Sistema de Gestão da Qualidade
L	Largura
MPa	MegaPascal
NBR	Norma Brasileira Registrada
PBQP – H	Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade do Habitat
PVC	Policloreto de Polivinila
QUALIHAB	Programa da Qualidade da Construção Habitacional
SCANMETAL	Scanmetal Equipamentos Ltda
UFSCAR	Universidade Federal de São Carlos

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	15
1.1	HISTÓRICO DA ALVENARIA	15
1.2	RELEVÂNCIA DA PESQUISA	18
1.3	OBJETIVOS DA PESQUISA	21
1.4	LEVANTAMENTOS	22
1.5	JUSTIFICATIVAS	22
1.6	ESTRUTURA DO TRABALHO	23
2	ALVENARIA ESTRUTURAL	24
2.1	A IMPORTÂNCIA DA ALVENARIA ESTRUTURAL	24
2.2	TERMOS E DEFINIÇÕES DA ALVENARIA ESTRUTURAL	26
3	SISTEMA EM ALVENARIA ESTRUTURAL	30
3.1	MATERIAIS, COMPONENTES E ELEMENTOS	30
3.1.1	<i>Blocos estruturais – cerâmico</i>	30
3.1.1.1	<i>Fabricação dos blocos</i>	31
3.1.1.2	<i>Forma e família de blocos</i>	32
3.1.1.3	<i>Requisitos gerais</i>	34
3.1.2	<i>Blocos estruturais – concreto</i>	37
3.1.2.1	<i>Fabricação dos blocos</i>	37
3.1.3	<i>Argamassas</i>	39
3.1.3.1	<i>Características gerais</i>	39
3.1.4	<i>Graute</i>	46
3.1.5	<i>Armaduras</i>	47
3.1.6	<i>Paredes (alvenaria)</i>	48
4	EXECUÇÃO E CONTROLE DE OBRAS EM ALVENARIA ESTRUTURAL	49
4.1	BLOCOS CONCRETO / CERÂMICO	49
4.1.1	<i>Plano de controle da qualidade</i>	49
4.1.2	<i>Especificação , recebimento e controle da produção dos materiais</i>	50

4.1.3	<i>Especificação e controle sobre os demais materiais constituintes da alvenaria</i>	51
4.1.4	<i>Controle da produção de argamassa e graute</i>	52
4.1.5	<i>Controle da resistência dos materiais e das alvenarias à compressão axial</i>	53
4.1.6	<i>Controle de obra</i>	53
4.1.7	<i>Controle da produção da alvenaria</i>	56
4.1.8	<i>Aceitação da alvenaria</i>	57
5	FERRAMENTAS E EQUIPAMENTOS	58
5.1	CARACTERÍSTICAS	58
6	LEVANTAMENTOS	66
6.1	LEVANTAMENTOS EM EMPRESAS FABRICANTES	66
6.1.1	<i>Município de São José do Rio Preto/SP</i>	66
6.1.2	<i>Município de Limeira/SP</i>	69
6.1.3	<i>Município de Americana/SP</i>	71
6.1.4	<i>Município de Itu/SP</i>	72
6.2	LEVANTAMENTOS EM CANTEIROS DE OBRAS	74
6.2.1	<i>Empreendimentos na cidade de São Carlos/SP</i>	77
6.2.2	<i>Empreendimento na cidade de Londrina – PR</i>	87
6.2.3	<i>Empreendimentos na cidade de Araçatuba – SP</i>	93
6.2.4	<i>Empreendimento na cidade de São José do Rio Preto – SP</i>	101
6.2.5	<i>Empreendimento na cidade de Jaboticabal – SP</i>	106
6.2.6	<i>Empreendimentos na cidade de Blumenau – SC</i>	110
6.3	AVALIAÇÃO DOS DADOS LEVANTADOS	128
6.4	DIAGNÓSTICOS DOS LEVANTAMENTOS	131
7	CONCLUSÃO	133
7.1	FÁBRICAS DE BLOCOS	133
7.2	CANTEIROS DE OBRAS	134
7.3	SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	136
	REFERÊNCIAS	137

1 INTRODUÇÃO

No presente capítulo é apresentado o histórico da alvenaria, a relevância e os objetivos da pesquisa, os locais dos levantamentos (dados) e as justificativas do tema pesquisado.

1.1 HISTÓRICO DA ALVENARIA

O homem desde a pré-história vive em construções de alvenaria empilhando pedras em busca de um abrigo, utilizavam pedras encontradas no leito dos rios e posteriormente desenvolvendo técnicas de fabricação de tijolos. Tijolo chamado de “adobe” produzido com solo argiloso, areia e água e uma proporção de material orgânico como palha e outros materiais que proporcionavam uma certa resistência; fabricados por simples amassamento e evoluíram para a forma retangular que existe atualmente.

Secado ao sol após o preparo da massa atingia forma, resistência e condições de serem utilizados na execução de paredes e habitações; em seguida aplicaram a técnica de queimar os tijolos em fornos conseguindo uma maior qualidade.

Os Romanos e os Egípcios desenvolveram técnicas construtivas levando em conta as características dos materiais da época, utilizando-se dos sistemas piramidal, porticado e arco.

A alvenaria passou por diversos estágios como técnica construtiva, até ser novamente identificada como um sistema que realmente agrega racionalidade, segurança e economia.

Segundo Parsekian (2009) a evolução industrial proporcionou técnicas e insumos contribuindo para avanços na construção, necessitados para atender à crescente demanda de habitações. Construções verticais multifamiliares foram construídas adotando um misto dos sistemas construtivos mencionados.

No final do século 19 as estruturas em aço começam a assumir o domínio das grandes obras, face à evolução dos métodos de cálculo e da tecnologia do metal, resultando em aproveitamento de espaços perdidos no então reinante empirismo da alvenaria estrutural.

Com o aprimoramento do cimento e o domínio do aço, as estruturas em concreto armado são marcantes no início do século 20 e se tornam, junto com as edificações metálicas, os sistemas estruturais predominantes até a metade do século, não só pela menor área útil ocupada, mas igualmente pelo custo mais baixo em relação às pesadas obras em alvenaria estrutural.

Ao final da década de 40 a Europa estava arrasada e destruída pela Segunda Guerra Mundial, sendo necessário reconstruir inúmeras edificações; nesta época, a alvenaria como estrutura estava desacreditada por entender-se que esse sistema era dispendioso tanto em consumo de materiais como de mão de obra, inclusive os engenheiros perceberam que o sistema em “pórtico” para determinados tipos de construção parecia falho (PARSEKIAN, 2009).

A próxima iniciativa estrutural desenvolvida foi a de estudar a utilização das paredes como suportes das lajes, faltando informações técnicas seguras sobre o comportamento dos materiais constituintes da alvenaria e sobre modelos confiáveis de estruturas de alvenaria. Era preciso recuperar, organizar e avançar o conhecimento sobre a alvenaria estrutural; sendo que várias pesquisas levaram à grande evolução na engenharia de estruturas de alvenaria a partir de então, com o desenvolvimento de novos materiais e procedimentos de cálculo (PARSEKIAN, 2009).

Por volta de 1950, entretanto, começam a surgir normas que permitiram calcular a espessura necessária das paredes e a resistência das alvenarias, em bases de cálculo mais racionais e experimentações laboratoriais, principalmente na Suíça.

Bem sucedidos empreendimentos naquele país, parecem ser responsáveis pelo ressurgimento do sistema construtivo em alvenaria estrutural na Europa na década

de 50, quando foram construídos muitos prédios altos, com paredes bastante esbeltas em comparação com as demais construções.

Os anos 60 e 70 foram marcados por intensas pesquisas experimentais e aperfeiçoamento de modelos matemáticos de cálculo, objetivando projetos resistentes não só a cargas estáticas e dinâmicas de vento e sismo, mas também a ações de caráter excepcional, como explosões e retiradas de paredes estruturais.

Hoje, nos Estados Unidos, Inglaterra, Alemanha e muitos outros países, a alvenaria estrutural atinge níveis de cálculo, execução e controle, similares aos aplicados nas estruturas de aço e concreto, constituindo-se num econômico e competitivo sistema racionalizado, versátil e de fácil industrialização, face às reduzidas dimensões do componente modular básico empregado (bloco) (PARSEKIAN, 2009).

As estruturas em concreto armado, pelas mesmas razões, dominam grande faixa do mercado de edificações residenciais e comerciais. Após a primeira grande guerra mundial, a instalação da indústria de cimento Portland no Brasil sacramenta o uso das estruturas em concreto armado, construindo-se prédios de grande altura, como o Edifício Martinelli, com 30 andares, em São Paulo.

Somente em 1966 foram construídos os primeiros edifícios com blocos de concreto (4 pavimentos) e a primeira grande obra foi o Central Parque Lapa; um conjunto de 4 prédios com 12 andares, em alvenaria armada com blocos. Apenas em 1977 foram construídos edifícios de 9 pavimentos em alvenaria não armada utilizando blocos sílico-calcários de espessura igual a 24 cm nas paredes estruturais.

Daí para frente, os processos em alvenaria estrutural, empregando também blocos cerâmicos e blocos sílico-calcários, começam a ser utilizados em escala crescente, principalmente no estado de São Paulo, com base em normas americanas (PAULUZZI BLOCOS CERÂMICOS, 2012).

Também em 1977 foi formada a primeira comissão de norma para projeto de alvenaria estrutural, sendo que a primeira norma sobre projeto data de 1989 e versa especificamente sobre o uso de blocos de concreto. A cadeia produtiva sofreu em

função da inexistência de estudos, normas e cálculos. Atualmente várias edificações são feitas em alvenaria estrutural no Brasil, desde casas e sobrados até edifícios de médio e grande porte, sobre térreo ou em estrutura de concreto armado (pilotis).

Entre os diversos sistemas construtivos alternativos introduzidos no país nas últimas décadas, objetivando diminuir o déficit habitacional, sendo a maioria importados e mal adaptados à nossa realidade, parece ser a alvenaria estrutural o mais compatível com as condições de nossa cultura construtiva, tanto do ponto de vista de absorção e adequação de mão de obra, quanto das possibilidades de racionalização e diminuição de custos, mesmo sem garantia de demanda, pela ausência de uma política habitacional duradoura.

Economia, segurança, qualidade e rapidez de execução, permitem à alvenaria estrutural adequar-se tanto a obras populares como de padrões mais elevados. O surgimento de grupos de pesquisa e de fabricantes de blocos estruturais, com modernas tecnologias, são suportes importantes para assegurar a permanência e o desenvolvimento deste sistema no Brasil (PAULUZZI BLOCOS CERÂMICOS, 2012).

1.2 RELEVÂNCIA DA PESQUISA

O sistema construtivo de “alvenaria estrutural” com blocos de concreto é atualmente um dos sistemas industrializados mais utilizado para erguer edificações de todos os padrões desde edifícios e casas para programas habitacionais, até prédios voltados para a classe de alto padrão. Os blocos que compõe o sistema construtivo oferecem uma lista de vantagens, tem um rol de normas completo que abrange desde a especificação e dimensionamento dos produtos para a fabricação, até o projeto estrutural, a execução e controle de obras (TAUIL, 2011).

O bloco de concreto é também um produto que atende aos requisitos da norma de Coordenação modular para edificações, a ABNT NBR 15873/2010, o que auxilia fortemente na industrialização da construção em todas as suas etapas.

Segundo o arquiteto Carlos Alberto Tauil (2011), consultor técnico da BlocoBrasil- Associação Brasileira da Indústria de Blocos de Concreto, pode-se afirmar com

segurança que os blocos de concreto produzidos no Brasil com o Selo de Qualidade da ABCP seguem o estado-da-arte internacional em alvenaria estrutural.

As vantagens técnico-econômicas oferecidas pelo sistema construtivo de alvenaria estrutural com blocos de concreto são representativas. O sistema, por sua racionalização (não exigindo a construção de pilares e vigas, como em sistemas convencionais), pela qualidade dos produtos fabricados de acordo com as normas, pela logística de entrega dos blocos em paletes, facilitando o armazenamento e manuseio nas obras, pelos equipamentos racionalizadores que facilitam o trabalho dos operários, ajudando a elevar a produtividade, e pela amplitude e atualidade das normas setoriais da ABNT, oferecem economia de 15% à 30% em relação aos sistemas convencionais (TAUIL, 2011).

Estas vantagens propiciadas pela rapidez na execução e diminuição de mão de obra, devido ao fato de que as paredes, ao serem erguidas, já são a estrutura, diminuindo drasticamente a necessidade de contratação de operários especializados, como os montadores de fôrmas de madeira para a construção de pilares e vigas. Também instalações elétricas e hidráulicas podem ser previstas, já no projeto, embutidas nos blocos, agilizando ainda mais os trabalhos nos canteiros, ou seja, atuando fortemente na industrialização da construção. E, ainda, ao fato de que o Brasil já conta, atualmente, com fábricas de blocos de qualidades em praticamente todas as suas principais regiões.

De acordo com pesquisadores de Universidades renomadas, como a Poli-USP, Federal de São Carlos-SP, Federal do Rio Grande do Sul, Federal de Santa Catarina e da UNESP – Universidade Estadual Paulista (Campus de Ilha Solteira) através do NEPAE (Núcleo de Ensino e Pesquisa de Alvenaria Estrutural); a economia possibilitada pelo uso da alvenaria estrutural com blocos de concreto esta incentivando as regiões Norte, Nordeste, Centro-Oeste e Sul do país a utilizarem o sistema construtivo com alvenaria estrutural com bloco de concreto.

A presença de grandes construtoras do Sudeste/Sul atuando nestas regiões tem ajudado a espalhar este sistema construtivo pelo nosso país; contribuindo para que existam investimentos em qualidade nos produtos utilizados nas construções.

O arquiteto Carlos Alberto Tauil (BlocoBrasil) cita que o fato da maioria das regiões brasileiras contarem com fabricantes de blocos que possuem o Selo de Qualidade, representando uma garantia de produção em conformidade com as normas brasileiras, tem proporcionado essa expansão da alvenaria estrutural com bloco de concreto (TAUIL, 2011).

Considerando este fato as regiões têm assumido altos investimentos de produção para atender a demanda de utilização dos componentes blocos de concreto, gerando uma capacidade produtiva da ordem de 56,357 milhões de blocos por mês; conforme dados publicados pela BlocoBrasil – Associação Brasileira da Indústria de Blocos de Concreto (2011) a capacidade produtiva entre as regiões é da seguinte ordem:

- região Nordeste=707.000 blocos/mês,
- região Centro-Oeste=1.600.000 blocos/mês,
- região Sudeste= 47.040.000 blocos/mês e
- região Sul = 7.010.000 blocos/mês.

Em relação aos associados do estado de São Paulo, a BlocoBrasil (2011) divulgou também que em 2011 as 27 empresas associadas produziram 27 milhões de blocos estruturais (14x19x39) cm/mês.

Os investimentos atendem também aspectos sociais voltados à geração de empregos, fazendo com que as atividades de construção permeiam a economia distribuindo renda a todas as classes envolvidas. O sistema de alvenaria estrutural é forte gerador de emprego, por utilizar mão de obra intensiva, e contribui para a formação de fundos governamentais específicos para a construção de moradias populares, como o do governo paulista, porque sobre o ICMS é destinado um ponto percentual de arrecadação desse imposto que vai obrigatoriamente para financiar os conjuntos habitacionais desenvolvidos pela Companhia de Desenvolvimento Habitacional e Urbano (CDHU). No total, mais de 400 mil unidades já foram construídas, desde 1986, com esses recursos, afirma o arquiteto Carlos Alberto Tauil (2012).

Com os investimentos previstos pelo governo federal para a segunda fase do programa Minha Casa, Minha Vida (MCMV), que vai até 2014 e prevê a construção de 2 milhões de unidades, a tendência é de que o uso do sistema construtivo em alvenaria estrutural com blocos de concreto se espalhe ainda mais pelo país.

Quanto ao emprego de blocos cerâmico estrutural na construção de edifícios, os mesmos contam com normas atualizadas pela ABNT, sistemática de controle em sua fabricação e inclusive tendo várias empresas fabricantes credenciadas por organismos acreditados pelo INMETRO; proporcionando ao mercado produtos de alta qualidade.

As grandes vantagens da utilização dos blocos cerâmicos estão relacionadas ao baixo peso próprio do produto, proporcionando alta produtividade da mão de obra no assentamento, alívio de carga nas fundações e excelente rendimento termoacústico. Além disso, os produtos cerâmicos tem propriedades adequadas para a composição de empreendimentos com princípios voltados para o desenvolvimento sustentável, entre eles a sua durabilidade, pois quanto maior a durabilidade do produto, mais amenos são os impactos ambientais.

Com este trabalho procura-se contribuir para que a classe tecnológica através dos profissionais engenheiros, construtores, pesquisadores, estudantes e docentes tenham uma visão mais específica sobre o sistema construtivo, tratando-o de uma forma mais prática e racional sem deixar de considerar todos os procedimentos necessários à execução e controle.

1.3 OBJETIVOS DA PESQUISA

Observar os processos de fabricação constatando como é elaborado o plano de produção de blocos, desde a seleção dos materiais (agregados e aglomerante), a definição dos traços, equipamentos utilizados processos, de cura, controle de qualidade através de ensaios e paletização para posterior entrega.

Diagnosticar (observar e comparar) os procedimentos adotados nos canteiros de obras para a execução de alvenaria estrutural em conformidade com as normas da ABNT, que disciplinam o assunto, considerando desde o recebimento dos materiais (blocos, agregados, aglomerantes, argamassas, armaduras, concretos etc.), ensaios e testes dos mesmos, execução das instalações hidráulicas e elétricas, treinamento e utilização de mão de obra especializada, transportes horizontal e vertical dos componentes, instalações físicas adequadas tanto para a produção como para a segurança dos trabalhos, inclusive observar os conhecimentos técnicos sobre o sistema construtivo por parte da administração da obra (engenheiros, técnicos, mestres, encarregados, apontadores e almoxarifes).

1.4 LEVANTAMENTOS

Através de visitas às fábricas de blocos de concreto e cerâmico, situadas em São José do Rio Preto – SP, Itu – SP, Americana – SP e Limeira – SP; bem como visitas realizadas em canteiros de Obras nas cidades de São Carlos - SP, Londrina – PR, Araçatuba – SP, São José do Rio Preto – SP, Jaboticabal – SP e Blumenau – SC.

1.5 JUSTIFICATIVAS

Com a crescente utilização do sistema construtivo em alvenaria estrutural, muitas empresas construtoras tem percebido as vantagens deste sistema que promove a redução de formas, armação e revestimentos, com possibilidade de pré-fabricação de muitos componentes estruturais, a limpeza do canteiro de obras, a redução e a diminuição dos procedimentos executivos; fazendo com que tenham participação em inúmeros empreendimentos dessa natureza em todas as regiões do Brasil.

Segundo Duarte (1999) os prédios tendem a ser mais econômicos, resultando na utilização de paredes mais finas, sendo utilizados novos materiais e técnicas construtivas em substituição ao sistema tradicional de construção.

Atualmente os empreendimentos em alvenaria estrutural tem contribuído para o aquecimento da economia nas diversas regiões, tornando assim uma atividade econômica muito importante.

Com todo o cenário favorável à realização dos empreendimentos em alvenaria estrutural, motivados pelos investimentos governamentais e privados, os participantes da cadeia produtiva (projetistas, empreendedores, fabricantes, instituições de ensino e órgãos reguladores normativos) tem-se mostrado atentos para que o sistema construtivo tenha os seus objetivos de qualidade e segurança atingidos.

Portanto, este trabalho de pesquisa visa fundamentalmente observar como ocorre nos canteiros de obras os procedimentos de execução e controle das obras, comparando com os definidos nas normas; fazendo com que possamos obter dados para analisar os níveis de qualidades aplicados nas edificações em alvenaria estrutural.

1.6 ESTRUTURA DO TRABALHO

Este trabalho está dividido em sete capítulos. O primeiro capítulo apresenta a introdução composta pelo histórico da alvenaria, a relevância da pesquisa, os objetivos da pesquisa, indicação dos levantamentos, a justificativa e a apresentação da estrutura do trabalho. O capítulo dois se refere ao estudo da alvenaria estrutural destacando a sua importância e apresentando os termos e definições do sistema construtivo. O terceiro capítulo descreve os componentes utilizados na alvenaria estrutural, mostrando os processos de fabricação, forma e família de blocos, requisitos e características gerais. O quarto capítulo apresenta os requisitos exigidos para a execução e controle das obras. O capítulo cinco relaciona as ferramentas e equipamentos utilizados nas obras. O capítulo seis apresenta os levantamentos efetuados em fábricas de blocos e canteiros de obras, a avaliação dos dados e o seu diagnóstico. No sétimo capítulo são apresentadas as conclusões e sugestões para trabalhos futuros.

2 ALVENARIA ESTRUTURAL

Neste capítulo é destacada a importância da alvenaria estrutural e também os termos e definições.

2.1 A IMPORTÂNCIA DA ALVENARIA ESTRUTURAL

Em função do atraso da indústria da construção civil em relação a outros setores, existe a necessidade de desenvolver formas de melhorar a qualidade dos produtos e dos processos (SANTOS, 2003). É necessário buscar a utilização de processos construtivos racionalizados que viabilizem a melhoria da qualidade e o aumento da produtividade como objetivo de reduzir custos.

Entre os processos construtivos racionalizados, a alvenaria estrutural vem ganhando um grande impulso no Brasil ao longo das últimas décadas (RAMALHO; CORREA, 2003). Inicialmente o sistema destacou-se devido à notável redução dos custos da construção e a grande agilidade e racionalidade do sistema, sendo uma das soluções para o grande déficit habitacional do país.

Com o passar do tempo, vem se desenvolvendo e atingindo o mercado de obras de médio e alto padrão, dominando empreendimentos horizontais e verticais em todo o país. Com o desenvolvimento do sistema, atualmente temos normas que balizam a construção de empreendimentos verticais que no passado não se acreditava serem executados nesse sistema.

A alvenaria estrutural cerâmica é uma tecnologia construtiva tradicional, utilizada a milhares de anos. Nos últimos 30 anos, a alvenaria estrutural apresentou grandes e visíveis avanços, tornando-se um processo construtivo racionalizado com normas técnicas consistentes e razoavelmente amplas.

A alvenaria estrutural é definida como um processo construtivo em que as paredes são elementos resistentes compostos por blocos, unidos por juntas de argamassa

capazes de resistir a outras cargas, além do seu peso próprio (CAVALHEIRO, 2006; PENTEADO, 2003).

