

UNIEVANGÉLICA
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

SULLIVAN CARVALHO FERREIRA
VINÍCIUS ARAÚJO GOMES

**ALVENARIA ESTRUTURAL EM BLOCOS DE CONCRETO:
ELEMENTOS CONSTITUINTES E MÉTODO
CONSTRUTIVO**

ANÁPOLIS / GO

2015

SULLIVAN CARVALHO FERREIRA

VINÍCIUS ARAÚJO GOMES

**ALVENARIA ESTRUTURAL EM BLOCOS DE CONCRETO:
ELEMENTOS CONSTITUINTES E MÉTODO
CONSTRUTIVO**

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO SUBMETIDO AO CURSO
DE ENGENHARIA CIVIL DA UNIEVANGÉLICA**

ORIENTADORA: ISA LORENA SILVA BARBOSA

ANÁPOLIS / GO - 2015

FICHA CATALOGRÁFICA

FERREIRA, SULLIVAN CARVALHO; GOMES, VINÍCIUS ARAÚJO.

Alvenaria Estrutural em Blocos de Concreto: Elementos Constituintes e Método Construtivo[Goiás] 2015

61P, 297 mm (ENC/UNI, Bacharel, Engenharia Civil, 2015).

TCC - UniEvangélica

Curso de Engenharia Civil.

- | | |
|-------------------------|----------------------------|
| 1. Alvenaria Estrutural | 2. Elementos Constituintes |
| 3. Blocos de Concreto | 4. Método Construtivo |
| I. ENC/UNI | II. Título (Série) |

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

FERREIRA, S. C.; GOMES, V. A. Alvenaria Estrutural em Blocos de Concreto: Elementos Constituintes e Método Construtivo, Curso de Engenharia Civil, UniEvangélica, Anápolis, GO, 61p. 2015.

CESSÃO DE DIREITOS

NOME DO AUTOR: Sullivan Carvalho Ferreira; Vinícius Araújo Gomes

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO: Alvenaria Estrutural em Blocos de Concreto: Elementos Constituintes e Método Construtivo

GRAU: Bacharel em Engenharia Civil ANO: 2015

É concedida à UniEvangélica a permissão para reproduzir cópias deste TCC e para emprestar ou vender tais cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva outros direitos de publicação e nenhuma parte deste TCC pode ser reproduzida sem a autorização por escrito do autor.

Sullivan Carvalho Ferreira
E-mail: sullivancferreira@hotmail.com

Vinícius Araújo Gomes
E-mail: vinicius.agomes@hotmail.com

**SULLIVAN CARVALHO FERREIRA
VINÍCIUS ARAÚJO GOMES**

**ALVENARIA ESTRUTURAL EM BLOCOS DE CONCRETO:
ELEMENTOS CONSTITUINTES E MÉTODO
CONSTRUTIVO**

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO SUBMETIDO AO CURSO DE
ENGENHARIA CIVIL DA UNIEVANGÉLICA COMO PARTE DOS REQUISITOS
NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE BACHAREL**

APROVADO POR:

**ISA LORENA SILVA BARBOSA, Professora Mestra (UniEvangélica)
(ORIENTADORA)**

**NOME DO MEMBRO DA BANCA, titulação (UniEvangélica)
(EXAMINADOR INTERNO)**

**NOME DO MEMBRO DA BANCA, titulação (UniEvangélica)
(EXAMINADOR INTERNO)**

DATA: ANÁPOLIS/GO, 06 de NOVEMBRO de 2015

DEDICATÓRIA

Sullivan

Dedico à minha família que é minha base,
Aos meus companheiros durante a faculdade
e a todos que me ensinaram um pouquinho
de tudo que sabem...

Vinícius

Dedico este trabalho primeiramente a Deus,
pela força e coragem durante toda esta longa
caminhada. Aos meus pais e me deram total
apoio em tudo que eu precisasse. E não
poderia deixar de dedicar também a minha
professora orientadora e a todos os
professores que foram muito importantes na
minha vida acadêmica.