A parede pode ser protendida (CAMACHO, 2006) armada ou não armada. É também conceituada como um processo construtivo que se caracteriza pelo emprego de paredes de alvenaria e lajes enrijecedoras como estrutura suporte de edifícios e dimensionada a partir de um cálculo racional e de confiabilidade determinável (CAVALHEIRO, 2006; FRANCO, 1992; SABBATINI, 2003). Utiliza como estrutura as próprias paredes, portanto, difere das estruturas convencionais de concreto armado pelo fato de não necessitar de vigas e pilares, ou seja, não tem uma estrutura de elementos lineares, posteriormente preenchido por paredes de vedação.

Para a execução das paredes, o emprego de blocos com dimensões e resistência adequadas ao projeto é fundamental. Além disso, estas unidades devem ser moduladas, isto é, devem apresentar relações apropriadas entre suas medidas, para possibilitar definida amarração entre elas. A partir destas, chega-se a uma planta com coordenação modular incrementando a racionalização do sistema.

O bloco com vazados na vertical confere facilidades nos processos de alvenaria estrutural, os vazados diminuem a massa dos blocos, permitindo peças de maiores dimensões, possibilitando economia de argamassa de assentamento, além de possibilitar a passagem das instalações, assim, a produtividade no levantamento de paredes aumenta consideravelmente.

As famílias são constituídas do bloco, do meio bloco e do bloco e meio, bem como de peças complementares para respaldo, vergas e contravergas, denominadas de canaletas. É importante salientar que estes blocos são assentados, usualmente com argamassa mista de cimento, cal e areia, de resistência e consistência adequadas ao projeto e à técnica de argamassamento empregada.

A alvenaria estrutural tem grande capacidade resistente à compressão e assim, em geral, não precisa armadura; mas forças laterais, como as originadas da ação do vento, ou excentricidades de cargas, podem conduzir à tração nas paredes. Neste

caso deve-se colocar barras de aço, devidamente calculadas, nos vazados de determinados blocos, os quais são posteriormente preenchidos com graute, uma espécie de micro-concreto. Mas mesmo na alvenaria estrutural não armada é recomendável a colocação de armadura construtiva leve, em pontos estratégicos das paredes, para conferir ductibilidade ao conjunto e evitar assim possíveis patologias ou mesmo danos de ações imprevisíveis.

2.2 TERMOS E DEFINIÇÕES DA ALVENARIA ESTRUTURAL

Conforme a ABNT NBR 15961-1:2011 e a ABNT NBR 15812-1:2010 define-se como:

A-Componente: menor unidade que compõe um elemento da estrutura.

- a) Bloco: a unidade básica que forma a alvenaria.
- b) Junta de argamassa: o componente utilizado na ligação entre os blocos.
- c) Reforço de Graute: componente utilizado para preenchimento de espaços vazios de blocos com a finalidade de solidarizar armaduras à alvenaria ou aumentar sua capacidade resistente.

B-Elemento: parte da estrutura suficientemente elaborada constituída da reunião de dois ou mais componentes

- a) Elemento de alvenaria não armado: elemento de alvenaria no qual a armadura é desconsiderada para resistir aos esforços solicitantes.
- b) Elemento de alvenaria parcialmente armado: estrutura em que alguns pontos são armados para absorver os esforços calculados.
- c) Elemento de alvenaria armado: elemento de alvenaria no qual são utilizadas armaduras passivas que são consideradas para resistência dos esforços solicitantes.
- d) Elemento de alvenaria protendido: elemento de alvenaria no qual são utilizadas armaduras ativas impondo uma pré-compressão antes do carregamento.

C-Parede estrutural ou não estrutural

- a) Estrutural: toda parede admitida como participante da estrutura (serve de apoio às lajes e outros elementos da construção).

b) Não estrutural: toda parede não admitida como participante da estrutura (apoia e impõe um carregamento às lajes ou outro elemento da estrutura).

D- Viga, Contraverga, Cinta ou Coxim

a) Viga: Elemento estrutural colocado sobre os vãos de aberturas com a finalidade exclusiva de resistir a carregamentos, usualmente composta de uma ou mais canaletas grauteadas e armadas.

b) Contraverga: Elemento estrutural colocado sob os vãos de aberturas, tem por finalidade resistir a tensões concentradas nos cantos da abertura, usualmente composta de uma canaleta grauteada e armada

c) Cinta: Elemento estrutural apoiado continuamente na parede, ligado ou não às lajes, vergas ou contravergas, usualmente composta de uma canaleta grauteada e armada, tem por finalidade distribuir cargas distribuídas continuamente sobre a parede, aumentar a resistência da parede para cargas fora do plano da parede ou na direção horizontal do plano da parede. Usualmente é composta de uma fiada de canaletas armadas.

d) Coxim: Elemento estrutural não contínuo, apoiado na parede, para distribuir cargas concentradas, usualmente composto de canaleta grauteada ou peça de concreto armado.

E- Enrijecedor: Elemento usualmente de alvenaria, vinculado a uma parede estrutural com a finalidade de produzir um enrijecimento na direção perpendicular ao seu plano, usualmente utilizado quando a parede esta sujeita a carga lateral fora de seu plano ou em paredes altas.

F- Diafragma: Elemento estrutural laminar admitido como rígido em seu próprio plano, usualmente a laje de concreto armado maciça e a laje pré-moldada que distribuem as cargas horizontais para as paredes.

G- Área bruta , líquida ou efetiva

a) Bruta: área de um componente (bloco) ou elemento (parede) considerando-se as suas dimensões externas, desprezando-se a existência dos vazios.

b) Líquida: área de um componente (bloco) ou elemento (parede) considerando-se as suas dimensões externas, descontada a existência dos vazios.

c) Efetiva: área de um elemento (parede) considerando apenas a região sobre a qual a argamassa de assentamento é distribuída, desconsiderando vazios.

H- Prisma: Corpo de prova obtido pela superposição de blocos unidos por junta de argamassa, grauteados ou não, a ser ensaiado a compressão. Oferece informação básica sobre resistência a compressão da alvenaria e é o principal parâmetro para projeto e controle da obra.

I- Amarração direta ou indireta

a) Direta: padrão de distribuição dos blocos no qual as juntas verticais se defasam de no mínimo $1/3$ da altura dos blocos.

b) Indireta: padrão de distribuição dos blocos no qual não há defasagem nas juntas verticais e utiliza-se algum tipo de armação entre as juntas.

Paredes de alvenaria estrutural devem ser construídas com amarração direta, encontros de parede devem preferencialmente ser construídos com amarração direta, havendo perda no desempenho estrutural em casos de amarração indireta.

J- Pilar ou parede: Elementos que resistem predominantemente a cargas de compressão, sendo considerado:

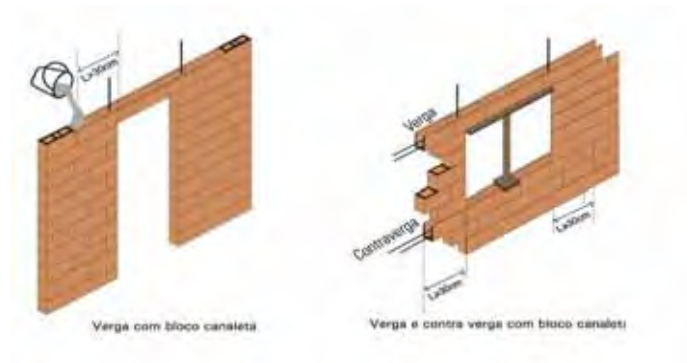
a) Pilar: elemento cuja dimensão da seção transversal não excede cinco vezes a menor dimensão.

b) Parede: elemento cuja maior dimensão da seção transversal exceda cinco vezes a menor dimensão.

K- Vão efetivo: No dimensionamento de elementos estruturais, define-se o vão efetivo como sendo a soma da distância entre as faces internas dos apoios, acrescida, em cada lado, do menor valor entre a distância da face ao eixo do apoio e altura da viga dividida por 2.

Conforme Figuras 1 e 2 apresentam-se informações a respeito dos detalhes construtivos (verga, contraverga, graute e armadura) e ensaio de prisma.

Figura 1 – Verga, contraverga, graute e armadura.



Fonte: Selecta Blocos (2012).

Figura 2 – Prisma (ensaio).



Fonte: Selecta Blocos (2012).

3 SISTEMA EM ALVENARIA ESTRUTURAL

O presente capítulo descreve os materiais, componentes e elementos do sistema construtivo em alvenaria estrutural; apresentando as suas características (resistências, traços, etc.), processos de fabricação, famílias de blocos e ensaios dos materiais.

3.1 MATERIAIS, COMPONENTES E ELEMENTOS

As propriedades de uma parede dependem da composição dos materiais constituintes: bloco, argamassa, graute e armadura. Os componentes básicos da alvenaria devem apresentar características mínimas de desempenho e conformidade com as especificações de norma e propriedades que possibilitem o cumprimento de requisitos requeridos.

3.1.1 Blocos estruturais – cerâmico

Segundo Parsekian e Soares (2010), os blocos representam 80 a 95% do volume da alvenaria, sendo determinantes de grande parte das características da parede: resistência à compressão, estabilidade e precisão dimensional, resistência ao fogo e penetração de chuvas, isolamento térmico, acústico e estético. Em conjunto com a argamassa, os blocos também são determinantes para a resistência ao cisalhamento, tração e para a durabilidade da obra. São, portanto, as unidades fundamentais da alvenaria.

Blocos cerâmicos estruturais usualmente são fabricados por extrusão (e não por prensagem), a partir de uma mistura de um ou mais tipo de argila com aditivos, e queimados em fornos com temperatura variando entre 800 e 1100 graus. As fábricas mais modernas possuem forno do tipo túnel, com rigoroso controle de temperatura. Esse forno tem forma de um túnel por onde os blocos ainda “verdes” correm, atravessando fases de aquecimento (início do túnel, com menor temperatura), queima e esfriamento (no final do túnel).

Esse processo permite uma queima uniforme de todos os blocos e resulta em um produto de maior qualidade, sujeito a menores variações tanto de resistência quanto dimensionais. As fábricas mais simples possuem o forno do tipo “capela” uma câmara em que todos os blocos são depositados para ser feita a queima. Esse tipo de forno geralmente produz queimas mais irregulares, pois os blocos dispostos mais próximos das paredes da “capela” queimam de forma diferente dos blocos da parte central do forno, gerando maior variação entre as propriedades dos blocos. Desta forma, pode haver uma grande diferença na qualidade dos blocos.

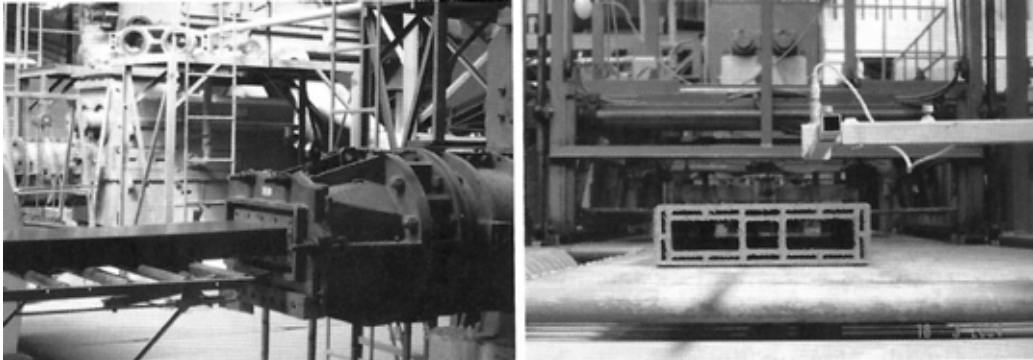
As resistências dos blocos (fbk) são obtidas em função da maior ou menor temperatura aplicada nos blocos durante o processo, inclusive o forno normalmente é aquecido através de gás GLP.

3.1.1.1 *Fabricação dos blocos*

A produção e fabricação dos blocos cerâmicos envolvem várias etapas, fundamentais de serem executadas e controladas para que o produto final esteja de acordo com os parâmetros de qualidade; seguindo as principais fases de produção, controle e ensaios que envolvem o processo:

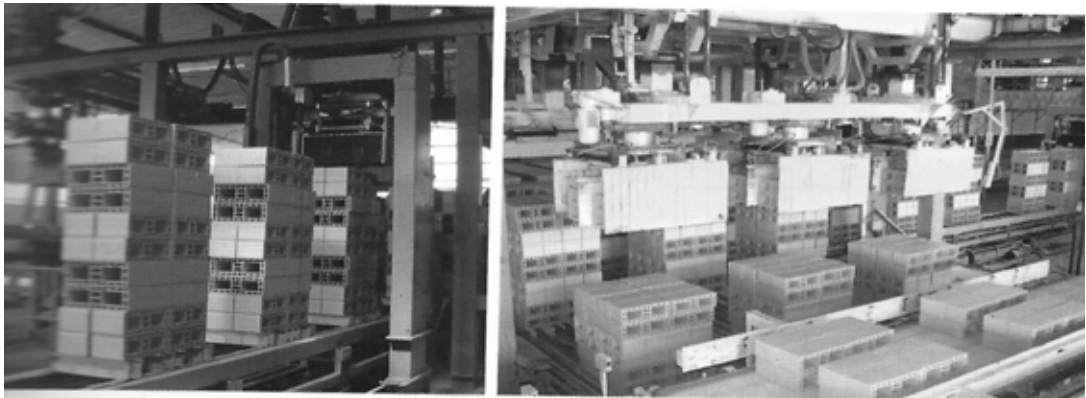
- Análise laboratorial;
- Britagem/moagem;
- Mistura;
- Extrusão/Corte;
- Secador;
- Pré forno e
- Paletização.

Figura 3– Vista lateral e frontal da extrusão.



Fonte: Selecta Blocos (2012).

Figura 4 – Paletização dos blocos cerâmicos



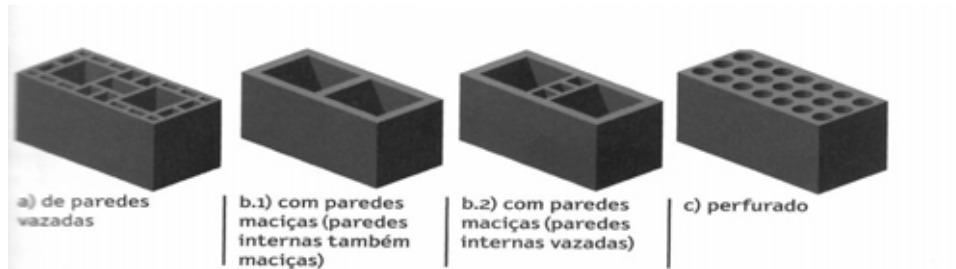
Fonte: Selecta Blocos (2012).

3.1.1.2 Forma e família de blocos

Conforme a ABNT NBR 15270-2:2005 os blocos cerâmicos estruturais são fabricados obedecendo as formas abaixo relacionadas e apresentadas conforme a figura 5.

- De paredes vazadas: as paredes externas e internas apresentam vazados.
- Com paredes maciças: as paredes externas são maciças e as internas podem apresentar vazados, sendo usualmente a relação da área líquida para a área bruta não maior que 65%.
- Perfurado: com vazados distribuídos em toda a sua face de assentamento, sendo usualmente a relação da área líquida para a área bruta não maior que 75%. Esses blocos são utilizados apenas em alvenaria não armada.

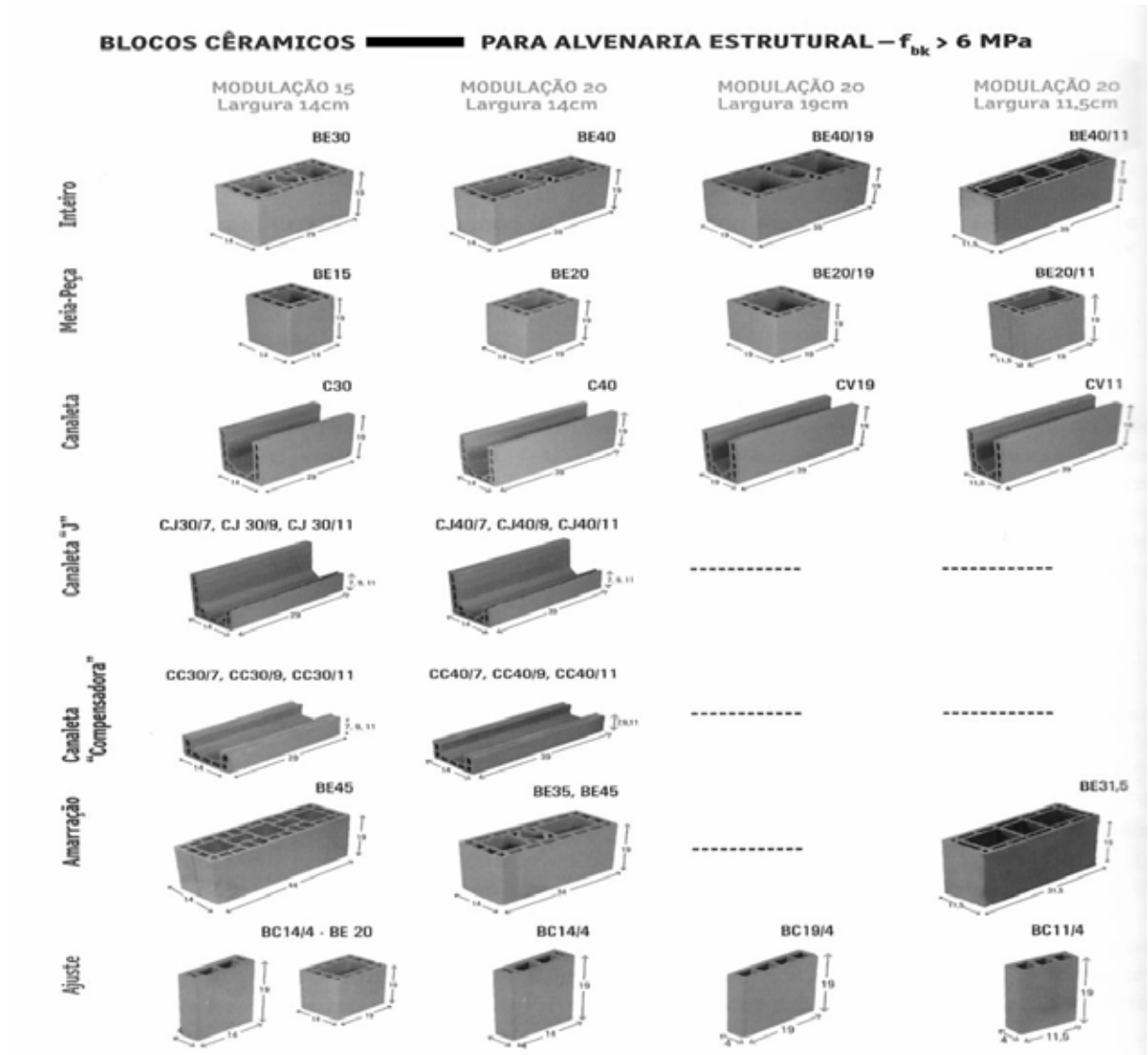
Figura 5 – Formato de blocos cerâmicos estruturais.



Fonte: Selecta Blocos (2012).

Para perfeita modulação, são fabricados blocos de diferentes formas: inteiros ou padrão (forma a maior parte da parede), meio bloco (permite a amarração no plano da parede), bloco de 45 cm (permite amarração entre paredes), blocos canaletas (para confecção de vergas, contravergas e cintas), blocos jota e compensador (para encontro com a laje). A Figura 6 mostra os diversos padrões.

Figura 6 – Exemplo de linha (família) de blocos estruturais



Fonte: Selecta Blocos (2012).

3.1.1.3 Requisitos gerais

A ABNT NBR 15270-2:2005 especifica os requisitos à serem adotados no processo de fabricação.

Identificação:

Durante a fabricação dos blocos cerâmicos, cada bloco deve ser identificado pela gravação em alto ou baixo relevo das seguintes informações:-

- a) Identificação da Empresa,
- b) Dimensões de fabricação em centímetros (cm) e, na sequência, largura (L), altura (H) e comprimento (C), (LxHxC), podendo ser suprimida a inscrição da unidade de medida(cm),
- c) As letras EST (indicativo da sua condição estrutural),
- d) Indicação de rastreabilidade (número ou sigla que identifique o lote de fabricação). Além disso, o bloco deve atender a requisitos de características visuais, não apresentando defeitos, como:- quebras, superfícies irregulares ou deformações que impeçam seu emprego na função especificada. Se for utilizado aparente, deve ainda atender ao critério de aparência definido de comum acordo entre o fabricante e o comprador.

Resistência Mecânica:

A principal propriedade de um bloco é a sua resistência característica à compressão (f_{bk}) referida sempre à área bruta do bloco. Essa é fundamental para a resistência da parede (f_k), sendo o material do bloco e a sua resistência fatores predominantes na resistência à compressão de uma parede. . O bloco estrutural cerâmico mais comum encontrado no mercado atual, é o de 6,0 MPa, sendo poucos os fabricantes que conseguem produzir blocos de maior resistência.







Precisão Dimensional:

A precisão dimensional dos blocos esta diretamente ligada à da parede. Caso haja variação da espessura dos blocos, a parede também terá variação na sua espessura. Para compensar essa variação, a camada de revestimento da parede passa ser maior, o que aumentará o custo da obra. Se a espessura for menor em relação ao especificado, haverá também alguma redução na resistência da parede.

Já as variações na altura e no comprimento do bloco comprometem principalmente as juntas de argamassas, horizontais e verticais, respectivamente. Alterações na espessura de juntas verticais podem ser prejudiciais à modulação e, em casos extremos, comprometer a resistência ao cisalhamento.

A espessura da parede do bloco é outra especificação de grande importância a ser controlada para garantir a resistência do bloco; uma pequena variação de 1mm nessa espessura pode significar uma grande redução na área líquida do bloco e, portanto, na quantidade de material resistente.

Tabela 1 – Ensaio e requisitos dimensionais para blocos

DIMENSÃO	TOLERÂNCIA (mm)	FOTO DO ENSAIO
<i>Comprimento</i>		
<i>Largura</i>	Na média = ± 3 Individual = ± 5	
<i>Altura</i>		
<i>Desvio em relação ao esquadro</i>	Máximo ≤ 3 mm	
<i>Planeza de faces</i>	Máximo ≤ 3 mm	
<i>Espessura mínima das paredes</i>	Internas ≥ 7 Externas ≥ 8	

Fonte: ABNT NBR 15270-2/2005

Absorção de Água:

O ensaio de índice de absorção de água basicamente consiste em determinar a massa do bloco seco e a massa do bloco depois de imerso por 2 horas em água fervente, ou por 24 horas em água na temperatura ambiente. Obtém-se então a proporção da quantidade de água que o bloco absorveu em relação à sua massa seca (em %), sendo prescrito que o índice de absorção de água não deve ser inferior a 8% nem superior a 22%.