AGRADECIMENTOS – SULLIVAN

Agradeço primeiramente a Deus por me conceder a vida de finalizar esse curso que tanto almejei, depois aos meus pais que sem eles não teria conseguido ir tão longe, a minha irmã que me deu um exemplo de determinação na escolha do ensino superior, a minha namorada que desde o início da faculdade não largou a minha mão em nenhum momento sempre me incentivando, aos meus amigos do “chaci de grilo” que são “pau pra toda obra” porque foi com eles que fiz meus trabalhos, fui pras festas, academia, viagens, estágios e tcc.

Agradeço também aquela que me ensinou a prática, a ética e até das teorias, a engenheira da obra que acompanhei durante todos meus estágios obrigatórios da faculdade Kíria Nery. Se não fosse com ela, não teria aprendido tanto. Aos pedreiros, carpinteiros, armadores, serventes, almoxarifes, mestre de obras e encarregado, cada um me ensinou um pouco da prática do dia a dia do engenheiro civil e fiz grandes amizades.

E não poderia deixar de agradecer a Professora Mestre Isa Lorena Barbosa que nos ajudou ao longo desse TCC, nos dedicando seu tempo e seus conhecimentos.

AGRADECIMENTOS – VINÍCIUS

Primeiramente a Deus que é o nosso mestre e nos dá o dom da vida, pois sem ele nada disso teria acontecido. Agradecer meus pais que é o meu porto seguro, me deu total apoio em todos os momentos e foi o que mais me motivou a realizar esse sonho.

Também agradeço a minha irmã que sempre me incentivou e que de certa forma caminhamos juntos sempre um ajudando ao outro. Agradecer a minha namorada que sempre esteve ao meu lado e pelos momentos de compreensão.

Agradecer aos meus velhos amigos e amigos que fiz durante o curso por todo apoio e companheirismo e admitir que ninguém se faz e é feliz sozinho. Aos meus amigos de trabalho e em especial a Eng^a Kiria Nery pelos ensinamentos e confiança concedida que me fizeram crescer bastante como pessoa e profissional.

E o meu muito obrigado à universidade, corpo docente, direção e administração que oportunizaram essa nova etapa e também fizeram ao máximo para que esse dia chegasse, em especial a nossa orientadora Prof^a Ms. Isa Lorena Silva Barbosa pela sua dedicação na elaboração deste trabalho.

RESUMO

O presente trabalho tem como objetivo apresentar o método construtivo da alvenaria estrutural em blocos de concreto e os elementos constituintes. Com o propósito de compreender melhor o sistema construtivo, também foi realizado um estudo de caso decorrente do estágio em uma obra de um condomínio residencial. Basicamente o estudo é destaca o método utilizado e suas principais vantagens e desvantagens encontradas durante o acompanhamento da obra. Visando também mostrar os componentes da alvenaria estrutural e descrever a importância do planejamento do método construtivo em todas as etapas do sistema. De modo em que fosse possível mostrar as pesquisas e conhecimento técnico adquiridos na área de maneira clara e objetiva, o trabalho foi dividido em partes mostrando os principais materiais e o método mais utilizado na elevação de edificações em alvenaria estrutural, destacando assim o sistema que tem se tornado referência na construção civil pelo baixo custo e agilidade na execução da obra.

Palavras-Chave: Alvenaria Estrutural, Bloco de concreto, Método construtivo, Elementos Constituintes.

ABSTRACT

The present work has as objective show constructive method of structural wall in concrete blocks and the constituent elements. Along with the proposal of better comprehend the constructive system, was also realized a study of a following residential condo site internship. The case study proposal is to highlight the used method and its main advantages and disadvantages found during the accompaniment of the construction site. Aiming also to show the components of structural wall and describe the importance of planning the constructive method in all the system stages. In a way that was able to present researches and technical knowledge acquired in the field of study in a clean point of view and objective, the work was divided in parts that show the constructive method, constituent elements and system case study which has become reference in civil site works due to low cost and agility in site execution.