O ensaio mede indiretamente a porosidade do bloco e é um bom indicador de sua qualidade. Em geral, blocos de menor absorção são mais resistentes e duráveis. Um ponto importante ligado à absorção é a possibilidade de patologias no revestimento, já que uma alta absorção pode levar a fissuras ou mapeamento dos blocos no revestimento. Outro ponto é o aumento de peso que uma alta absorção pode acarretar.

3.1.2 Blocos estruturais – concreto

Conforme a ABNT NBR 15961-1:2011 e a ABNT NBR 6136 são especificados os procedimentos de projeto e ensaios dos blocos de concreto.

Os blocos de concreto são fabricados em todas as regiões do Brasil, podendo ter sua resistência controlada em função do traço adotado, chegando a valores entre 4,0 a 20,0 MPa, o que permite sua utilização em edifícios baixos e altos. São fabricados a partir de uma mistura cimento-areia-pedrisco + aditivos, moldados em formas e vibro-prensados. As fábricas mais modernas possuem cura a vapor e todo o processo de fabricação do bloco, desde a dosagem com controle de umidade, até a montagem das pilhas finais é automatizado.

O requisito funcional dos blocos para se construir uma parede eficiente são: resistência a esforços mecânicos, durabilidade frente a agentes agressivos, estabilidade e precisão dimensional. Outras características importantes são os parâmetros físicos (densidade aparente, condutibilidade térmica, absorção total), que determinam as características da parede (resistência ao fogo, à penetração de chuva, isolamento térmico e acústico). Os requisitos de ordem estética também devem ser considerados.

3.1.2.1 Fabricação dos blocos

Consiste na dosagem dos materiais (traços), transporte pela esteira até as formas, vibro-prensados e em seguida encaminhados para cura, conforme Figura 7.

Figura 7 – Equipamento de fabricação (blocos de concreto)



Fonte: Dados da pesquisa do autor

Figura 8 – Sistema de dosagem e paletização



Fonte: Dados da pesquisa do autor

Figura 9 – Transporte do concreto



Fonte: Dados da pesquisa do autor

Figura 10-Cura dos blocos



Fonte: Dados da pesquisa do autor

3.1.3 Argamassas

3.1.3.1 Características gerais

Segundo Parsekian e Soares (2010), na alvenaria estrutural, a argamassa tem função de ligação entre blocos, uniformizando aos apoios entre eles. O conjunto bloco+argamassa forma um elemento misto chamado “alvenaria”, que deve ser capaz de suportar diferentes carregamentos e condições ambientais.

Tradicionalmente, a argamassa para assentamento é composta de cimento, cal e areia, existem também argamassas só de cal ou só de cimento (+areia), cada uma com suas vantagens e desvantagens. Argamassas mais fortes (só de cimento e areia, por exemplo) não são recomendáveis, pois são muito rígidas e tem baixa capacidade de absorver deformações. Qualquer pequena deformação em uma junta de argamassa com esse traço resultará em tensões elevadas e conseqüentemente aparecimento de fissuras. Portanto, é um erro pensar que, pelo fato da alvenaria ser estrutural, deva ser utilizado um traço de argamassa muito forte.

Em contrapartida, argamassas muito fracas (só de cal e areia, por exemplo) têm resistência à compressão e de aderência muito baixas, prejudicando a resistência da parede. Conforme pode ser observado na Tabela 2, a utilização de argamassas mista é altamente recomendável para assentamento de alvenaria. A adição de cal, ainda que leve a alguma perda de resistência, proporciona uma argamassa de melhor trabalhabilidade, melhora a retenção de água e a capacidade de absorver deformações.

Tabela 2 – Características de argamassas de cimento, cal ou mistas.

CAL + AREIA	CIMENTO + AREIA
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Trabalhabilidade excelente ➤ Retenção de água excelente ➤ Resistência cresce lentamente, com endurecimento por evaporação da água, sucção da umidades e contato com o ar ➤ Resiliência excelente (capaz de deformar sem fissuras). <p style="text-align: center;">NÃO É USADA EM ALVENARIA ESTRUTURAL</p>	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Resistência maior, adquirida mais rapidamente (aglomerante hidráulico) ➤ Trabalhabilidade piora com o aumento de areia/cimento ➤ Resiliência pequena (pequenas deformações causam fissuras) ➤ Maior retração ➤ Anti-econômica <p style="text-align: center;">USO RESTRITO A CASOS MUITO EXCEPCIONAIS COM PRESENÇA DE UMIDADE, MEIO AGRESSIVO, AINDA ASSIM SENDO RECOMENDÁVEL PEQUENAS CONCENTRAÇÕES DE CAL</p>
<p>CIMENTO + CAL + AREIA</p> <p>Quando bem dosada maximizam as vantagens e minimizam as desvantagens dos dois tipos de aglomerante. Internacionalmente é a recomendada para alvenaria estrutural, sempre respeitando a relação: AGLOMERANTE (cimento + cal) / AGREGADO (areia)~ 3</p>	

Fonte: Parsekian (2009)

As principais funções da argamassa de assentamento são:

- Unir os blocos, distribuindo as cargas por toda a área dos blocos;
- Compensar imperfeições e variações dimensionais dos blocos e vedar a parede, protegendo-a da água e outros agentes agressivos;
- Absorver as deformações naturais a que a parede é submetida, como variações devido a gradiente térmico, retração por secagem, a pequenos recalques, sendo importante que a resiliência seja boa, isto é, a argamassa deve ser capaz de absorver essas deformações sem provocar rompimento e
- Contribuir para a resistência da parede de maneira adequada.

As argamassas possuem dois estados bem distintos:- plástico e endurecido. As principais características da argamassa no estado plástico são a trabalhabilidade e a capacidade de retenção de água. No estado endurecido, são a aderência, resiliência, resistência à compressão e retração. A utilização inadequada de argamassas é a causa de diversas patologias.

Trabalhabilidade:

A trabalhabilidade é uma importante, porém subjetiva, propriedade da argamassa em seu estado plástico. Uma argamassa tem boa trabalhabilidade quando adere à colher de pedreiro (porém desliza facilmente); adere a superfícies verticais; projeta-se horizontalmente para fora da junta facilitando o arremate ou frisamento da junta; suporta o peso das fiadas superiores dos blocos assentados no mesmo dia.

É interessante notar que essas características não dependem apenas da argamassa. Uma determinada argamassa pode permitir boa trabalhabilidade para assentamento de determinado tipo de bloco em certa condição ambiental (mais quente ou frio, mais seco ou úmido, com mais ou menos vento), porém ser inadequada para outra condição ou tipo de bloco. O uso de cal ou aditivo incorporador de ar, em geral, melhora a trabalhabilidade. No caso do uso do aditivo, deve-se tomar cuidado com o aumento do teor de ar incorporado, que se excessivo, pode prejudicar a aderência.

A experiência do pedreiro é fator determinante da trabalhabilidade; em laboratório, uma tentativa de medi-la é através do ensaio de consistência descrito na NBR 13276/2005. Nesse ensaio, a argamassa é moldada em um tronco cone e submetida a uma série de golpes em uma mesa de consistência.

Após o ensaio, é medido o diâmetro do cone espalhado. A norma estabelece que o diâmetro deva ser igual a 225 ± 10 mm. O índice de consistência padrão é um indicativo de que a argamassa é trabalhável e serve para padronização dos ensaios e definição do traço em laboratório.

Retenção de Água:

A água tem duas funções na argamassa:- hidratação do cimento para endurecimento da pasta e lubrificação dos grãos. Quando colocadas em contato com bloco de alto poder de sucção (AAI elevado), argamassas pouco retentivas perdem água em excesso, tornando-se pulverulentas e diminuindo sua resistência de compressão e, principalmente, a aderência. Pode ainda provocar expansões indesejáveis nos blocos, aumentando o potencial de retração na secagem.

A capacidade de retenção está ligada à superfície específica (área por unidade de massa) dos componentes da argamassa. Por isso, mais cal em relação ao cimento é melhor neste aspecto (a cal tem maior superfície específica que o cimento). A cal é um excelente retentor de água, cede água aos poucos.

Aderência:

Assim como o bloco, a argamassa tem influência direta na aderência. Apesar da resistência de aderência da argamassa ser diretamente proporcional à quantidade de cimento, a aderência argamassa-bloco depende da combinação das características dos dois componentes. Nas argamassas mistas, a aderência ocorre principalmente pela penetração e encunhamento da argamassa no bloco.

Para a argamassa, as duas propriedades importantes neste fenômeno são a capacidade de retenção de água (melhora as condições de hidratação do cimento) e a trabalhabilidade (melhora a penetração no bloco). Assim, a argamassa tem que ser simultaneamente retentiva (para conservar água para hidratação do cimento) e

ser capaz de ceder água em excesso (que não é usada na hidratação) de forma gradual e contínua para o bloco.

A água cedida penetra nos poros do bloco e, após a cristalização da argamassa, forma pequenas cunhas que resultam na aderência. Isso só ocorre quando a retenção da argamassa é compatível com o AAI do bloco. Se o fluxo de água for interrompido por sucção exagerada do bloco, ou por pouca retentividade da argamassa, prejudica a hidratação do cimento, tornando a argamassa fraca. Fenômeno semelhante ocorre com blocos de baixa sucção, quando se dificulta a formação de cunhas dentro dos blocos.

Assim, pode-se dizer que o mecanismo de aderência começa no estado plástico e se completa no endurecido. A aderência ótima é obtida com a máxima quantidade de água compatível com a consistência desejada, mesmo com a redução da resistência à compressão da argamassa.

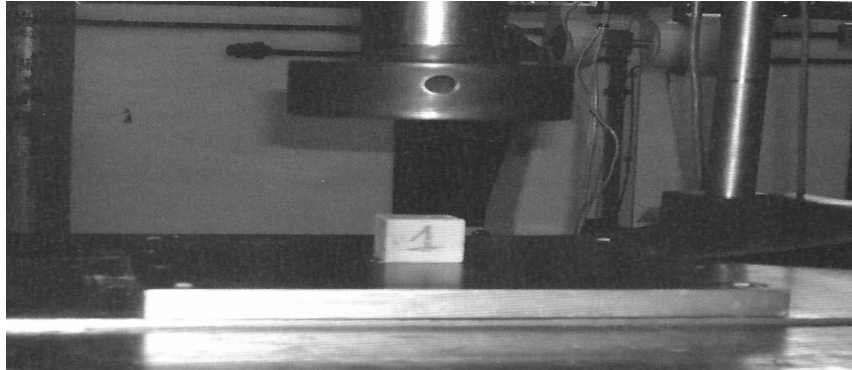
Resistência à Compressão:

Para entender a importância da resistência à compressão da argamassa, é preciso diferenciar essa resistência quando do ensaio do corpo-de-prova de argamassa e quando a argamassa está confinada entre os blocos.

No ensaio à compressão de um corpo-de-prova, exceto por algum confinamento existente no topo e na base, o material está livre para se deformar lateralmente. O resultado deste ensaio indicará, portanto, a resistência à compressão de uma argamassa submetida à tensão em uma única direção.

A argamassa na junta entre dois blocos está submetida a um estado de tensões completamente distinto. Todos os materiais se deformam lateralmente quando submetidos a um carregamento longitudinal, o conhecido efeito de Poisson. Entretanto, o coeficiente de Poisson (ou seja, a relação entre a deformação lateral e longitudinal) do bloco é menor que da argamassa. Em outras palavras, para um mesmo carregamento, a deformação lateral da argamassa será maior que a do bloco.

Figura 11 – Corpo de prova para ensaio de compressão e módulo de deformação.



Fonte: Parsekian e Soares (2010)

Figura 12 – Ensaio de prisma (2 blocos mais 1 junta)



Fonte: Parsekian e Soares (2010)

Na Tabela 3 é apresentada as resistências indicadas para as argamassas e grautes levando-se em conta as resistências dos blocos e revestimento de paredes.

Tabela 3 – Resistências indicadas para a argamassa e graute em função da resistência do bloco, para construção de edifícios com paredes revestidas.

Bloco: Fbk (MPa)	Argamassa: fa (MPa)			Graute: fgk (MPa)
	Mínimo	Máximo	Recomendado	Recomendado
3,0	2,1	4,8	4,0	15,0
6,0	4,2	9,7	5,0	15,0
8,0	5,6	12,9	6,0	20,0
10,00	7,0	16,1	7,0 a 8,0	25,0

Fonte: Parsekian e Soares (2010)

Apresenta-se na Tabela 4 os traços básicos de argamassa considerando resistências média esperada através de ensaio e com características específicas para determinados usos da alvenaria.

Tabela 4 – Traços básicos de argamassa (em volume)

CIMENTO	CAL	AREIA	RESISTÊNCIA MÉDIA ESPERADA (MPa, cilindro 5x10 cm)	USO/NOTAS
1	0,25	3	17	Traço muito forte, suscetível a fissuras.
1	0,5	4,5	12	Traço ainda forte, recomendado apenas para casos de alvenarias aparentes ou enterradas, ou ainda sujeitas a carga lateral predominante (arrimos, reservatórios)
1	1	5 a 6	5	Traço adequado para edificações de baixa altura em paredes revestidas
1	2	8 a 9	2,5	Traço apenas para alvenaria de vedação

Fonte: Parsekian e Soares (2010)

3.1.4 Graute

O graute é um concreto ou argamassa com agregados finos e alta plasticidade, utilizado para preencher vazios dos blocos. É lançado nos furos verticais dos blocos, ou em canaletas e peças similares, como blocos J e compensadores. As funções do graute são:

- aumentar a resistência em pontos localizados (verga, contraverga, coxim);
- aumentar a resistência à compressão de uma parede e
- unir armaduras aos elementos estruturais.

O graute é composto de cimento e areia (graute fino), ou de cimento, areia e brita (graute grosso). Possui alta fluidez, com slump entre 20 e 28 cm, e, por isso, alta relação água/cimento, podendo chegar a até 0,9. Para garantir a fluidez e plasticidade do graute e também diminuir sua retração, é aconselhável a utilização de cal até o volume máximo de 10% do volume de cimento.

Recomenda-se que a resistência do graute não seja inferior a 15 MPa, sendo esse valor mínimo obrigatório em pontos com armadura para garantir a aderência, conforme a NBR 15961-1:2011. A Tabela 5 traz um indicativo de dosagem básica para obras de pequeno vulto, com blocos de até 6 MPa. Nas obras de maior vulto, deve-se proceder a dosagem experimental, sendo um indicativo para a resistência do graute a mesma resistência do bloco considerando a sua área líquida. No caso de blocos cerâmicos vazados com relação de área bruta e líquida igual a 2,3, a resistência do graute será igual a 2,3 vezes o f_{bk} . Recomenda-se aproximar esse valor para as classes de resistência do concreto, 15, 20, 25 MPa e etc., conforme é indicado na Tabela 3 (Argamassas). É importante respeitar também um valor máximo para resistência, sugerindo-se que a resistência do graute não seja superior a 150% à resistência do bloco na área líquida, exceto para casos de graute de 15 MPa.

Tabela 5 – Dosagem básica do graute

graute fino	graute grosso
<ul style="list-style-type: none"> • 1 saco de cimento • até 3,5 dm³ de cal • até 88 dm³ de agregado miúdo (D_{máx} = 4,8mm) • até 37 l de água 	<ul style="list-style-type: none"> • 1 saco de cimento • até 3,5 dm³ de cal • até 88 dm³ de agregado miúdo (D_{máx} = 4,8mm) • até 66dm³ de agregado miúdo (D_{máx} = 19mm) • até 35 l de água
traço básico para obras de pequeno vulto: 1: 3 a 4 (cimento: areia, volume seco)	traço básico para obras de pequeno vulto: 1: 2 a 3: 1 a 2 (cimento: areia: brita 0, volume seco)

Fonte: Parsekian e Soares (2010)

3.1.5 Armaduras

Conforme a ABNT NBR 15961-2:2011 os fios e barras de aço devem atender as especificações da ABNT NBR 7480.

As armaduras devem ser colocadas de tal forma que se mantenham na posição especificada durante o grauteamento e para tal finalidade podem ser utilizados arames, espaçadores, estribos, tarugos de aço e tarugos de massa. Em nenhum caso o cobrimento de materiais sujeitos à corrosão pode ser inferior ao especificado em projeto.

Em nenhum caso é permitido o contato de metais de naturezas diferentes. Os fios, barras e telas de reforço imersos em juntas de argamassa deverão ser de aço galvanizado ou de metal resistente à corrosão.

A altura máxima de lançamento do graute deverá ser de 1,6 m; recomenda-se a concretagem em duas etapas para os pés direito convencionais de 2,80 m, sendo a altura da primeira etapa definida pela altura das contra-vergas das janelas. Se o graute for devidamente aditivado, garantindo a coesão sem segregação, a altura de lançamento máximo permitido é de 2,80 m (PAULUZZI BLOCOS CERÂMICOS, 2012).

3.1.6 Paredes (alvenaria)

A alvenaria pode ser definida como um componente complexo constituído por blocos ou tijolos unidos entre si por juntas de argamassa, formando um conjunto rígido e coeso. Além das funções da alvenaria de vedação, como conforto térmico e acústico, estanqueidade, resistência ao fogo, durabilidade, a alvenaria estrutural tem a função de absorver e transmitir ao solo, ou à estrutura de transição, todos os esforços a que o edifício possa ser submetido.

Em edifícios o esforço predominante na alvenaria é a compressão simples, causada pelas cargas verticais. Outros esforços possíveis são de tração simples, tração na flexão, compressão na flexão e cisalhamento. Esses esforços são gerados por cargas laterais em edifícios e tem maior intensidade conforme aumenta-se a altura do prédio. Importantes são os casos de arrimos, reservatórios, edificações térreas especialmente as de maior pé-direito (galpões).

4 EXECUÇÃO E CONTROLE DE OBRAS EM ALVENARIA ESTRUTURAL

Este capítulo estabelece os requisitos mínimos exigíveis para a execução e o controle de obras conforme as normas.

4.1 BLOCOS CONCRETO / CERÂMICO

Segundo as normas 15961-2/2011 e 15812-2/2010 exige-se a necessidade de caracterização prévia dos materiais a serem utilizados na obra (bloco, argamassa e graute).

4.1.1 Plano de controle da qualidade

Conforme descrito na ABNT NBR 15961-1:2011 a alvenaria estrutural só poderá ser realizada com base em um projeto estrutural devidamente compatibilizado com projetos complementares e o executor deverá estabelecer um plano de controle, explicitando os responsáveis pela execução do controle e circulação das informações e pelo tratamento e resolução de não-conformidades, além da forma de registro e arquivamento das informações. O objetivo é criar condições de garantia da qualidade da execução das estruturas em alvenaria.

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

- a) Bloco;
- b) Argamassa de assentamento;
- c) Graute;
- d) Prisma;
- e) Recebimento e armazenamento dos materiais;
- f) Controle de produção da argamassa e do graute;
- g) Controle sistemático da resistência do bloco, quando for o caso;
- h) Controle sistemático da resistência do prisma; quando for o caso;

- i) Controle dos demais materiais;
- j) Controle da locação das paredes;
- k) Controle da elevação das paredes;
- l) Controle de execução dos grauteamentos e
- m) Controle de aceitação da alvenaria.

4.1.2 Especificação, recebimento e controle da produção dos materiais

A norma NBR 15961-2:2011 define requisitos para especificação, recebimento, estocagem, produção e controle dos materiais. Procedimentos que podem ser considerados como “boas práticas” de execução, que vão desde diretrizes para estocagem e transporte de blocos, produção de argamassa e graute, bem como recomendações gerais para a produção da alvenaria.

Com isso, espera-se que a normas sirvam também de instrumento de difusão dessas boas práticas, em todo o território nacional, mesmo naquelas localidades que não possuem histórico de utilização da alvenaria estrutural, condizente com a difusão que esse processo construtivo tem experimentado por todos os estados do Brasil nos últimos anos.

A especificação e controle dos blocos devem seguir as normas:

ABNT NBR 6136, Blocos vazados de concreto simples para alvenaria-Requisitos ;
ABNT NBR 12118, Blocos vazados de concreto simples para alvenaria-Métodos de ensaio;
ABNT NBR 15270-2, Componentes cerâmicos – Parte 2: Blocos cerâmicos para alvenaria estrutural – Terminologia e requisitos;
ABNT NBR 15270-3:2005, Componentes cerâmicos – Parte 3: Blocos cerâmicos para alvenaria estrutural e de vedação – Métodos de ensaio.

Os blocos devem ser descarregados em uma superfície plana e nivelada, que garanta a estabilidade da pilha; os blocos devem ser empregados preferencialmente na ordem do recebimento; deve haver indicação das resistências, identificando o número do lote de obra e o local de sua aplicação; os blocos devem ser

armazenados sobre lajes devidamente cimbradas ou sobre o solo, desde que seja evitada a contaminação direta ou indireta por ação da capilaridade da água; os blocos devem ser protegidos da chuva e outros elementos que venham a prejudicar o desempenho da alvenaria.

Um aspecto interessante contemplado no texto é a possibilidade de utilização de ensaios dos fabricantes dos blocos desde que possuam certificações de qualidade acreditados pelo Inmetro.

4.1.3 Especificação e controle sobre os demais materiais constituintes da alvenaria

A ABNT NBR 7480 (Aço destinado a armadura para estruturas de concreto armado) especifica que:

- As armaduras e outras peças metálicas devem ser armazenadas sobre suportes que impeçam contato com o solo, de modo a evitar placas de oxidação e deposição de sujeiras que prejudiquem a aderência do graute. Também devem ser colocadas em locais que impeçam a ocorrência de danos e deformações que possam prejudicar seu uso no local especificado.

A ABNT NBR 12655 (Concreto de cimento Portland-Preparo, controle e recebimento) prescreve que:

- O controle de recebimento de concreto de uso estrutural (utilizados em lajes, fundações, pilares e vigas etc.) deve ser feito de acordo com a Norma, inclusive definindo os lotes. Não é estabelecida para a construção de edifícios em alvenaria estrutural, exigência adicional para este controle de recebimento.

4.1.4 Controle da produção de argamassa e graute

Durante a obra, a argamassa e o graute deverão ser controlados em lotes definidos como sendo o menor dos seguintes limites:

- 500 m² de área construída em planta (por pavimento);
- dois pavimentos;
- argamassa ou graute fabricado com matéria – prima de mesma procedência, mesma dosagem e mesmo processo de preparo.