Palavras-Chave: Structural all, Concrete block, Constructive method, Constituent elements.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Edifício Monadnock	19
Figura 2 - Exemplo de modulação.....	22
Figura 3 - Detalhe típico de canto de parede	23
Figura 4 - Coordenação modular vertical	24
Figura 5 - Coordenação modular vertical piso a teto.....	25
Figura 6 - Detalhe da verga com bloco canaleta	26
Figura 7 - Detalhe da verga e contra-verga com bloco canaleta	27
Figura 8 - Detalhe da armação da contra-verga.....	27
Figura 9 - Cinta de amarração	28
Figura 10 - Amarração em T	31
Figura 11 - Detalhe das armaduras que reforçam a contra verga e cinta de amarração	31
Figura 12 - Detalhe das armaduras horizontais e verticais	32
Figura 13 – Detalhe das caixas elétricas posicionadas nos blocos	32
Figura 14 – Janelas de inspeção localizados no projeto	33
Figura 15 – Janelas de inspeção	33
Figura 16 – Grauteamento das paredes de alvenaria estrutural	35
Figura 17 – Detalhamento do escoramento	36
Figura 18 – Escoramento da Laje após o respaldo da alvenaria.....	36
Figura 19 – Armadura positiva, negativa e Instalação Predial Elétrica e Hidráulica.....	37
Figura 20 – Concretagem da laje após a conclusão da alvenaria estrutural	38
Figura 21 – Passo a passo do ensaio de abatimento de tronco de cone ou Slump-test.....	39
Figura 22 – Observação sobre a Estrutura/Paredes	40
Figura 23 – Descrição do Sistema da Estrutura.....	40
Figura 24 – Arranque pronto para receber a parede de alvenaria estrutural.....	43
Figura 25 - Argamassa de assentamento	44
Figura 26 – Família de blocos mais utilizados na alvenaria estrutural.....	47
Figura 27 – Escantilhão	48
Figura 28 – Gabarito de Janela	49

Figura 29 – Gabarito de Porta.....	49
Figura 30 - Layout do canteiro de obras.....	50
Figura 31 – Definição do layout do canteiro de obras.....	51
Figura 32 – Localização da obra realizada o estudo de caso.....	52
Figura 33 – Perspectiva da fachada do condomínio.....	53
Figura 34 – Execução da alvenaria estrutural.....	54
Figura 35 – Central de Forma.....	55
Figura 36 – Montagem de forma.....	55
Figura 37 – Instalação hidráulica e elétrica.....	56
Figura 38 – Revestimento de gesso corrido.....	57

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Proporções da NBR 8798 (1985) para dosagem de grautes.	43
Tabela 2 – Traço prático de argamassa para alvenaria estrutural.....	45
Tabela 3 – Dimensões reais dos blocos vazados de concreto.....	46

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

NBR – Norma Brasileira

PES – Procedimento de Execução de Serviço

ABCP – Associação Brasileira de Cimento Portland

ISO – International Organization for Standardization

PBQP-H - Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade do Habitat

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	15
1.1 JUSTIFICATIVA	16
1.2 OBJETIVOS	16
1.2.1 Objetivo Geral	16
1.2.2 Objetivo Específico	16
1.3 ESTRUTURA DO TRABALHO	17
2 ALVENARIA ESTRUTURAL	18
2.1 BREVE HISTÓRICO	18
2.2 DEFINIÇÕES BÁSICAS	18
2.2.1 Materiais	18
2.2.2 Componentes	18
2.2.3 Elementos	19
2.3 CLASSIFICAÇÃO	19
2.3.1 Alvenaria Estrutural Armada	20
2.3.2 Alvenaria Estrutural não Armada	20
2.3.3 Alvenaria Estrutural Parcialmente Armada	20
2.3.4 Alvenaria Estrutural Protendida	20
2.4 CONCEITOS BÁSICOS	20
2.4.1 Escolha da Modulação Adequada	21
2.4.2 Coordenação Modular Horizontal	22
2.4.3 Coordenação Modular Vertical	22
2.4.4 Coordenação Modular Vertical de Piso a Teto	23
2.5 ELEMENTOS DE REFORÇO	24
2.5.1 Vergas	25
2.5.2 Contra-vergas	25
2.5.3 Cintas de Amarração	26
2.6 PROCEDIMENTOS DE EXECUÇÃO DA ALVENARIA ESTRUTURAL EM BLOCOS DE CONCRETO	27
2.6.1 Documentos de Referência	27
2.6.2 Método Executivo	28
2.6.2.1 Condições para Início de Serviço	28