Para cada lote são ensaiados seis exemplares; em comparação com a edição anterior, o lote corresponde ao dobro da área construída, que anteriormente era de 250 m², refletindo a prática atual do mercado de edifícios com maior número de apartamentos por pavimento.

O graute é moldado de acordo com a ABNT NBR 5738. Procedimento para moldagem e cura de corpos-de-prova, e ensaiado em procedimento descrito na ABNT NBR 5739, Concreto-Ensaio de compressão de corpos- de –prova cilíndricos. A amostra será considerada aceita pelo atendimento do valor característico especificado em projeto, seguindo os critérios de resistência característica que passa a vigorar também na norma de projeto.

Quanto à argamassa, segundo a norma, houve considerável mudança na forma de controle. Procurando aproximar o procedimento de obra com o atualmente especificado na ABNT NBR 13279-Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos- Determinação da resistência à tração na flexão e à compressão. Houve uma alteração do formato do corpo-de-prova; como a NBR 13279 pede que o ensaio à compressão de argamassa seja feito comprimindo uma área de 4x4 cm de um corpo-de-prova de 4 cm de altura (resultante do ensaio à flexão de um prisma de argamassa de 4x4x16 cm) , a norma de controle pede que seja feito em cubos de 4 cm moldados diretamente na obra (TAUIL, 2011).

4.1.5 Controle da resistência dos materiais e das alvenarias à compressão axial

Inicialmente é indicada a necessidade de caracterização prévia da resistência à compressão de blocos, argamassa e graute. Antes do início da obra, deve-se fazer essa completa caracterização, com a ressalva de que, se o fornecedor dos materiais (os mesmos a serem utilizados na obra) fornecer esses resultados, os mesmos poderão ser utilizados desde que esses ensaios não tenham sido realizados há mais de 180 dias. Por exemplo, se o fabricante de blocos realizar ensaios de compressão de blocos, argamassas, graute e prisma e recomendar o uso dos mesmos traços de argamassa e graute (ou material industrializado) para a obra, o construtor não precisa realizar essa caracterização prévia.

O objetivo da caracterização prévia é evitar que justamente os primeiros pavimentos dos edifícios em alvenaria estrutural, que suportam maiores tensões, sejam construídos com maior incerteza quanto às propriedades dos materiais empregados logo no início da obra, evitando situações de não conformidades ou medidas de reforço desses pavimentos, o que não é incomum ocorrer atualmente.

4.1.6 Controle de obra

Ensaio de blocos apenas: No caso de obras em que não é utilizado graute para aumento da resistência à compressão da parede, é possível que os ensaios de controle de prisma sejam eliminados, obras caracterizadas como de menor exigência estrutural.

Ensaio de prismas: Quando a condição anterior não é atendida, a NBR 15961-2:2011 especifica que o controle da obra deve ser realizado por meio de ensaios de prisma.

1) controle-padrão

Nesse caso, o executor pode adotar o procedimento chamado de controle-padrão, pelo qual 12 prismas são moldados a cada pavimento (lote), sendo seis para ensaio e seis para eventual contraprova.

2) controle otimizado

O controle otimizado deve ser feito em função do tipo de empreendimento; classificando-se da seguinte forma:-

- a) Edificação isolada;
- b) Conjunto de edificações iguais.

São consideradas edificações iguais aquelas que atendem às seguintes condições:

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

a) controle otimizado para edificação isolada

Para coleta de amostras, cada pavimento representa um lote. O número de amostras do primeiro lote é sempre constituído de no mínimo 12 prismas (6 para eventual contraprova). Para efeito de controle, considerar como primeiro lote o primeiro pavimento do edifício e aqueles em que ocorram mudanças de materiais ou procedimentos de execução.

Após os ensaios do primeiro lote de alvenaria, deve ser calculado o coeficiente de variação dos prismas; este coeficiente de variação é utilizado para definir o número de amostras do lote subsequente.

A cada novo lote ensaiado deve-se recalcular o coeficiente de variação e a resistência característica estimada, adicionando-se os resultados dos lotes anteriores que tenham sido executados com os mesmos materiais e procedimentos.

O número de prismas a serem ensaiados para os pavimentos subsequentes deve ser extraído da Tabela 6 usando o coeficiente de variação utilizado e a razão entre a resistência característica especificada em projeto para o pavimento e a resistência característica estimada. Na eventual indisponibilidade dos resultados dos prismas do lote anterior, o pavimento deve ser considerado como primeiro lote.

Tabela 6 – Número mínimo de prismas a serem ensaiados (redução de acordo com a probabilidade relativa de ruína).

Condição	Coeficiente de Variações dos Prismas (CV)	f _{pk} , projeto / f _{pk} , estimado			
		≤0,35	>0,35 ≤0,50	> 0,50 ≤0,75	> 0,75
A	>15%	6	6	6	6
B	< 10% e ≥15%	0	2	4	6
C	< 10%	0	0	0	0
IMPORTANTE – Para pavimentos com especificação de resistência característica de bloco maior ou igual a 12 MPa, deve-se sempre considerar no mínimo a condição B.					

Fonte: ABNT NBR 15961-2/2011

b) controle otimizado – edificações iguais

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

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

Nesse caso, o primeiro prédio a ser construído deve ter o seu controle realizado de maneira independente aos demais, como descrição acima. Entretanto, o segundo e

demais prédios podem ser considerados como uma única edificação para fim de controle.

4.1.7 Controle da produção da alvenaria

Para assegurar que a alvenaria seja construída conforme fora projetada, devem ser observados os procedimentos abaixo relacionados:

- a locação, esquadros e nivelamento da base de assentamento da alvenaria conforme especificações de projeto e tolerâncias descrita na tabela 7;
- o posicionamento dos reforços metálicos e das tubulações de acordo com o projeto;
- a limpeza do pavimento onde a alvenaria será executada, quanto a materiais que possam prejudicar a aderência da argamassa entre o bloco e o pavimento ;
- a limpeza dos componentes blocos e peças pré-fabricadas, que devem estar isentos de materiais que prejudiquem sua aplicação e desempenho.

Locação das paredes de alvenaria

- eixos referenciais planimétricos;
- tolerâncias da variação do nível da superfície dos pavimentos;
- espessura da junta horizontal da primeira fiada.

Elevação e respaldo das paredes de alvenaria

- assentamento dos blocos
- espessura das juntas horizontais e verticais;
- tipos de juntas de argamassa;
- prumo, nível e alinhamento dos elementos de alvenaria;
- vigas, contravergas e cintas;
- armaduras;
- grauteamento

Na Tabela 7 são apresentadas as variáveis (tolerância) quanto à aceitação das alvenarias, considerando espessuras de juntas (horizontal e vertical) nivelamentos, alinhamentos da parede, desaprumos e inclusive nivelamento da fiada de respaldo.

Tabela 7 – Variáveis de controle geométrico na produção da alvenaria.

Fator		Tolerância
Junta horizontal	Espessura	+/- 3 mm
	Nível	2 mm/m 10 mm no máximo
Junta Vertical	Espessura	+/- 3 mm
	Alinhamento vertical	2 mm/m 10 mm no máximo
Alinhamento da Parede	Vertical (desaprumo)	+/- 2 mm/m +/- 10 mm no máximo por piso +/-25 mm na altura total do edifício
	Horizontal (desalinhamento)	+/- 2 mm/m +/- 10 mm máximo
Nível superior das paredes	Nivelamento da fiada de respaldo	+/- 10 mm

Fonte: ABNT NBR 15961-2/2011

4.1.8 Aceitação da alvenaria

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

Em caso de inconformidade, devem ser adotadas as seguintes ações corretivas:

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

5 FERRAMENTAS E EQUIPAMENTOS

No presente capítulo são apresentadas as ferramentas e os equipamentos utilizados na execução das obras de alvenaria estrutural.

5.1 CARACTERÍSTICAS

A qualidade da alvenaria depende, em grande parte, das condições que são dadas para a sua execução. As ferramentas sugeridas têm a função de garantir a obtenção das tolerâncias esperadas para o prumo, nível, alinhamento e planicidade, com economia e produtividade.

As ferramentas tradicionais são: colher de pedreiro, prumo de face, linha de “nylon”, fio traçante, trena de aço de 30 m, brocha, marreta de ½ kg, talhadeira, vassoura com cabo, pá de bico com cabo, balde plástico, esquadro metálico, protetor de andar etc.

As ferramentas específicas para alvenaria estrutural são: andaime regulável, bisnaga, colher meia – cana, escantilhão, porta palete, nível alemão, paleta para assentamento de argamassa, régua de prumo e nível, carrinho porta – masseira, balde para graute e gabaritos de portas e janelas.

Andaime regulável: montável sobre base móvel regulável, com travamento adequado, forma uma passarela contínua ao longo da alvenaria em execução ou das paredes em fase de revestimento, conforme Figura 13.

Figura 13 – Andaime regulável



Fonte: Equipaobra (2012)

Bisnaga: permite assentamento de blocos com maior produtividade e economia de argamassa. Bisnaga com bico rígido, confeccionada em material flexível e resistente, conforme Figura 14.

Figura 14- Bisnaga para argamassa



Fonte: Equipaobra (2012)

Colher meia cana: elemento em alumínio, permitindo aplicar cordões de argamassa nas faces verticais, conforme Figura 15.

Figura 15 – Colher meia-cana



Fonte: Equipaobra (2012)

Escantilhão: utilizados em obras de alvenaria estrutural, são fixados na laje inferior, e através de ajustes finos dos prumos nas duas direções, oferecendo bom desempenho e confiabilidade às paredes, garantindo prumo e planeza, conforme Figura 16.

Figura 16 - Escantilhão



Fonte: Equipaobra (2012)

Nível alemão: manuseado por somente um profissional, racionaliza as operações de nivelamento em situações como: blocos e cintas de fundações, fiadas de alvenaria, formas de vigas e lajes, acabamentos de pisos, nivelamento de portas e janelas, azulejos, etc, conforme Figura 17.

Figura 17 – Nível alemão



Fonte: Equipaobra (2012)

Paleta para argamassa: em alumínio, utilizada para aplicação de cordões de argamassa, conforme Figura 18.

Figura 18–Paleta para argamassa



Fonte: Equipaobra (2012)

Régua de nível: permite nivelar paredes e vãos sobre esquadrias, conforme Figura 19.

Figura 19– Régua de nível



Fonte: Equipaobra (2012)

Régua de prumo: auxilia em executar alvenarias mantendo o prumo (planicidade), conforme Figura 20.

Figura 20 – Régua de prumo



Fonte: Equipaobra (2012)

Carrinho porta-masseira: masseira montada sobre base móvel regulável, proporciona postura ergonômica ao executor e aumenta a produtividade na

execução do serviço, tanto ao nível do piso como em cima do andaime, conforme Figura 21.

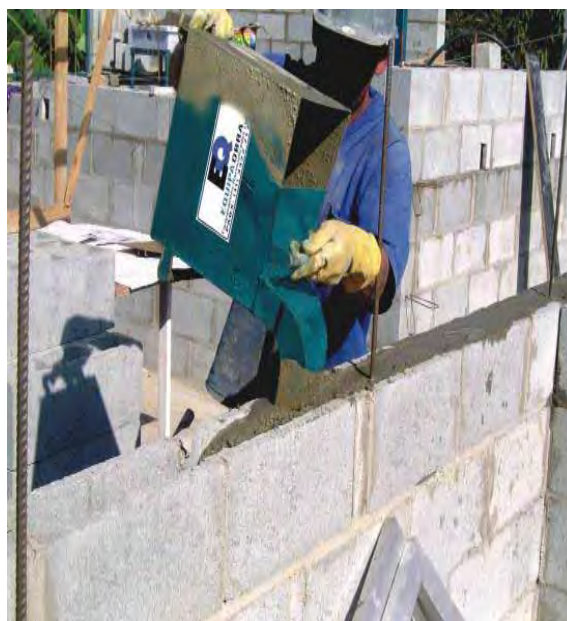
Figura 21 – Carrinho porta masseira



Fonte: Equipaobra (2012)

Balde para graute: proporciona o direcionamento do graute em locais de pouca mobilidade, permitindo eficácia na concretagem, conforme Figura 22.

Figura 22– Balde para graute



Fonte: Equipaobra (2012)

Gabarito de portas: possibilita vãos com dimensões precisas e perfeita regularidade das laterais, abolindo a regularização dos mesmos com argamassas, conforme Figura 23.

Figura 23 – Gabarito de portas



Fonte: Equipaobra (2012)

Gabarito de janela: ajustável na largura e altura, oferece vãos precisos para instalação das janelas, tanto nas alvenarias estruturais como de vedação, conforme Figura 24.

Figura 24– Gabarito de janelas



Fonte: Equipaobra (2012)

Carrinho porta palete: proporciona rapidez e mantém a qualidade dos blocos, quando realiza os transportes necessários, conforme Figura 25.

Figura 25 - Carrinho porta palete



Fonte: Scanmetal (2011)

6 LEVANTAMENTOS

No presente capítulo são apresentados os levantamentos efetuados em empresas fabricantes de blocos, analisando os processos de fabricação e as características dos blocos; bem como observando os procedimentos executivos nos canteiros de obras com o objetivo de comparar com os procedimentos definidos em normas.

6.1 LEVANTAMENTOS EM EMPRESAS FABRICANTES

6.1.1 Município de São José do Rio Preto/SP

Empresa – 1

A empresa produz blocos estruturais de concreto com as dimensões de 14 x 19 x 39 cm e meio bloco; 19 x 19 x 39 cm e meio bloco; 14 x 19 x 39 cm canaleta e meia canaleta; 19 x 19 x 39 cm canaleta e meia canaleta; bloco “J” e blocos compensadores. Os blocos são fabricados com resistências de 4,0 MPa à 12 MPa, sendo que o seu processo de fabricação é ilustrado conforme Figuras 26 e 27.

Figura 26 – Dosagem/prensagem



Fonte: Dados da pesquisa do autor

Figura 27 – Cura/estocagem



Fonte: Dados da pesquisa do autor

Fabrica e comercializa blocos de concreto estrutural com procedimentos específicos para a obtenção de resistências e características definidas em projetos, com padrões de dimensões especificados pelos projetistas.

Os blocos são fabricados utilizando as proporções dos materiais (traços) através de volumes; como exemplo citamos o traço do bloco com resistência de 4,0 MPa:-

- 216 litros de pedrisco;
- 216 litros de areia grossa;
- 50 kg de cimento (CP-32);
- 200 ml de aditivo plastificante;
- 16 litros de água.

Realiza ensaios dos blocos de concreto em laboratório com a finalidade de controlar as resistências características dos mesmos. A cada lote fabricado de 20.000 unidades realiza ensaios de 12 corpos de prova, o procedimento de cura é realizado mantendo os blocos umedecidos e protegidos com lona plástica.

Produzindo uma média mensal de 100.000 unidades de blocos de concreto estruturais, utilizando equipamentos para o transporte desde a fabricação, até o pátio de expedição (paletização) e posterior envio às obras.

A empresa necessita implementar procedimentos de controle com o objetivo de obter blocos de maior qualidade (controle sobre traços, granulometria, umidade dos agregados e cura dos blocos).

Empresa – 2

A empresa fabrica blocos estruturais de concreto e produz as dimensões de 14 x 19 x 39 cm e meio bloco; 19 x 19 x 39 cm e meio bloco; 14 x 19 x 39 cm canaleta e meia canaleta; 19 x 19 x 39 cm canaleta e meia canaleta; bloco “J” e blocos compensadores. Os blocos são fabricados com resistências 4,0 MPa à 6 MPa, sendo que o seu processo de fabricação é ilustrado conforme Figura 28.

Figura 28 – Dosagem do concreto / cura dos blocos



Fonte: Dados da pesquisa do autor

Critérios de fabricação similares a empresa 1, mantendo em sua linha de produção a fabricação de blocos com resistência igual a 4,0 MPa. O traço é elaborado em volume, sendo adotado para o bloco de resistência igual a 4,0 MPa a seguinte composição:-

- 216 litros de pedrisco;
- 216 litros de areia grossa;
- 50 kg de cimento (CP-32);
- 200 ml de aditivo plastificante;
- 16 litros de água.

Adota também o controle das resistências ensaiando 12 corpos de prova à cada lote de 20.000 unidades produzidas, ainda não promoveu sua filiação junto à ABCP e também não implantou nenhum sistema de controle de Qualidade.

Produz uma média mensal de 85.000 unidades de blocos de concreto estruturais e tem atendido praticamente a um único cliente.

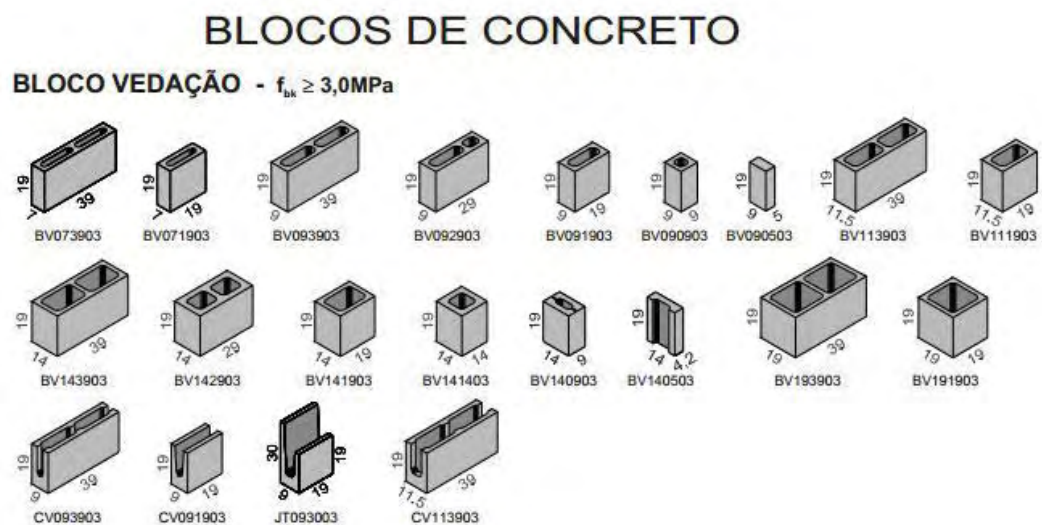
A empresa demonstra que não esta preocupada com a qualidade dos seus produtos, pois mantém uma logística do seu canteiro de fôrma desfavorável, não controla eficientemente os agregados e realiza a cura dos blocos precariamente.

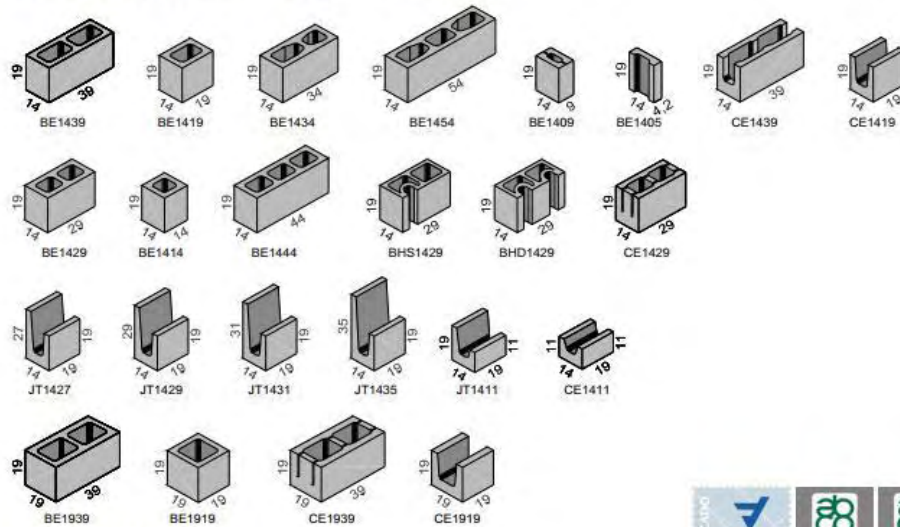
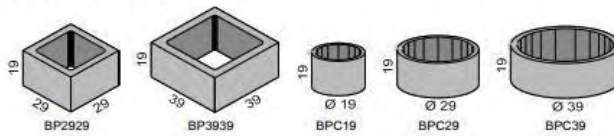
6.1.2 Município de Limeira/SP

Empresa -1

A empresa visitada no município de Limeira – SP fabrica blocos de concreto (vedação e estruturais) conforme Figura 29, sendo observado através do levantamento que as resistências variam entre 3 MPa e 16 MPa.

Figura 29 – Família de blocos



BLOCO ESTRUTURAL - $4,5\text{MPa} \leq f_{bk} \leq 16,0\text{MPa}$ **BLOCO PILAR**

ACABAMENTO: As linhas Vedação e Estrutural são produzidas com textura apropriada para alvenaria Revestida ou Aparente.



Fonte: Catálogo empresarial

Atua no mercado desde 1977, procurando adaptar e adequar às evoluções tecnológicas do processo de fabricação. Investindo sempre em expansão física, objetivando produção e qualidade em seus produtos.

Filiada à ABCP e mantendo um sistema de Qualidade através de um Organismo acreditado pelo Inmetro, controlando os elementos de fabricação e ensaiando os blocos de concreto estrutural através de laboratório próprio.

Produzindo uma média mensal de 1.500.000 unidades de blocos estruturais, conseguindo um mercado ativo dentro do estado de São Paulo e em outros estados; sendo eficiente nos procedimentos de armazenamento e transporte dos blocos.

Processo de mistura e prensagem através de equipamento automatizado, gerando alta produtividade com pequena utilização de mão de obra; dispendo de sistema de cura à vapor e traços preparados utilizando a pesagem e controle dos agregados.

Observa-se que a empresa adota processos que contribuem para a qualidade dos blocos, tendo alto nível de industrialização e controle dos insumos utilizados na fabricação.

Conta com equipe técnica especializada e com grande experiência no processo de fabricação, gerenciada por um engenheiro e também por técnicos que desenvolvem pesquisas e processos em busca de novas tecnologias e inovações.

6.1.3 Município de Americana/SP

Empresa – 1

A empresa visitada no município de Americana – SP fabrica blocos estruturais de concreto conforme Figura 30, extraída através do levantamento e do catálogo empresarial; obtendo resistências entre 4,0 MPa e 25 MPa.

Filiada à ABCP e mantém um programa de Qualidade através de um Organismo acreditado pelo Inmetro, com controle do processo de fabricação e elaborando ensaios dos blocos de concreto estruturais através de laboratório próprio.

Produz 1.600.000 unidades de blocos estruturais como média mensal, tendo uma clientela inclusive em outros estados como Minas Gerais e Rio de Janeiro.

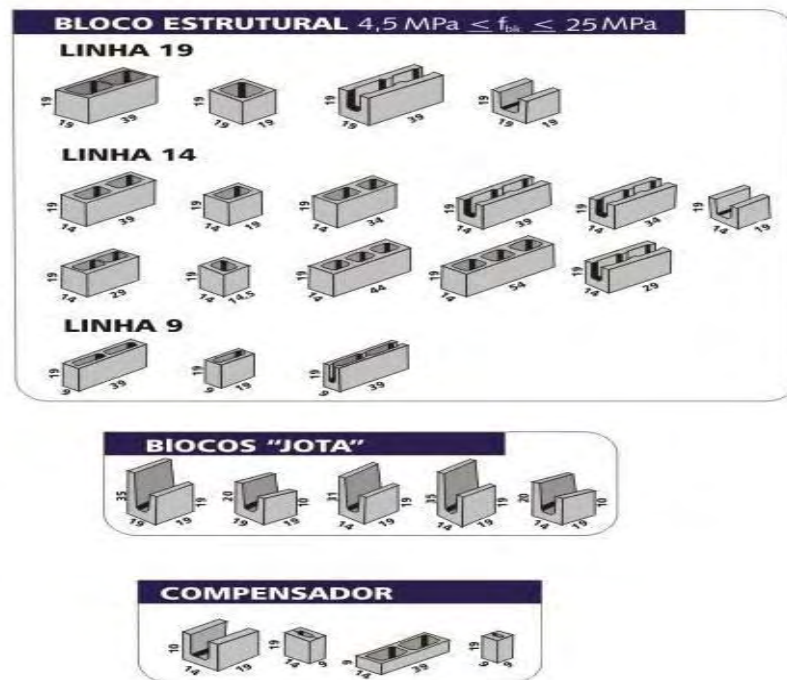
Realiza ensaios dos materiais (agregados) e mantém um controle sobre o processo de fabricação, inclusive utilizando o sistema de secagem à vapor; possibilitando a fabricação de componentes com altas resistências.

Possui instalações (mistura, prensagem, cura e estocagem) que favorecem os trabalhos de fabricação, tendo com isto facilidades em suas operações comerciais.

Os agregados são pesados para a elaboração dos traços e controlados quanto aos índices de umidade e também quanto às características granulométricas.

Sistema automatizado, logística operacional eficiente e utilização de poucos funcionários na linha de produção; possibilitando assim agilidade na entrega dos blocos.

Figura 30 – Família de blocos



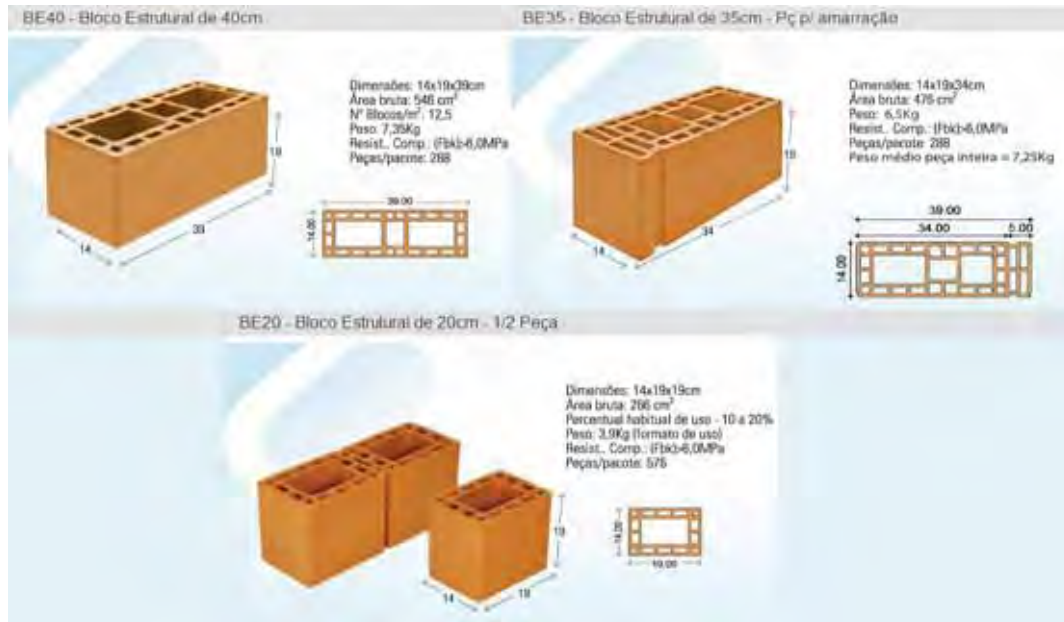
Fonte: Catálogo empresarial

6.1.4 Município de Itu/SP

Empresa – 1

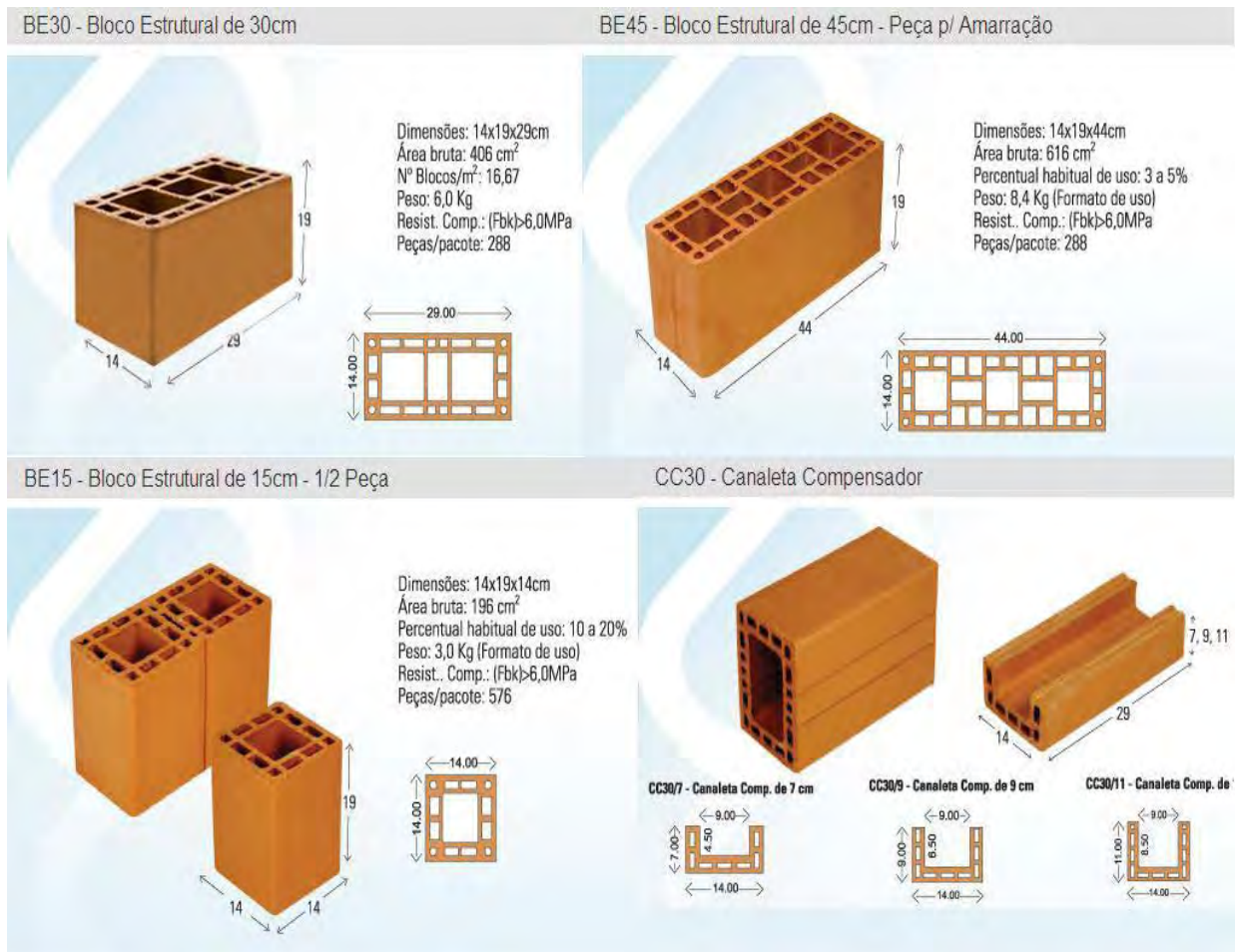
A empresa visitada no município de Itu – SP fabrica blocos estruturais cerâmico conforme Figuras 31 e 32, extraídas através do levantamento e do catálogo empresarial; obtendo resistências descritas abaixo.

Figura 31 - Família de blocos



Fonte: Catálogo empresarial

Figura 32 - Família de blocos



Fonte: Catálogo empresarial

Empresa líder no mercado produzindo em média 2.500.000 unidades (blocos) mensais, atendendo clientes em todo o estado de São Paulo (grandes centros e interior).

Utilizando em seu processo de fabricação alto nível de controle, quer seja, sobre a matéria prima e sobre o produto final (bloco cerâmico estrutural); contando com equipamentos capazes de proporcionar alta produtividade e qualidade.

Promove atividades de visitação nas instalações da fábrica à profissionais (engenheiros, arquitetos ,técnicos e operacionais) da construção com o objetivo de informar e familiarizar sobre o sistema construtivo em alvenaria estrutural utilizando blocos cerâmico, inclusive promovendo mini-cursos.

Utilizando-se de laboratório próprio, onde realiza ensaios e testes dos componentes blocos, em conformidade com as normas pertinentes; dando-se grande importância para os procedimentos de identificação dos lotes fabricados para possibilitar a sua rastreabilidade.

6.2 LEVANTAMENTOS EM CANTEIROS DE OBRAS

Nos canteiros de obras o objetivo da pesquisa foi observar e comparar os procedimentos utilizados para a execução da alvenaria estrutural, levando-se em conta as prescrições constantes nas normas da ABNT; para isto foi utilizado um questionário orientativo conforme a Tabela 8 e os dados obtidos estão apresentados no item 6.3 (Avaliação dos dados levantados).

Tabela 8 – Questionário da Pesquisa nos Canteiros de Obras

(continua)

Local da obra:	Dados
A - Características <ul style="list-style-type: none"> • Quantidade de torres • Número de pavimentos • Número de apartamento/andar • Áreas do apartamento 	

Tabela 8 – Questionário da Pesquisa nos Canteiros de Obras

(continuação)

Local da obra:	Dados
A - Características <ul style="list-style-type: none"> • Quantidade de torres • Número de pavimentos • Número de apartamento/andar • Áreas do apartamento 	
B - Fundações: <ul style="list-style-type: none"> • Tipo de fundação 	
C - Alvenaria: <ul style="list-style-type: none"> • Tipo de blocos • Família de blocos • Blocos especiais • Índice de grauteamento por andar • Resistência do graute • Armaduras • Índice armadura vertical • Vergas/contra vergas (armadura horizontal) • Sistema de armação (comprimento) vertical • Armaduras construtivas • Encontros e cantos das cintas (concreto e aço) • Argamassa utilizada (resistência/traço) • Limpeza dos furos verticais (inclusive os de cantos) • Junta de controle (encontro da laje com parede na cobertura) 	
D - Estrutura: <ul style="list-style-type: none"> • Com pilotis • Tipo de laje • Tipo de escada • Elementos pré-moldados 	
E- Revestimentos: <ul style="list-style-type: none"> • Paredes internas <ul style="list-style-type: none"> - chapisco - embôço - gesso • Tetos <ul style="list-style-type: none"> - chapisco - gesso • Paredes externas <ul style="list-style-type: none"> - chapisco/ embôço - revestimento especial 	

Tabela 8 – Questionário da Pesquisa nos Canteiros de Obras

(conclusão)

Local da obra:	Dados
F - Ferramentas e equipamentos: <ul style="list-style-type: none"> • Andaime regulável • Bisnaga • Colher meia cana • Escantilhão • Nível alemão • Paleta para argamassa • Régua de nível • Régua de prumo • Carrinho porta-masseira • Balde para graute • Gabarito de portas • Gabarito de janelas • Carrinho porta-paleta 	
G - Locação das paredes nos andares: <ul style="list-style-type: none"> • Posicionamento • Prumo • Nível • Esquadro 	
H - Ensaios e testes: <ul style="list-style-type: none"> • Blocos • Prismas • Argamassa • Graute • Armadura 	
I - Controle: <ul style="list-style-type: none"> • Armazenamento dos materiais • Locação das paredes • Elevação das paredes • Execução das armaduras • Execução do grauteamento • Aceitação da alvenaria 	
J - Experiências do sistema construtivo (A.E.): <ul style="list-style-type: none"> • Engenheiro • Mestre de obras • Encarregado • Apontador • Almoxarife • Empreiteiros 	

Fonte: Dados da pesquisa do autor

6.2.1 Empreendimentos na cidade de São Carlos/SP

Empreendimento 1

O empreendimento é constituído de duas torres com térreo e doze pavimentos tipo, seis apartamentos por pavimento e cada apartamento com área de 65,00 m².

Figura 33- Empreendimento 1 (São Carlos – SP)



Fonte: Dados da pesquisa do autor

As fundações do empreendimento foram executadas utilizando estacas raiz, a alvenaria conforme projeto de modulação utilizou blocos estruturais de concreto nas dimensões de 14x19x19 cm, 14x19x34 cm, 14x19x39 cm, 14x19x54 cm e canaletas respectivas.

O projeto foi definido utilizando-se das seguintes resistências dos elementos conforme Tabela 9.

Tabela 9 – Resistências dos elementos da alvenaria (MPa)

PAVIMENTO	Prisma f _{pk}	Resistências Mínimas Especificadas		
		bloco f _{bk}	graute f _{gk}	argamassa f _a
Térreo e 1º Pav. Tipo	9,6	12,0	24,0	8,0
2º e 3º Pav. Tipo	8,0	10,0	20,0	8,0
4º e 5º Pav. Tipo	6,4	8,0	16,0	5,0
6º, 7º e 8º Pav. Tipo	4,8	6,0	15,0	5,0
9º ao ATICO	3,2	4,0	15,0	4,0

Fonte: Dados da pesquisa do autor

A obra realiza os ensaios dos materiais utilizados na alvenaria a título de controle, conforme as normas da ABNT.

Os prismas são moldados conforme a NBR 15961-2 para serem ensaiados quanto à resistência a compressão, dimensional e absorção d'água, sendo que 6 amostras por pavimento são ensaiadas e 6 amostras servem para a contraprova.

O graute e a argamassa também são ensaiados com o objetivo de obtenção de valores quanto à resistência à compressão, conforme a NBR 15961-2, sendo constituído de 12 amostras por pavimento, ensaiando 6 amostras e 6 amostras servem para contraprova.

O concreto usinado é ensaiado à compressão conforme a NBR 5738, sendo retirado os corpos de provas por pavimentos (lajes) para os devidos ensaios.

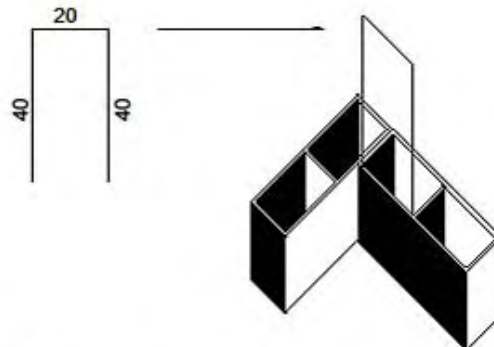
Na execução da alvenaria é detalhada armaduras tendo como finalidade promover as ligações entre paredes que tenham funções estruturais e não estruturais; inclusive nas ligações dos encontros das canaletas, conforme apresentadas nas Figuras 34 e 35.

No respaldo da alvenaria, vergas e contra vergas é utilizado o bloco canaleta.

Figura 34- Detalhes de armadura construtiva

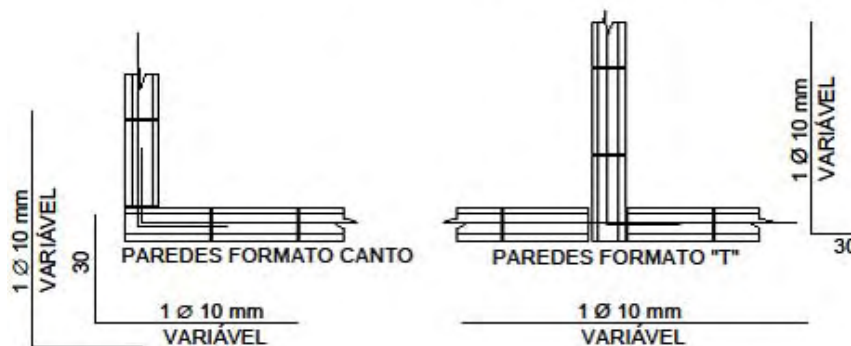
**ARMAÇÃO DAS PAREDES ESTRUTURAIS
ORTOGONAIS QUANDO NÃO EXISTIR AMARRAÇÃO
ENTRE ELAS E AMARRAÇÃO C/ PILARES:**

UTILIZAR GRAMPOS VERTICAIS A CADA 2 FIADAS
SEGUNDO DESENHO ABAIXO (1 \varnothing 10 mm)



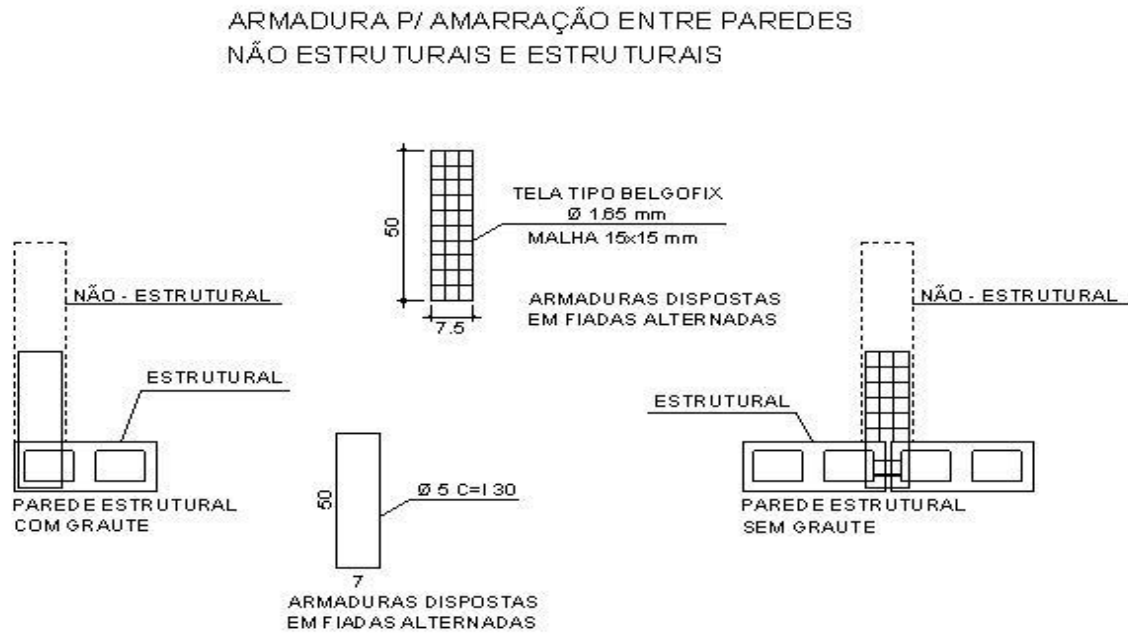
OBS: O GRAMPO PODE SER VIRADO P/ CIMA

LIGAÇÃO NOS ENCONTROS DAS CANALETAS



Fonte: Dados da pesquisa do autor

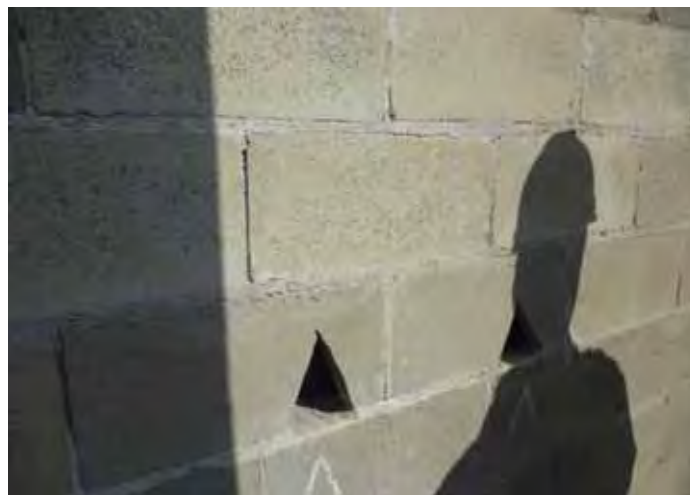
Figura 35 – Detalhamento de armaduras.



Fonte: Dados da pesquisa do autor

O grauteamento dos blocos é efetuado após a limpeza dos furos verticais (pontos de inspeção) e fixação das armaduras com altura referente à metade do pé direito, conforme Figura 36.

Figura 36 – Ponto de inspeção (graute vertical).



Fonte: Dados da pesquisa do autor

O corte no bloco é realizado conforme a Figura 36 tendo em vista a maior facilidade com o uso da ferramenta e diminuindo a possibilidade de quebra do bloco.

A alvenaria é executada sendo realizada a locação (marcação) seguindo eixos centrais definidos no projeto, mantendo esquadros, prumos e níveis.

Na cobertura a junta de controle entre parede e laje é feita através da colocação de manta asfáltica (3 camadas) e aberturas no telhado para circulação de ar.

As lajes estão sendo executadas em concreto armado e as escadas em concreto pré-moldado. É utilizada forma de madeira (compensado) para a montagem da laje (estrado e fechamento lateral) não sendo utilizado o bloco “J”, a alvenaria é respaldada com bloco canaleta, conforme Figura 37.

Figura 37 – Forma (laje maciça).



Fonte: Dados da pesquisa do autor

Na execução da alvenaria está sendo utilizado a colher de pedreiro, martelo de borracha, régua metálica, nível, prumo e esquadro.

No revestimento interno sobre blocos e tetos será utilizado o gesso e externamente o revestimento Monocapa.

Conforme foi observado, a obra apresenta procedimentos compatíveis com o sistema construtivo em alvenaria estrutura, buscando realizar as atividades especificadas em projeto e em conformidade com as normas.

Outro aspecto favorável é o conhecimento do sistema construtivo por parte da administração da obra, sendo que o engenheiro residente, o mestre de obras, encarregados e almoxarifes já participaram de outros empreendimentos de mesmo porte.

A empresa através de seu departamento técnico trabalha em busca de melhorias, com o objetivo de conquistar seus clientes e solidificar a sua atuação no mercado; para isto investe em treinamento e tecnologias voltadas ao sistema construtivo em alvenaria estrutural.

Grande preocupação da direção da obra é relacionada com a possibilidade de executar serviços em desconformidade, gerando com isto probabilidades de surgimento de patologias; situações em que haverá a necessidade de retrabalhos (demolições e nova execução).

O projeto de modulação foi elaborado obtendo uma padronização das medidas dos blocos, não sendo necessário a utilização de peças complementares.

Empresa construtora atuando no mercado com grande experiência do sistema construtivo e tendo executado inúmeros empreendimentos em alvenaria estrutural.

Figura 38 – Modulação da alvenaria



Fonte: Dados da pesquisa do autor

Empreendimento 2

O empreendimento é constituído de uma torre com um sub-solo, térreo e 10 pavimentos tipo, tendo 3 apartamentos por andar e cada apartamento com área de 75,00 m.

Figura 39 – Empreendimento 2 (São Carlos – SP)



Fonte: Dados da pesquisa do autor

As fundações foram executadas utilizando estacas hélice contínua, a alvenaria esta sendo executada com blocos estruturais de concreto nas dimensões 14x19x29 cm, 14x19x19cm, 14x19x44 cm, 14x19x14 cm, compensador 4x14x19 cm e canaletas respectivas; conforme Figura 40.

Figura 40- Assentamento de blocos



Fonte: Dados da pesquisa do autor

As resistências dos elementos da alvenaria foram definidas conforme Tabela 10.

Tabela 10 – Resistências dos elementos da alvenaria (MPa)

PAVIMENTO	Prisma f _{pk}	Resistências Mínimas Especificadas		
		bloco f _{bk}	graute f _{gk}	argamassa f _a
1º e 2º Pav. Tipo	7,50	10,00	20,00	8,00
3º e 4º Pav. Tipo	6,40	8,00	20,00	6,00
5º e 6º Pav. Tipo	4,80	6,00	15,00	6,00
7º ao 10º Pav. Tipo	3,20	4,00	15,00	6,00

Fonte: Dados da pesquisa do autor

Os ensaios dos componentes da alvenaria seguem as normas da ABNT, os blocos de concreto são ensaiados com vistas à obter resultados quanto a resistência à compressão, a dimensional e absorção de água; sendo moldados 12 corpos de prova para rompimento de 6 corpos de prova e 6 para contra prova(por pavimento).

Prismas são ensaiados quanto a resistência à compressão, sendo moldados 12 corpos de prova por pavimento e ensaiados 6 (6 para contra prova).

Graute e argamassa são ensaiados para obterem resistências à compressão, sendo 12 corpos de prova por pavimento e 6 são ensaiados(6 para contra prova). O concreto usinado utilizado nas lajes dos pavimentos é ensaiado através de 4 corpos de prova (por pavimento).

O grauteamento é precedido da limpeza dos furos verticais dos blocos, amarração da armadura à meia altura e armadura das vergas e contra vergas. Foi informado que os pontos de grauteamento por pavimento ficaram definidos conforme abaixo relacionado:

- 1º pavimento= 96 \varnothing 16 mm e 41 \varnothing 12,50 mm
- 2º ao 4º pavimento = 96 \varnothing 16mm e 28 \varnothing 12,50m
- 5º ao 8º pavimento = 80 \varnothing 16mm e 26 \varnothing 12,50mm
- 9º e 10º pavimento = 39 \varnothing 12,50mm

Figura 41 – Pontos de grauteamento



Fonte: Dados da pesquisa do autor

A estrutura do empreendimento compõe-se de estrutura de transição, laje de concreto maciça e escada de concreto maciça; conforme Figuras 42, 43, 44 e 45.

Figura 42- Estrutura de transição



Fonte: Dados da pesquisa do autor

Figura 43– Estrutura de transição



Fonte: Dados da pesquisa do autor

Figura 44 – Laje maciça



Fonte: Dados da pesquisa do autor

Figura 45 – Escada maciça



Fonte: Dados da pesquisa do autor

Na execução da alvenaria os operários estão utilizando a colher de pedreiro, o martelo de borracha, o nível, o prumo e o esquadro. As locações das paredes são realizadas conforme eixo central, marcação conforme cotas do projeto de modulação obedecendo o prumo (andar por andar).

Com estas condições fica mais fácil detectar alguma irregularidade, corrigindo-a e diminuindo possíveis desconformidades. A modulação (alvenaria) apresenta-se de forma contínua, não necessitando utilizar componentes compensadores.

O revestimento interno será executado com gesso sobre o bloco e teto, sendo que o teto receberá um chapisco rolado; externamente argamassa sobre chapisco.

A administração da obra (engenheiro e mestre de obra) atua em busca de melhorias e procedimentos compatíveis com o sistema construtivo, inclusive acompanhando de perto a execução dos serviços. Possuem uma equipe de empreiteiros qualificados que já prestaram serviços em outras obras da empresa.

Figura 46 – Modulação da alvenaria



Fonte: Dados da pesquisa do autor

A empresa atua no mercado a muito tempo e adota este sistema construtivo em alvenaria estrutural na maioria dos seus empreendimentos.

6.2.2 Empreendimento na cidade de Londrina – PR

Empreendimento – 1

Empreendimento constituído de 4 torres, térreo mais 7 pavimento tipo, tendo 6 apartamentos por andar e cada apartamento com área de 58,00 m².

Fundações realizadas usando estacas escavadas, a alvenaria estrutural utilizando blocos de concreto com dimensões de 14x19x39 cm, 14x19x19 cm, 14x19x54 cm, 14x19x34 cm, respectivas canaletas e compensadores 4x14x19 cm.

Figura 47 – Empreendimento 1 (Londrina – PR)



Fonte: Dados da pesquisa do autor

As resistências dos elementos da alvenaria foram definidas em projeto conforme Tabela 11.

Tabela 11 – Resistência dos elementos da alvenaria (MPa)

PAVIMENTO	Resistências Mínimas Especificadas		
	bloco fbk	graute fgk	argamassa fa
Térreo e 1º Pav. Tipo	8,0	18,0	6,0
2º e 3º Pav. Tipo	6,0	15,0	4,5
4º ao 7º Pav. Tipo	4,0	15,0	4,5

Fonte: Dados da pesquisa do autor

Foi informado que os ensaios dos componentes da alvenaria seguem as prescrições das normas da ABNT, o bloco de concreto estrutural é ensaiado conforme a NBR 15961-2 para a verificação da resistência quanto à compressão, dimensional e absorção de água; sendo extraído 12 corpos de prova por pavimento e ensaiados 6 corpos de prova e 6 corpos de prova para contra prova.

Prismas são ensaiados conforme a NBR 15961-2 para verificar a resistência à compressão; moldando 12 corpos de prova por pavimento sendo que 6 corpos de prova são ensaiados e 6 corpos de prova ficam para contra prova.

Mesmo procedimento é adotado para o graute e a argamassa, 12 corpos de prova por pavimento são extraídos e 6 são ensaiados e 6 para a contra prova.

O concreto utilizado na laje é controlado através de ensaios de corpos de prova conforme a NBR 5738, considerando amostras extraídas à cada pavimento.

A alvenaria esta sendo executada levando-se em conta a marcação conforme eixo central e cotas definidas no projeto de modulação, mantendo esquadros, prumos e níveis das fiadas assentadas.

O grauteamento dos blocos e canaletas (vergas e contra vergas) é efetuado após a limpeza dos furos verticais e do ajustamento das armaduras que são montadas à meia altura, conforme Figuras 48, 49 e 50.

Figura 48 – Ponto de inspeção de concretagem



Fonte: Dados da pesquisa do autor

Figura 49 – Armaduras construtivas



Fonte: Dados da pesquisa do autor

Figura 50– Armaduras construtiva



Fonte: Dados da pesquisa do autor

As lajes dos pavimentos estão sendo executadas em concreto armado e as escadas em peças pré- moldadas, o estrado e a lateral para a laje são confeccionados em compensado plastificado sem emprego do bloco “J” conforme Figura 51; não utilizam o bloco em função de ocorrência de possíveis quebras durante a concretagem.

Figura 51- Laje maciça



Fonte: Dados da pesquisa do autor

Figura 52- peças pré- moldadas para a escada



Fonte: Dados da pesquisa do autor

Na cobertura o encontro da laje com a parede é instalado placa de PVC, placa de EPS de 3 cm e finalizando com lona plástica.

Na execução da alvenaria os empreiteiros fazem uso da colher de pedreiro, martelo de borracha, régua metálica, nível, prumo e esquadro. Realizam o procedimento de nivelamento da laje através de nível com grande precisão apresentado na Figura 53.

Figura 53- Nível



Fonte: Dados da pesquisa do autor

Nas obras anteriormente executadas o procedimento de nivelamento das lajes e o uso das ferramentas tem seguido o mesmo critério, tendo em vista que as equipes de empreiteiros tiveram participações nos empreendimentos executados.

Empresa de liderança na construção de edifícios em alvenaria estrutural, objetivando qualidade e solidez na realização de seus empreendimentos. Mantém uma estrutura técnica, administrativa qualificada no canteiro de obras para conseguir tais objetivos.

Realiza com critério todos os procedimentos de controle e execução dos serviços, elaborando os ensaios e testes dos componentes (blocos, argamassas, grautes, agregados, armaduras) utilizados na alvenaria, conforme as normas específicas.

Executa periodicamente treinamentos para os operários que atuam no empreendimento, considerando os que iniciam atividades bem como aos que já estão atuando. Mantém estruturas relativas à segurança no trabalho (bandejas de proteção, gradis de segurança, sinalizações etc.) e prevenção de acidentes com utilizações de equipamentos individuais e coletivos.

Imprime um planejamento eficiente em busca de racionalização das atividades no canteiro, em especial quanto aos espaços utilizados para armazenamento dos materiais, almoxarifados, áreas destinadas aos operários para alimentação e mantendo um aspecto de ordem e limpeza do canteiro de obras.

Tem uma política de contratação de mão de obra feminina, pois entende que as operárias mulheres apresentam características importantes quanto à qualidade e capricho na execução das atividades, em especial aos serviços de acabamento e limpeza.

Execução da alvenaria (paredes) com utilização de compensadores (bolachas) com o objetivo de ajustes de medidas, tornando a modulação menos eficaz conforme Figura 54; inclusive é observado que em alguns pontos da edificação a alvenaria apresenta-se com aspectos negativos quanto aos assentamentos.

Figura 54– Modulação dos blocos



Fonte: Dados da pesquisa do autor

6.2.3 Empreendimentos na cidade de Araçatuba – SP

Empreendimento 1

Projeto de uma torre com pavimento térreo mais 7 pavimentos tipo, tendo 4 apartamentos por andar e área do apartamento igual à 86 m².

Figura 55 – Empreendimento 1 (Araçatuba - SP)



Fonte: Dados da pesquisa do autor

As fundações foram executadas através de radier (subsolo – andar técnico) conforme Figuras 56 e 57.

Figura 56 – Armação do radier



Fonte: Dados da pesquisa do autor

Figura 57 – Radier / subsolo



Fonte: Dados da pesquisa do autor

A alvenaria está sendo executada utilizando blocos estruturais de concreto, com família de blocos nas dimensões de 14x19x29 cm, 14x19x14 cm, 14x19x44 cm, meio blocos, canaletas respectivas e blocos especiais.

As resistências dos elementos da alvenaria foram definidas em projeto conforme Tabela 12.

Tabela 12– Resistência dos elementos da alvenaria (MPa)

PAVIMENTO	Resistências Mínimas Especificadas		
	bloco fbk	graute fgk	argamassa fa
Térreo	6,0	24,0	6,0
1º ao 7º Pav. Tipo	6,0	20,0	5,0

Fonte: Dados da pesquisa do autor

Os ensaios e testes dos elementos que compõem a alvenaria obedecem as normas da ABNT, sendo que os blocos de concreto são ensaiados conforme a NBR 15961-2 para obter informações quanto a resistências à compressão, dimensional e absorção de água; moldando 12 corpos de prova por pavimento e ensaiando 6 corpos de prova e os demais para contraprova.

Prismas, graute e argamassa seguem também a NBR 15961-2 para obter as resistências à compressão, sendo moldados 12 corpos de prova por pavimento, ensaiando 6 corpos de prova e 6 ficando para contra prova. O concreto usinado utilizado nas lajes dos pavimentos é ensaiado conforme a NBR 5738 extraindo 4 corpos de prova por pavimento, sendo que os mesmos são rompidos para obter a resistência à compressão.

O grauteamento vertical dos blocos e das canaletas (vergas e contra vergas) está sendo executado após a limpeza dos furos e instalação das armaduras; conforme o projeto estrutural o pavimento térreo teve 100% dos blocos grauteados e armados verticalmente. No pavimento tipo será grauteado e armado toda a alvenaria perimetral, isto é, as paredes externas da edificação.

Os detalhes executivos da alvenaria e grauteamentos são apresentados conforme as Figuras 58 e 59.

Figura 58 – Armadura vertical



Fonte: Dados da pesquisa do autor

Figura 59 – Armadura (à grautear)



Fonte: Dados da pesquisa do autor

A obra também utilizará o bloco especial para as instalações hidráulicas, onde não existe a necessidade de rasgos e aberturas pois a geometria do mesmo favorece a instalação de tubulações (prumadas), apresentado conforme a Figura 60.

Figura 60- Bloco especial(hidráulico)



Fonte: Dados da pesquisa do autor

No respaldo da alvenaria e na confecção de vergas e contra vergas é utilizado o bloco canaleta; sendo que na cobertura é executada platibanda sobre laje em balanço, minimizando patologias no contato da laje de cobertura com a alvenaria. A laje é constituída de peças pré-moldadas com $h=3\text{cm}$ e posteriormente é realizada a concretagem com espessura $h=7\text{cm}$.

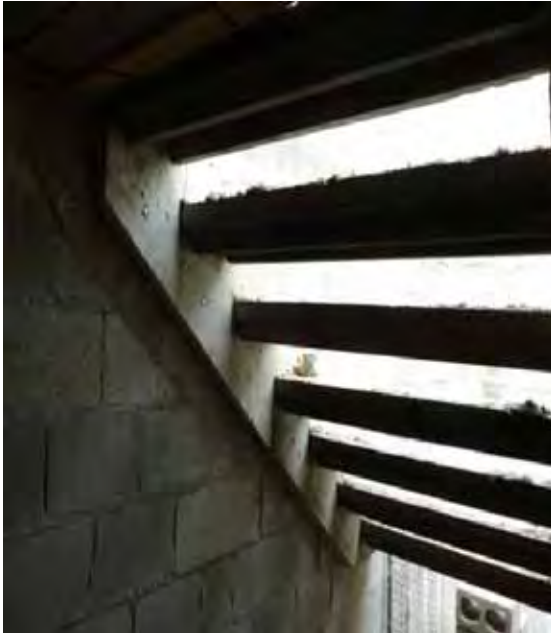
Figura 61 - Laje pré-moldada (maciça) / vigas de concreto



Fonte: Dados da pesquisa do autor

A escada é montada através de peças pré- moldadas conforme Figuras 62 e 63.

Figura 62 – Estrutura da escada



Fonte: Dados da pesquisa do autor

Figura 63 – Perfil estrutural



Fonte: Dados da pesquisa do autor

As ferramentas utilizadas pelos operários (colher de pedreiro, paleta, régua, escantilhão, nível, prumo e esquadro) auxiliam os trabalhos de forma à melhorar a qualidade.

Conforme a Figura 64 o escantilhão e a régua graduada proporcionam prumo e nivelamento de assentamento das fiadas, fazendo com que a alvenaria seja eficiente.

Figura 64 – Ferramentas (escantilhão e régua graduada)



Fonte: Dados da pesquisa do autor

Projeto da estrutura foi elaborado pelo diretor da empresa, sendo que a empresa atua em construções utilizando o sistema construtivo em alvenaria estrutural.

Mantém uma parceria com o fornecedor de blocos de concreto estrutural, considerando que o mesmo já forneceu estes componentes para muitas outras obras realizadas pela empresa.

Demonstra um bom domínio de conhecimento sobre o sistema construtivo, fazendo com que a administração ocorra de forma racional, buscando qualidade e tendo com isto bons resultados.

Promove treinamento aos operários atuantes na obra, com objetivos de melhorias nas atividades executivas, sem deixar de preocupar-se com a segurança no trabalho dos operários envolvidos na construção.

Empreendimento 2

O empreendimento contempla 16 torres de edificação, sendo térreo mais 2 pavimentos tipo com 4 apartamentos por andar e área por apartamento igual a 75 m², conforme a Figura 65.

Figura 65- Empreendimento 2 (Araçatuba - SP)



Fonte: Dados da pesquisa do autor

As fundações foram executadas utilizando o sistema em radier conforme Figura 66.

Figura 66 – Execução de radier



Fonte: Dados da pesquisa do autor

A alvenaria foi executada utilizando blocos estruturais de concreto conforme dimensões específicas da família de blocos adotada; com medidas de 14x19x29 cm, 14x19 x44 cm, meio blocos e canaletas respectivas.

As resistências dos materiais que compõe a alvenaria são especificadas conforme tabela 13.

Tabela 13 – Resistência dos elementos da alvenaria (MPa)

PAVIMENTO	Resistências Mínimas Especificadas		
	bloco fbk	graute fgk	argamassa fa
Térreo	4,00	20,00	4,00
1º ao 2º Pav. Tipo	4,00	15,00	4,00

Fonte: Dados da pesquisa do autor

Os ensaios dos materiais (blocos, argamassa, graute, armadura e concreto usinado) obedecem as prescrições das normas da ABNT em específico a NBR 15961-2 e a NBR 5738.

O respaldo da alvenaria, vergas e contra vergas são executados com a utilização de blocos canaleta, as armaduras verticais são instaladas após a limpeza dos furos dos blocos nos pontos de grauteamento considerando a meia altura.

Figura 67 – Alvenaria (respaldo)



Fonte: Dados da pesquisa do autor

Na cobertura utiliza platibanda sobre laje em balanço minimizando patologias no contato da laje de cobertura com a alvenaria, instalação de telhado em fibrocimento com dispositivos para circulação de ar. As locações da alvenaria conforme o projeto de modulação obedecem a um eixo central, prumo e esquadros.

As lajes dos pavimentos foram executadas através de peças pré-moldadas de concreto armado (espessura 3 cm) e complementação de laje maciça de espessura igual a 7 cm (concretada in-loco).

O revestimento adotado internamente é o gesso sobre blocos, sob o teto a aplicação de chapisco rolado para posterior aplicação de gesso; externamente chapisco e aplicação de embôço.

Realiza os ensaios e testes dos componentes da alvenaria (blocos, argamassa, graute e armaduras) conforme as prescrições das normas.

Este empreendimento é realizado pela empresa que executa o empreendimento 1 (levantamento anterior), sendo que a mão de obra utilizada pertence à mesma empreiteira. Todos os procedimentos técnicos e administrativos seguem aos já citados anteriormente, com os objetivos de alcançar qualidade e racionalização nas atividades construtivas.

Os operários utilizam a colher de pedreiro, a espátula, o martelo de borracha, a régua metálica, o escantilhão, o nível, o prumo e o esquadro. Mantém também procedimentos de treinamento para os operários.

O projeto da modulação da alvenaria mantém padrões de dimensões de blocos que favorecem a racionalização da execução, utilizando apenas os blocos de ajuste de modulação em vãos de portas.

6.2.4 Empreendimento na cidade de São José do Rio Preto – SP

Empreendimento 1

Empreendimento com implantação de 7 torres, sendo térreo mais 3 pavimentos tipo e contemplando 8 apartamentos por andar com área de 49,00 m², conforme Figura 69.

As fundações foram executadas utilizando tubulões à céu aberto, a alvenaria construída com blocos estruturais de concreto, nas dimensões de 14x19x39 cm, 14x19x34 cm, 14x19x19 cm, 14x19x54 cm, canaletas e compensadores. A alvenaria está sendo executada pelos operários com a utilização da colher de pedreiro, bisnaga, martelo de borracha, régua, nível, prumo e esquadro.

Figura 68 – Empreendimento 1 (São José do Rio Preto – SP)



Fonte: Dados da pesquisa do autor

As resistências dos elementos constituintes da alvenaria foram definidas conforme a Tabela 14.

Tabela 14 – Resistência dos elementos da alvenaria (MPa)

PAVIMENTO	Resistências Mínimas Especificadas		
	bloco fbk	graute fgk	argamassa fa
Térreo	4,00	25,00	4,00
1º ao 3º Pav. Tipo	4,00	20,00	4,00

Fonte: Dados da pesquisa do autor

O grauteamento foi efetuado nos locais indicados no projeto após a limpeza dos blocos através dos pontos de inspeção e montagem das armaduras à meia altura conforme Figura 69. Foi informado que o índice de grauteamento por andar é igual à 160 pontos com armadura de 10 mm, sendo que o respaldo da alvenaria é feito utilizando blocos canaleta (compensador) conforme Figura 70.

Na execução da alvenaria foi efetuada a marcação seguindo eixos centrais definidos no projeto, mantendo esquadros, prumos e níveis; procedimento também adotado é o assentamento dos blocos estratégicos que servem de referência para o assentamento dos demais blocos, conforme Figura 71.

Figura 69 – Pontos de graute Figura 70 – Canaleta (compensador)



Fonte: Dados da pesquisa do autor Fonte: Dados da pesquisa do autor

Figura 71- Blocos estratégicos



Fonte: Dados da pesquisa do autor

Os componentes da alvenaria são ensaiados segundo as normas da ABNT, sendo que os blocos de concreto seguem a NBR 15961-2 quanto a obter valores sobre a resistência à compressão, parâmetros dimensionais e absorção de água. São moldados 12 corpos de prova para rompimento de 6 corpos de prova e 6 corpos de prova para a contra prova.

Prismas, graute e argamassas são ensaiados quanto a resistência à compressão seguindo a NBR 15961-2 através da moldagem de 12 corpos de prova sendo rompido 6 corpos de prova e ficando 6 corpos de prova para eventual contra prova.

A figura 72 mostra a execução de um prisma para ser ensaiado e verificado quanto as suas características físicas.

Figura 72 – Preparação de prismas



Fonte: Dados da pesquisa do autor

Foi definido pelo engenheiro que a preparação dos prismas seriam realizados na própria obra, tendo como argumentação de que é mais prático e que teriam mais controle sobre a preparação dos mesmos; porém não foi levado em conta as condições mais favoráveis que os prismas poderiam ter sendo preparados em laboratório. Condições que contribuiriam para avaliar as reais características dos componentes utilizados, tais como, eliminação dos problemas de transporte e também por estarem em um ambiente apropriado para os ensaios.

As lajes dos pavimentos são executadas através de peças pré-moldadas (espessura de 3 cm) lançadas em suas posições e posteriormente é executada a laje maciça com espessura de 7 cm, conforme Figuras 73 e 74.

Figura 73- Laje pré-moldada



Fonte: Dados da pesquisa do autor

Figura 74 - Laje pré-moldada



Fonte: Dados da pesquisa do autor

Figura 75- Montagem das lajes



Fonte: Dados da pesquisa do autor

A escada é executada através de peças pré moldadas de concreto, conforme Figura 76.

Figura 76- Detalhes da escada



Fonte: Dados da pesquisa do autor

No contato entre a laje e a alvenaria na cobertura utiliza-se a colocação de 2 chapas de fórmica com o acabamento em moldura de gesso .

O revestimento interno sobre os blocos e tetos é executado utilizando gesso, sendo que em seguida é realizada a pintura, conforme Figura 77.

Figura 77- Aplicação de gesso



Fonte: Dados da pesquisa do autor

Empresa atuante no mercado tendo executado empreendimentos com as mesmas características, contando com fornecedores e profissionais que também atuam nesse segmento de construções em alvenaria estrutural.

Os projetos (estrutural, hidráulico, elétrico e demais complementares) são normalmente elaborados pelos mesmos projetistas, que atuam em parceria com a empresa construtora há um determinado tempo.

O projeto de modulação (alvenaria) contribui para que seja eliminada a necessidade de instalação de peças complementares (compensadores); tornando-se assim uma alvenaria mais racionalizada quanto ao processo de execução.

6.2.5 Empreendimento na cidade de Jaboticabal – SP

Empreendimento 1

O empreendimento caracteriza-se por possuir 1 torre com térreo mais 3 pavimentos tipo tendo 8 apartamentos por andar e com área de 65,00 m², conforme Figura 78.

As fundações foram executadas utilizando estacas escavadas. Na execução da alvenaria é utilizado blocos estruturais cerâmico com dimensões de 14x19x29 cm, 14x19x14 cm, 19x19x44 cm, canaletas, compensadores e bloco especial tipo “J” conforme Figura 79.

Figura 78 – Empreendimento 1 (Jaboticabal – SP)



Fonte: Dados da pesquisa do autor

Figura 79 – Detalhes dos blocos



Fonte: Dados da pesquisa do autor

As resistências dos elementos da alvenaria são definidas em projeto conforme tabela 15

Tabela 15 – Resistência dos elementos da alvenaria (MPa)

PAVIMENTO	Resistências Mínimas Especificadas		
	bloco fbk	graute fgk	argamassa fa
Térreo + 03 Pav. Tipo	6,00	20,00	5,00

Fonte: Dados da pesquisa do autor

Foi informado que os procedimentos de ensaios e testes aplicados aos componentes da alvenaria seguem os requisitos prescritos em normas da ABNT;

sendo que os blocos estruturais cerâmico são ensaiados conforme a NBR 15961-2 com o intuito de obter resistências quanto à compressão através da moldagem de corpos de prova. Também foi informado que o graute e a argamassa seguem o mesmo procedimento conforme a NBR 15961-2 quanto á moldagem e rompimento de corpos de prova.

Verificou-se que o grauteamento é precedido da limpeza dos furos dos blocos nos pontos de graute, disposição das armaduras à meia altura, armaduras nas vergas e contra vergas; nos respaldos de alvenaria utiliza-se a canaleta e o bloco especial “J”, conforme figura 80 e 81.

Figura 80- Pontos de grauteamento



Fonte: Dados da pesquisa do autor

Figura 81- Blocos canaleta



Fonte: Dados da pesquisa do autor

Observou-se que o projeto foi definido utilizando 159 pontos de grauteamento por pavimento com armadura de 10 mm.

Entre a laje de cobertura e a alvenaria é prevista a colocação de 2 chapas de alta densidade (fórmica) com as faces lisas em contato, procurando contribuir com as possíveis movimentações e eliminando prováveis patologias; inclusive instalando no telhado dispositivos para facilitar a ventilação através de janelas ou lanternim.

As lajes dos pavimentos tipo (lajes maciças) são apoiadas sobre respaldo de bloco canaleta (internamente), bloco especial “J” externamente; e a escada é executada em concreto armado conforme Figuras 82 e 83.

Figura 82 – Laje maciça (forma/escoramento)



Fonte: Dados da pesquisa do autor

Figura 83- Escada em concreto armado



Fonte: Dados da pesquisa do autor

Não utilizam ferramentas apropriadas para a execução da alvenaria, contribuindo para que as paredes não apresentem esquadros, prumos e alinhamentos satisfatórios.

É especificado em projeto que a execução do revestimento interno da alvenaria do ultimo pavimento somente seja executado após a conclusão dos serviços da cobertura.

O empreendimento em construção utilizando bloco cerâmico, tem como característica de apresentação visual não favorável à estética, mostrando paredes que apresentam desconformidades quanto a espessuras de argamassas aplicadas e alinhamentos de blocos.

A empresa construtora executa empreendimentos em várias cidades da região central do estado, inclusive utilizando blocos estruturais de concreto.

6.2.6 Empreendimentos na cidade de Blumenau – SC

Empreendimento 1

A edificação é caracterizada por ter 2 torres com 2 subsolos, 14 pavimentos tipo, 8 apartamentos por andar e com área de 66,00 m² para cada apartamento.

As fundações foram executadas através de estacas pré-moldadas em concreto, as alvenarias construídas através de blocos estruturais de concreto sendo que conforme o projeto de modulação utiliza blocos de medidas 14x19x39 cm, 14x19x19 cm, 14x19x34 cm, 14x19x54 cm, canaletas, compensadores, pastilha 4 x 14 x 19 cm, bloco especial “J” e bloco hidráulico.

Os operários utilizam as ferramentas específicas para a realização da alvenaria, fazendo uso da colher de pedreiro, paleta, martelo de borracha, régua metálica, nível, prumo e esquadro.

A empresa fornecedora de blocos de concreto e elementos pré-moldados para a obra mantém Programa de Qualidade em relação aos seus produtos buscando contribuir com melhorias para o sistema construtivo; inclusive ministrando cursos para os operários da obra. Profissionais e consultores experientes participam destes eventos levando informações aos engenheiros, mestres e empresários ligados à atividade da construção em alvenaria estrutural.

A obra é apresentada conforme Figura 84 e detalhes dos blocos conforme Figuras 85 e 86.

Figura 84 – Empreendimento 1 (Blumenau – SC)



Fonte: Dados da pesquisa do autor

Figura 85 – Blocos



Fonte: Dados da pesquisa do autor

Figura 86 – Blocos (compensadores)



Fonte: Dados da pesquisa do autor

Os elementos da alvenaria foram definidos conforme projeto e apresentam-se na Tabela 16 com as suas resistências mínimas.

Tabela 16 – Resistência dos elementos da alvenaria (MPa)

PAVIMENTO	Resistências Mínimas Especificadas		
	bloco fbk	graute fgk	argamassa fa
01 ao 03 Pav. Tipo	14,00	30,00	11,00
04 ao 07 Pav. Tipo	12,00	25,00	11,00
08 ao 09 Pav. Tipo	9,00	20,00	7,00
10 ao 12 Pav. Tipo	6,00	10,00	5,00
13 ao 14 Pav. Tipo	4,00	10,00	5,00

Fonte: Dados da pesquisa do autor

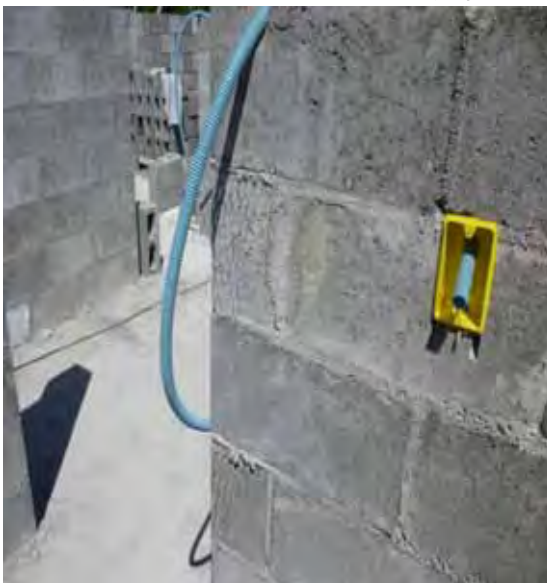
Os materiais são ensaiados segundo as normas da ABNT seguindo as prescrições contidas na NBR 15961-2 e NBR 5738. Os blocos de concreto são preparados para serem ensaiados visando obter resistências quanto à compressão, dimensional e absorção de água, em um total de 12 corpos de prova por pavimento para serem rompidos 6 corpos de prova e 6 para possível contra prova.

O graute e a argamassa são ensaiados através da amostragem de 12 corpos de prova por pavimento para ter resultados das resistências à compressão, sendo ensaiados 6 corpos de prova e 6 ficando para necessidade de contra prova. O concreto usinado é ensaiado através da coleta de 4 corpos de prova por pavimento para ser rompido à compressão.

O grauteamento é efetuado nos pontos definidos em projeto tendo como princípio a limpeza dos furos, a colocação das armaduras à meia altura e a conferência das exigências geométricas que a alvenaria requer.

No respaldo das paredes é utilizado blocos canaletas e bloco “J” nas faces externas, eliminando a necessidade de formas laterais quando da execução da laje; instalação de armaduras construtivas nas ligações entre alvenaria estrutural e alvenaria de vedação, conforme Figuras 87, 88, 89 e 90.

Figura 87 – Armadura de ligação



Fonte: Dados da pesquisa do autor

Figura 88 – Movimentação dos blocos



Fonte: Dados da pesquisa do autor

Figura 89 – Canaleta grauteada



Fonte: Dados da pesquisa do autor

Figura 90 - Assentamento de blocos



Fonte: Dados da pesquisa do autor

O empreendimento é dotado de uma estrutura compatível com o porte da construção, tendo disponível equipamentos que contribuem para a racionalização dos serviços, tais como, guas, centrais de dosagem etc. A seguir detalhes construtivos conforme Figuras 91, 92 e 93.

Figura 91– Ponto de inspeção



Fonte: Dados da pesquisa do autor

Figura 92– Armadura (meia altura)



Fonte: Dados da pesquisa do autor

Figura 93 – Ponto de inspeção



Fonte: Dados da pesquisa do autor

A estrutura da obra é constituída de estrutura de transição, laje pré-moldada (maciça= 3cm), laje maciça (7 cm) e utilização de escada pré-moldada conforme Figuras 94, 95, 96 e 97.

Figura 94– Fundações e estrutura



Fonte: Dados da pesquisa do autor

Figura 95 – Estrutura de transição



Fonte: Dados da pesquisa do autor

Figura 96– Escada (pré-moldada)



Fonte: Dados da pesquisa do autor

Figura 97– Escada (pré-moldada)



Fonte: Dados da pesquisa do autor

Observou-se que na obra a execução dos serviços de alvenaria são controlados com o objetivo de obter padrões de qualidade, levando em conta alinhamento, prumo, espessuras uniforme de cordões de argamassa. A obra é executada com a participação de empreiteiros atuando na empresa em inúmeros empreendimentos, realizando periodicamente treinamento para seus operários.

Figura 98 - Subsolo (contenção de enchentes)



Fonte: Dados da pesquisa do autor

O projeto estrutural/alvenaria foi elaborado por profissional da cidade de Blumenau – SC, contribuindo para que tenha um acompanhamento mais próximo durante a sua realização.

Empreendimento 2

Construção com 1 torre, 15 pavimentos tipo, tendo 9 apartamentos por andar com área de 72,00 m² por unidade.

As fundações foram executadas utilizando estacas metálicas (perfis), a alvenaria utilizou blocos estruturais em concreto com as medidas de 14x19x39 cm, 14x19x19 cm, 14x19x34 cm, 14x19x54 cm, canaletas, blocos compensadores, pastilha 4x14x19 cm, bloco “J” e bloco hidráulico.

O empreendimento 2 é apresentado a seguir através da Figura 99.

Figura 99 – Empreendimento 2 (Blumenau - SC)



Fonte: Dados da pesquisa do autor

Os elementos da alvenaria foram especificados com características de resistências à compressão conforme Tabela 17 sendo que os mesmos foram ensaiados conforme as normas da ABNT seguindo as prescrições da NBR 15961-2 e NBR 5738.

Tabela17 – Resistência dos elementos da alvenaria (MPa)

PAVIMENTO	Resistências Mínimas Especificadas		
	bloco fbk	graute fgk	argamassa fa
01 ao 02 Pav. Tipo	14,00	30,00	11,00
03 ao 04 Pav. Tipo	12,00	25,00	11,00
05 ao 06 Pav. Tipo	10,00	20,00	7,00
07 ao 08 Pav. Tipo	8,00	15,00	7,00
09 ao 11 Pav. Tipo	6,00	10,00	5,00
12 ao, 15 e ático	4,00	10,00	5,00

Fonte: Dados da pesquisa do autor

Os blocos de concreto foram ensaiados em uma amostragem de 12 corpos de prova por pavimento, sendo que 6 corpos foram ensaiados e 6 reservados para possível contra prova, para verificações quanto a resistência à compressão. O graute e a argamassa seguiram os mesmos procedimentos quanto ao número de corpos de prova para ensaios.

As ferramentas utilizadas pelos operários foram as mesmas utilizadas no empreendimento 1, tendo em vista que o empreendimento foi executado pela mesma empresa e mesma equipe de empreiteiros.

Figura 100– Laje de cobertura



Fonte: Dados da pesquisa do autor

Na obra estão sendo executados os serviços de acabamento de cada apartamento, tendo em vista o fato dos mesmos terem sido negociados com a condição de que os serviços seriam realizados pelos proprietários.

Basicamente referem-se à execução de revestimentos, pisos, detalhes de forro, ar condicionado e pintura. Existe inclusive um apartamento denominado “escola” com a finalidade de servir de amostra/parâmetro para os empreiteiros que irão realizar os serviços.

O objetivo da execução destes serviços no apartamento “escola” é para informar com detalhes como o projeto da obra foi executado, contribuindo para que não ocorra nenhuma desconformidade construtiva, conforme Figuras 101, 102, 103 e 104.

Figura 101 – Instalação embutida



Fonte: Dados da pesquisa do autor

Figura 102 – Instalação embutida



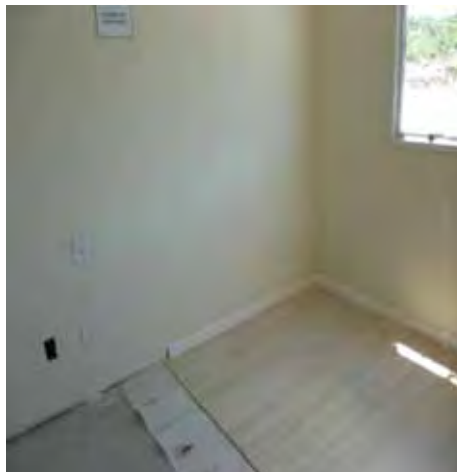
Fonte: Dados da pesquisa do autor

Figura 103- Gesso



Fonte: Dados da pesquisa do autor

Figura 104- Piso



Fonte: Dados da pesquisa do autor

Característica importante adotada na concepção do projeto é que foi criado um espaço denominado “espaço técnico”, com o objetivo de utiliza-lo para executar tubulações, inspeções e redes necessárias para o bom funcionamento do edifício.

Observa-se que na fachada executou-se um acabamento com a finalidade de esconder a ligação das lajes com as alvenarias (paredes), constituído do assentamento de blocos celulares formando molduras (faixas).

Figura 105 – Espaço técnico/moldura



Fonte: Dados da pesquisa do autor

Empreendimento 3

Construção de 1 torre com 2 subsolos mais 13 pavimentos tipo, tendo 8 apartamentos por andar com área de 63,00 m² cada unidade. As fundações foram executadas através de estacas pré-moldadas e de perfis metálicos.

Na alvenaria foram utilizados blocos estruturais de concreto com dimensões de 14x19x39 cm, 14x14x19 cm, 14x19x34 cm, 14x19x54 cm, canaletas, compensadores, pastilha e bloco hidráulico.

Figura 106 – Empreendimento 3 (Blumenau - SC)



Fonte: Dados da pesquisa do autor

Os elementos da alvenaria foram especificados quanto à suas resistências conforme Tabela 18, apresentada abaixo.

Tabela 18– Resistência dos elementos da alvenaria (MPa)

PAVIMENTO	Resistências Mínimas Especificadas		
	bloco fbk	graute fgk	argamassa fa
01 Pav. Tipo	10,00	20,00	7,00
02 ao 04 Pav. Tipo	8,00	15,00	7,00
05 ao 07 Pav. Tipo	6,00	10,00	5,00
08 ao 13 Pav. Tipo	4,00	10,00	5,00

Fonte: Dados da pesquisa do autor

Os elementos da alvenaria foram ensaiados conforme as prescrições das normas da ABNT obedecendo a NBR 15961-2 e NBR 5738. Os blocos de concreto foram ensaiados através de uma amostragem de 12 corpos de prova por pavimento, sendo que 6 corpos de prova foram ensaiados à compressão e 6 reservados para possível contra prova.

O graute e a argamassa também foram avaliados em ensaios através de amostragem por pavimento em um total de 12 corpos de provas, sendo ensaiados 6 corpos de prova e 6 para contra prova. O concreto usinado ensaiado através de 4 corpos de prova por pavimento para obter as resistências à compressão.

O grauteamento foi efetuado após ter sido realizada a limpeza dos furos dos blocos, adequação das armaduras à meia altura e a alvenaria respaldada utilizando blocos canaletas e blocos “J”. Na cobertura a laje recebeu uma impermeabilização com manta asfáltica e proteção térmica.

O projeto estrutural foi elaborado por profissional da cidade de Campinas – SP, sendo que o mesmo tem elaborado vários projetos para a empresa construtora, mantendo com isto parâmetros de qualidade em relação às normas de projeto em alvenaria estrutural.

A equipe de empreiteiros atuante na execução dos serviços tem participado de inúmeras obras da empresa, com isto apresentado características de uniformidades de execução das várias fases construtivas.

Empreendimento 4

Empreendimento constituído de 2 torres, tendo 12 pavimentos tipo e 9 apartamentos por andar com área de 52,00 m² por unidade.

As fundações foram executadas utilizando estacas Strauss, a alvenaria estrutural utilizou blocos de concreto nas dimensões de 14x19x34 cm, 14x19x39 cm, 14x19x19 cm, 14x19x54 cm, pastilhas 4x14x19 cm, canaletas, compensadores e bloco “J”. Os operários fazem uso da colher de pedreiro, espátula, martelo de borracha, régua metálica, nível, prumo e esquadro.

O empreendimento é apresentado abaixo através da Figura 107.

Figura 107 – Empreendimento 4 (Blumenau – SC)



Fonte: Dados da pesquisa do autor

A alvenaria está sendo executada levando-se em conta a marcação conforme eixos principais definidos no projeto de modulação, mantendo esquadros e prumos, inclusive utilizando as ferramentas específicas.

O canteiro de obras apresenta uma logística favorável à execução dos serviços, pois tem dimensões que comportam a estocagem dos materiais, das peças pré-moldadas e de equipamento (grua) para operar movimentações dos mesmos. Abaixo tipos de blocos utilizados na alvenaria da obra conforme Figuras 108, 109, 110 e 111.

Figura 108- Blocos



Figura 109- Blocos “J”



Fonte: Dados da pesquisa do autor Fonte: Dados da pesquisa do autor

Figura 110 – Blocos (compensadores)



Fonte: Dados da pesquisa do autor

Figura 111– Blocos



Fonte: Dados da pesquisa do autor

Os materiais apresentam as suas resistências especificadas conforme Tabela 19.

Tabela 19 – Resistência dos elementos da alvenaria (MPa)

PAVIMENTO	Resistências Mínimas Especificadas		
	bloco fbk	graute fgk	argamassa fa
01 ao 03 Pav. Tipo	12,00	25,00	10,00
04 ao 06 Pav. Tipo	9,00	18,00	5,00
07 ao 09 Pav. Tipo	6,00	15,00	5,00
10 ao 12 Pav. Tipo	4,00	15,00	3,00

Fonte: Dados da pesquisa do autor

Os ensaios realizados nos materiais constituintes da alvenaria seguem as prescrições contidas nas normas da ABNT, em específico as NBR 15961-2 e NBR 5738.

Os blocos são ensaiados através de 12 corpos de prova por pavimento, sendo rompidos 6 unidades, as demais caso seja necessário realizar a contra prova. O graute e a argamassa seguem os mesmos critérios quanto a quantidade de corpos de prova por pavimento, extraíndo 12 unidades para ensaiar 6 unidades e reservando as demais caso seja necessário realizar contra provas.

Quanto ao grauteamento o mesmo é realizado após a limpeza dos furos verticais dos blocos, da instalação da armadura vertical à meia altura e conferência das características geométricas das paredes. A alvenaria é respaldada utilizando blocos compensadores, canaletas e blocos “J”.

A seguir são apresentadas as características da modulação, do bloco no respaldo (compensador) e assentamento de blocos conforme Figuras 112 a 117.

Figura 112 – Modulação e “J”



Fonte: Dados da pesquisa do autor

Figura 113– Respaldo (compensador)



Fonte: Dados da pesquisa do autor

Figura 114 – Assentamento de blocos



Fonte: Dados da pesquisa do autor

Figura 115- Assentamento de blocos



Fonte: Dados da pesquisa do autor

Figura 116- Detalhe (verga)



Fonte: Dados da pesquisa do autor

Figura 117 – Detalhe (bloco “J”)



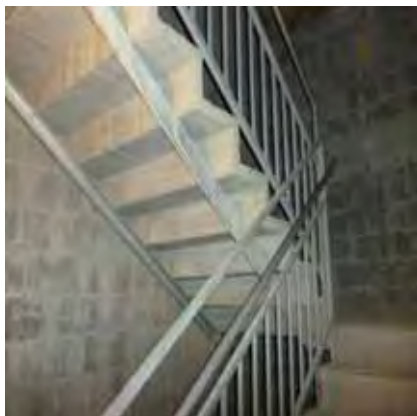
Fonte: Dados da pesquisa do autor

Foi informado pela administração da obra que o projetista estrutural definiu em projeto os seguintes índices de grauteamento por pavimento :-

- 1° pavimento = 386 pontos
- 2° pavimento = 386 pontos
- 3° pavimento = 348 pontos
- 4° pavimento = 292 pontos
- 5° pavimento = 238 pontos
- 6° pavimento = 153 pontos
- 7°, 8° e 9° pavimentos = 128 pontos.

As lajes dos pavimentos são constituídas de peças em concreto pré-moldadas, com espessura igual a 3 cm e posterior execução de laje maciça de espessura igual a 7cm; as escadas em elementos pré-moldados, conforme Figuras 118 e 119

Figura 118- Escada .



Fonte: Dados da pesquisa do autor

Figura 119- Laje pré



Fonte: Dados da pesquisa do autor

A obra apresenta-se com características favoráveis ao sistema construtivo, mantendo-se com as suas atividades de forma racional e utilizando-se dos procedimentos que contribuem para obter padrões de qualidade.

Observou-se que os empreiteiros participam dos procedimentos de treinamento durante a execução das atividades de alvenaria; fazendo uso dos equipamentos e seguindo as especificações contidas em normas.

Em relação aos procedimentos de ensaios e controle a empresa adota uma sistemática satisfatória que assegura resultados quanto as especificações e resistências adotadas em projeto. Foi informado que o fornecedor dos componentes (blocos e lajes) realiza ensaios dos blocos e lajes utilizados na obra.

A obra recebe assistência por parte de profissional (consultoria) que acompanha os procedimentos executivos, analisando e corrigindo possíveis desconformidades tanto na execução como na avaliação dos componentes utilizados na obra.

A empresa atua no segmento da construção civil, executando inúmeros empreendimentos na cidade de Blumenau – SC como no interior do estado, adotando este sistema construtivo em alvenaria estrutural.

6.3 AVALIAÇÃO DOS DADOS LEVANTADOS

A Tabela 20, a seguir, ilustra o resumo dos levantamentos nos canteiros de obras de alvenaria estrutural, dos 11 empreendimentos localizados em cidades do estado de São Paulo, Paraná e Santa Catarina.

Tabela 20 – Resumo dos dados levantados

(continua)

Itens levantados	Empreendimentos		
	São Carlos/SP		Londrina/PR
	1	2	1
Alvenaria	concreto	concreto	concreto
Nº de torres	2	1	4
Nº de pavimentos	T+12	SS+T+10	T+7
Área apto (m ²)	65,00	75,00	58,00
Canteiro de obras	bom	regular	bom
Limpeza da obra	boa	boa	boa
Tipo de fundação	estacas	estacas	estacas
Modulação	boa	boa	ruim
Assentamento	bom	bom	regular
Bloco básico	14x19x39	14x19x29	14x19x39
Blocos especiais	não	não	não
Bloco J	não	não	não
Compensadores	não	sim	sim
Elementos (pré)	não	não	não
Fbk (variação)	sim	sim	sim
Argamassa	industrial	industrial	obra
Pontos de graute	limpeza	limpeza	limpeza
Pilotis	não	sim	não
Tipo de laje	maciça	maciça	maciça
Junta (cobertura)	sim	sim	sim
Tipo de escada	maciça	maciça	pré
Chapisco interno	não	não	sim
Revestimento	gesso	gesso	gesso
Ferramentas (Alvenaria)			
- colher	sim	sim	sim
- paleta	não	não	não
- bisnaga	não	não	não
- martelo borracha	sim	sim	sim
- régua metálica	sim	não	sim
- escantilhão	não	não	não
- nível	sim	sim	sim
- prumo	sim	sim	sim
- esquadro	sim	sim	sim

Tabela 20 – Resumo dos dados levantados

(continuação)

Itens levantados	Empreendimentos			
	Araçatuba/SP		S. J. Rio Preto/SP	Jaboticabal/SP
	1	2	1	1
Alvenaria	concreto	concreto	concreto	cerâmico
Nº de torres	1	16	7	1
Nº de pavimentos	T+7	T+2	T+3	T+3
Área apto (m²)	86,00	75,00	49,00	65,00
Canteiro de obras	regular	bom	bom	ruim
Limpeza da obra	boa	boa	sim	não
Tipo de fundação	radier	radier	tubulão	estaca
Modulação	boa	boa	boa	boa
Assentamento	bom	bom	bom	ruim
Bloco básico	14x19x29	14x19x29	14x19x39	14x19x29
Blocos especiais	sim	sim	não	não
Bloco J	não	não	não	sim
Compensadores	não	não	sim	não
Elementos (pré)	não	não	lajes	não
Fbk (variação)	não	não	não	não
Argamassa	industrial	industrial	industrial	obra
Pontos de graute	limpeza	limpeza	limpeza	limpeza
Pilotis	não	não	não	não
Tipo de laje	pré/maciça	pré/maciça	pré/maciça	maciça
Junta (cobertura)	não	não	sim	sim
Tipo de escada	pré	pré	pré	maciça
Chapisco interno	não	não	não	não
Revestimento	gesso	gesso	gesso	gesso
Ferramentas (Alvenaria)				
- colher	sim	sim	sim	sim
- bisnaga	não	não	sim	não
- paleta	sim	sim	sim	não
- martelo borracha	sim	sim	não	não
- régua metálica	sim	sim	sim	não
- escantilhão	sim	sim	sim	não
- nível	sim	sim	não	sim
- prumo	sim	sim	sim	sim
- esquadro	sim	sim	sim	sim

Tabela 20 – Resumo dos dados levantados

(conclusão)

Itens levantados	Empreendimentos			
	Blumenau/SC			
	1	2	3	4
Alvenaria	concreto	concreto	concreto	concreto
Nº de torres	2	1	1	2
Nº de pavimentos	2SS+14	15	2SS+13	12
Área apto (m²)	66,00	72,00	63,00	52,00
Canteiro de obras	bom	bom	bom	ruim
Limpeza da obra	boa	boa	boa	ruim
Tipo de fundação	estaca	estaca	estaca	estaca
Modulação	boa	boa	boa	boa
Assentamento	bom	bom	bom	bom
Bloco básico	14x19x39	14x19x39	14x19x39	14x19x39
Blocos especiais	sim	sim	sim	não
Bloco J	sim	sim	sim	não
Compensadores	sim	sim	sim	sim
Elementos (pré)	lajes	lajes	lajes	lajes
Fbk (variação)	sim	sim	sim	sim
Argamassa	industrial	industrial	industrial	industrial
Pontos de graute	limpeza	limpeza	limpeza	limpeza
Pilotis	transição	não	transição	transição
Tipo de laje	pré/maciça	pré/maciça	pré/maciça	pré/maciça
Junta (cobertura)	sim	sim	sim	sim
Tipo de escada	pré	pré	pré	pré
Chapisco interno	não	não	não	não
Revestimento	emboço	emboço	emboço	gesso
Ferramentas (Alvenaria)				
- colher	sim	sim	sim	sim
- bisnaga	não	não	não	não
- paleta	sim	sim	sim	sim
- martelo borracha	sim	sim	sim	sim
- régua metálica	sim	sim	sim	não
- escantilhão	não	não	não	não
- nível	sim	sim	sim	sim
- prumo	sim	sim	sim	sim
- esquadro	sim	sim	sim	sim

Fonte: Dados da pesquisa do autor

6.4 DIAGNÓSTICOS DOS LEVANTAMENTOS

Foram observados os procedimentos executivos nos canteiros de obras e constatado que alguns empreendimentos não seguem à risca o que é definido em normas.

O empreendimento 1 na cidade de Jaboticabal-SP é o que apresenta maior número de desconformidades em relação ao processo construtivo, onde destacamos:-

- Canteiro de obra não é organizado quanto a disposição dos blocos (blocos depositados em contato com o solo, padrões de blocos misturados e sem controle de recebimento) e transporte dos blocos utilizando equipamentos não apropriados;
- Assentamento dos blocos não apresentam regularidades quanto à espessura da argamassa, prumo e nivelamento das paredes;
- Operários não utilizando ferramentas apropriadas;
- Não visualizamos corpos de prova (prismas e blocos) preparados para ensaios, nem relatórios comprovando resultados dos ensaios.

Conforme foi observado, não podemos afirmar qual é o controle utilizado no empreendimento quanto aos componentes da alvenaria.

No empreendimento 1 de São José do Rio Preto-SP, destacamos o seguinte procedimento:-

- Mesmo tendo visualizado o preparo de prismas, não foi apresentado relatórios com indicação de resultados de ensaios. Sendo um empreendimento com torres constituídas de térreo mais 3 pavimentos e resistência do bloco igual a 4,0 MPa, não é possível definir qual é o tipo de controle utilizado.

Quanto aos demais empreendimentos, observamos que os controles e procedimentos executivos buscam atender aos indicados em normas, inclusive tendo um maior acompanhamento na execução dos serviços por parte da

fiscalização da obra em face à qualidade das alvenarias e utilização das ferramentas apropriadas.

Executados por empresas de maior porte, empreendimentos com maior número de torres e maior número de pavimentos, fazendo com que exista um controle mais eficiente; ensaiando os componentes com mais frequência e amostragem.

Observamos também que em todos os empreendimentos existem necessidades de melhorias nas atividades executivas, contribuindo assim para o sistema construtivo em alvenaria estrutural.

7 CONCLUSÃO

No presente capítulo são apresentadas as principais conclusões desta dissertação, considerando os levantamentos realizados em fábricas de blocos estruturais (cerâmico e concreto) e nos canteiros de obras; assim como sugestões para futuros estudos.

7.1 FÁBRICAS DE BLOCOS

Um dos objetivos desta pesquisa foi observar junto às fábricas de blocos visitadas como é adotado o processo de fabricação; desde a seleção dos materiais, dosagem (agregados, aglomerante e aditivo), mistura, prensagem, cura e paletização para posterior entrega.

As fábricas analisadas que produzem blocos estruturais de concreto em sua maioria são filiadas à ABCP (Associação Brasileira de Cimento Portland), fazendo com que tenham informações e procedimentos mais racionais nas suas atividades de fabricação; inclusive obtendo certificações de blocos.

Também mantém programas de Qualidade implantados por empresas de consultoria e certificadas por organismos acreditados pelo Inmetro, realizam ensaios dos blocos e elementos pré-moldados através de laboratórios (próprios ou terceirizados) com a finalidade de obter características físicas e mecânicas e com isto proporcionar qualidade dos produtos.

Desenvolvem parcerias com as construtoras com o intuito de melhorar o processo de fabricação, atendendo as especificações exigidas; tendo em vista que as construtoras necessitam satisfazer requisitos determinados pelos órgãos financiadores dos programas habitacionais executados pelas mesmas.

7.2 CANTEIROS DE OBRAS

A pesquisa foi elaborada tendo em vista os levantamentos executados nos canteiros de obras em cidades do estado de São Paulo, Paraná e Santa Catarina; observando e comparando os procedimentos executivos com os especificados nas normas da ABNT.

Conforme a Tabela 20, a pesquisa buscou obter informações sobre os empreendimentos, levando-se em conta as características do projeto quanto à área construída, número de torres e pavimentos. Observando também que nas obras predomina a utilização do componente bloco de concreto, avaliando a família de blocos e suas peças complementares.

Nos empreendimentos levantados, conforme a Tabela 20, o bloco básico utilizado é o 14x19x39 cm e o 14x19x29 cm, sendo que o bloco J divide a sua utilização com o acabamento em fôrma de madeira (compensado).

Outro dado representado na Tabela 20 é que nos empreendimentos a atividade do grauteamento é vista com grande relevância, fazendo com que os pontos de grauteamento sejam inspecionados e limpos para que o graute preencha totalmente os vazios dos blocos.

Em relação às lajes dos pavimentos das obras predominam as lajes maciças e lajes maciças pré-moldadas, sendo que a maioria das escadas são pré-fabricadas por peças isoladas ou montadas através de lances definidos em projeto.

Construções em sua maioria projetadas tendo o primeiro pavimento apoiado diretamente nas fundações, sendo que a concepção estrutural utilizando pilotis é menos incidente, algumas obras utilizam uma estrutura de transição para atender aspectos de projeto quanto à criação de subsolos.

Característica importante é a de que os projetistas e consultores (execução) normalmente estão ligados às Universidades ou a organismos que promovem

pesquisas sobre o sistema construtivo em alvenaria estrutural, elaborando estudos e ensaios a respeito dos elementos da alvenaria.

Nos empreendimentos são utilizados chapas de fórmica (alta densidade), manta asfáltica, placa de PVC e placa de EPS com lona plástica na interface alvenaria e laje de cobertura, com a finalidade de diminuir as patologias devido às deformações causadas pela movimentação estrutural e variações de temperatura.

Quanto aos revestimentos executados nas obras, predomina o revestimento com gesso, também utilizam materiais que contribuem para a racionalização do serviço e minimização de seus custos.

As empresas responsáveis pelas construções dos empreendimentos pesquisados procuram contratar para os canteiros de obras somente profissionais com experiência neste sistema construtivo. Engenheiros, técnicos, mestres de obras, encarregados e almoxarifes que já participaram de outros empreendimentos com as mesmas características técnicas em alvenaria estrutural.

Os empreendimentos que foram pesquisados nas cidades dos estados de São Paulo, Paraná e Santa Catarina não apresentam grandes diferenças quanto aos procedimentos executivos e controles realizados; não sendo determinantes pelo fato de estarem situados em regiões diferentes.

Vale ressaltar que por parte das construtoras, das fábricas, das entidades associativas deste segmento e dos órgãos que estudam e normatizam o sistema, existe uma mobilização para que haja conhecimentos e procedimentos adequados para a realização das obras em alvenaria estrutural.

7.3 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

A partir do desenvolvimento da pesquisa, faz-se algumas sugestões para trabalhos futuros.

- Em relação às fabricas de blocos, pesquisar quais são as medidas implementadas em caráter permanente para que possam obter as qualidades dos blocos especificadas em normas (resistências, características dos agregados e cura dos blocos).
- Desenvolvimento de estudos com o objetivo de analisar possíveis patologias relacionadas com o tipo de controle realizado.
- Elaborar estudos propondo medidas ou ações à serem providenciadas quando for identificadas não conformidades decorrentes dos procedimentos executivos realizados.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA CONSTRUÇÃO INDUSTRIALIZADA – ABCI. **Manual técnico de alvenaria**. São Paulo: Pro Editores, 1990. 280 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR 5738**: Concreto – Procedimento para moldagem e cura de corpos-de-prova. Rio de Janeiro, 2003. 6 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR 5739**: Concreto – Ensaio de compressão de corpos-de-prova cilíndricos. Rio de Janeiro, 2007. 9 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR 6136**: Bloco vazado de concreto simples para alvenaria estrutural. Rio de Janeiro, 1994. 9 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR 7480**: Barras e fios de aço destinados a armaduras para concreto armado. Rio de Janeiro, 1996. 13 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR 8949**: Paredes de alvenaria estrutural – Ensaio à compressão simples – Método de ensaio. Rio de Janeiro, 1985. 7 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR 12118**: Blocos vazados de concreto simples para alvenaria- Métodos de ensaio. Rio de Janeiro, 2010. 14 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR 12655**: Concreto – Preparo, controle e recebimento. Rio de Janeiro, 1996. 18 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR 13276**: Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos – Preparo da mistura e determinação do índice de consistência. Rio de Janeiro, 2005. 3 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR 13277**: Argamassa para assentamento de paredes e revestimento de paredes e tetos – Determinação da retenção de água. Rio de Janeiro, 2005. 3 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR 13279**: Argamassa para assentamento de paredes e revestimento de paredes e tetos – Determinação da resistência à compressão. Rio de Janeiro, 2005. 9 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR 13280**: Argamassa para assentamento de paredes e revestimento de paredes e tetos – Determinação da densidade de massa aparente no estado endurecido. Rio de Janeiro, 2005. 2 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR 15270-2:** Componentes cerâmicos – Parte 2: Blocos cerâmicos para alvenaria estrutural – Terminologia e requisitos. Rio de Janeiro, 2005. 11 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR 15270-3:** Componentes cerâmicos _ Parte 3: Blocos cerâmicos para alvenaria estrutural e de vedação _ Métodos de ensaio. Rio de Janeiro, 2005. 27 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR 15812-2:** Alvenaria estrutural – Blocos cerâmicos – Parte 2: Execução e controle de obras. Rio de Janeiro, 2010. 28 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR 15873:** Coordenação modular para edificações. Rio de Janeiro, 2010. 9 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR 15961-1:** Alvenaria estrutural – Blocos de concreto – Parte 1: Projeto. Rio de Janeiro, 2011. 42 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR 15961-2:** Alvenaria estrutural – Blocos de concreto – Parte 2: Execução e controle de obras. Rio de Janeiro, 2011. 35 p.

BLOCO BRASIL – Associação Brasileira da Indústria de Bloco de Concreto. **Fabricantes de blocos brasileiros têm capacidade para atender ao aumento da demanda.** Jaguaré, 15 abr. 2011. Disponível em: <http://www.blocobrasil.net/noticia_ampliada.php?id_noticia=412>. Acesso em: 20 abr. 2012.

CAMACHO, J. S. **Contribuição ao estudo de modelos físicos reduzidos de alvenaria estrutural cerâmica.** 1995. 157 f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1995.

CAMACHO, J. S. **Projeto de edifícios de alvenaria estrutural.** Ilha Solteira: Unesp/NEPAE, 2006. 48 p. Disponível em: <<http://www.nepae.feis.unesp.br/Apostilas/Projeto%20de%20edificios%20de%20alvenaria%20estrutural.pdf>>. Acesso em: 20 abr. 2012.

CAVALHEIRO, O. P. **Cálculo em alvenaria estrutural com blocos cerâmicos.** Santa Maria: UFSM, 2006. Não paginada.

COELHO, R. A. Patologia e recuperação de edifícios de alvenaria. In: WORKSHOP INTERNACIONAL DE ALVENARIA, 1., 2008, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: PROPEES, 2008.

DUARTE, R. B. **Recomendações para o projeto e execução de edifícios de alvenaria estrutural.** Porto Alegre: Associação Nacional da Indústria Cerâmica, 1999. 78 p.

EQUIPAOBRA. **Produtos**. São Paulo, 2012. Disponível em: <<http://equipaobra.com.br/plus/modulos/catalogo/>>. Acesso em: 20 abr. 2012.

FERREIRA, E. A. M.; DORNELLES, V. P.; ALY, V. L. C.; SABBATINI, F. H. Metodologia de controle da qualidade de execução para sistemas construtivos em alvenaria estrutural não armada. In: INTERNATIONAL SEMINAR ON STRUCTURAL MASONRY FOR DEVELOPING COUNTRIES, 5., 1994, Florianópolis. **Proceedings...** Florianópolis: UFSC; University of Edinburgh; ANTAC, 1994. v. 1, p. 529-538.

FRANCO, L. S. **Aplicação de diretrizes de racionalização construtiva para a evolução tecnológica dos processos construtivos em alvenaria estrutural não armada**. 1992. 319 f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1992.

HIRSCHFELD, H. **A construção civil e a qualidade**. Editora Atlas, 1996. 144 p.

HOLANDA JÚNIOR, O. G. **Influência de recalques em edifícios de alvenaria estrutural**. 2002. 196 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Estruturas) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2002.

LICHTENSTEIN, N. B. **Patologia das construções**: procedimentos para formulação do diagnóstico de falhas e definição de conduta adequada a recuperação de edificações. 1985. 191 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1985.

OHASHI, E. A. M.; FRANCO, L. S. **Fluxo de informação no processo de projeto em alvenaria estrutural**. São Paulo: EPUSP, 2001. 27 p. (Boletim Técnico).

PARSEKIAN, G. A.; FURLAN JUNIOR, S. Compatibilização de projetos de alvenaria estrutural. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GESTÃO E ECONOMIA DA CONSTRUÇÃO, 3., 2003, São Paulo. **Anais...** São Paulo: FAPESP, 2003. 10 p.

PARSEKIAN, G. A. **Alvenaria estrutural**. São Carlos: UFSCAR- DECIV. 2009. Não paginada. (Apostila).

PARSEKIAN, G. A.; SOARES, M. M. **Alvenaria estrutural em blocos cerâmicos: projeto, execução e controle**. São Paulo: O Nome da Rosa, 2010. 240 p.

PAULUZZI BLOCOS CERÂMICOS. **Alvenaria estrutural**. Sapucaia do Sul, 2012. Disponível em: <<http://www.pauluzzi.com.br/alvenaria.php>>. Acesso em: 21 jun. 2012.

PENTEADO, A. F. **Gestão da produção do sistema construtivo em alvenaria estrutural**. 2003. 190 f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2003.

PRUDÊNCIO JÚNIOR, L. R.; OLIVEIRA, A. L.; BEDIN, C. A. **Alvenaria estrutural de blocos de concreto**. Florianópolis: ABCP, 2002.

RAMALHO, M. A.; CORREA, M. R. S. **Projeto de edifícios de alvenaria estrutural**. São Paulo, Pini, 2003. 174 p.

SABBATINI, F. H. **Alvenaria estrutural: materiais, execução da estrutura e controle tecnológico**. Brasília-DF: Caixa Econômica Federal, 2003. Disponível em: <<http://www.ebah.com.br/content/ABAAAAA3pUAE/alvenaria-estrutural-materiais-execução-estrutura-controle-tecnologico>>. Acesso em: 15 dez. 2012 .

SANTOS, L. A. **Diretrizes para elaboração de planos de qualidade em empreendimentos da construção civil**. 2003. 317 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.

SCANMETAL. **Catálogo**. Canindé, 2011. Disponível em: <<http://www.scanmetal.com.br/Catalogo.pdf>>. Acesso em: 20 abr. 2012.

SOLÓRZANO, M. G. P. **Características e desempenho de juntas de argamassa na alvenaria estrutural de blocos de concreto**. 1994. 203 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1994.

TAUIL, C. A.; RACCA, C. L. **Alvenaria armada**. 3. ed. São Paulo: Projeto Editores, 1981. 125 p.

TAUIL, C. A. Soluções construtivas com pré-fabricados de concreto. **Revista Prisma**, São Paulo, n. 38, p. 12, 2011.

TAUIL, C. A. **Alvenaria estrutural: vantagens para o construtor e à sociedade**. [S.l.], 2012. Disponível em: <<http://www.portalvgv.com.br>>. Acesso em: 27 jun. 2012.

VITALÓ, R. R. **Estudo da metodologia do projeto de edifícios em alvenaria estrutural não armada**. 1998. 175 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1998.