2.6.2.2 Execução da Marcação da Alvenaria.....	28
2.6.2.3 Execução da Elevação da Alvenaria.....	29
2.6.2.4 Grauteamento.....	33
2.6.2.5 Forma, Armação e Instalação Predial.....	34
2.6.2.6 Concretagem da laje	37
2.6.3 Disposições Construtivas	38
2.6.3.1 Abertura e canalizações embutidas	38
2.7 VANTAGENS	40
2.8 DESVANTAGENS	40
3 ELEMENTOS CONSTITUINTES.....	41
3.1 GRAUTE.....	41
3.2 ARMADURAS.....	42
3.3 ARGAMASSA	43
3.4 BLOCOS VAZADOS DE CONCRETO	44
3.5 ESCANTILHÃO	46
3.6 GABARITOS METÁLICOS	47
3.7 LOGÍSTICA	49
4 ESTUDO DE CASO	51
4.1 INTRODUÇÃO.....	51
4.2 MÉTODO CONSTRUTIVO.....	53
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	58
REFERÊNCIAS	60

1 INTRODUÇÃO

A alvenaria como estrutura de uma edificação teve origem na Pré-História. É um dos processos construtivos mais antigos da humanidade. Hoje esse tipo de construção é o que há de mais moderno no mercado devido a viabilidade de construir edificações de mais de um pavimento. No entanto, o conceito de Alvenaria Estrutural vai além disso. Ela exige para a confecção das paredes o emprego de blocos, com as dimensões corretas e resistências de acordo com o projeto. (CAVALHEIRO, 2006)

Atualmente o crescimento da construção civil tem dado às construtoras motivação a investirem em inovações tecnológicas, e com isso, resultam na implantação de diferentes métodos construtivos. E a alvenaria estrutural tem ganhado seu espaço nesta área, tendo em vista sua facilidade de mão de obra, pelo baixo desperdício de material, pela velocidade de execução, dentre outras vantagens que esse tipo de alvenaria oferece.

A alvenaria estrutural de blocos de concreto trás consigo uma maior racionalização, uma vez que existe a possibilidade de compatibilização dos demais subsistemas como instalações hidro-sanitárias (em alguns casos), instalações elétricas, estrutural e vedações (SIQUEIRA FREIRE, 2007).

Segundo a ABNT NBR 10837 (1989), define-se alvenaria estrutural armada de blocos de concreto vazado como sendo "Aquela construídas com blocos vazados de concreto, assentado com argamassa na qual, certas cavidades são preenchidas com graute, contendo armaduras envolvidas o suficiente para absorver os esforços calculados, além daquelas armaduras com finalidade construtiva ou de amarração".

Em muitos casos, esse método construtivo se mostra mais eficiente, rápido, limpo e economicamente favorável se comparado às construções de estrutura convencional de concreto armado. Esses benefícios vêm ajudando a alvenaria estrutural a ganhar força no mercado tendo em vista que existem mais pontos positivos do que negativos (Jornal de Londrina, 2014).

Como todo processo construtivo tem seus pontos fracos, na alvenaria estrutural não seria diferente, pois suas limitações quanto ao projeto arquitetônico se torna o ponto mais desvantajoso quando a aberturas dos vãos não podem estar muito próximas entre si. Tal dependência exige que a elaboração do projeto de arquitetura seja a mais compatível possível com o projeto estrutural,

atendendo a limitação prevista pelo método executivo (OLIVEIRA, L. R. G. J., 2009).

O presente trabalho apresenta um estudo de caso realizado na Construtora Emisa, a mesma foi responsável pela incorporação e construção de um condomínio residencial composto por 3 torres de 15 pavimentos, sendo 6 unidades de 60m² por pavimento, totalizando 270 apartamentos.

Com a finalidade de compreender melhor o processo construtivo com blocos de concreto foram realizados os estágios supervisionados da fundação ao acabamento. Durante todo o tempo de estágio, procuramos acompanhar o processo construtivo em todas as etapas, a fim de avaliar as etapas programadas do planejamento da construção em relação à execução.

1.1 JUSTIFICATIVA

O interesse por esse estudo surgiu por meio do acompanhamento da obra de alvenaria estrutural e pelas diversas vantagens que esse método construtivo oferece, além de reduzir custos, resíduos gerados na obra e maior agilidade na construção. O aumento elevado do mercado imobiliário tem levado as empresas a buscar sistemas construtivos que unem economia e qualidade e isso em um prazo relativamente curto (HEIJI DELCI, 2009).

O interesse em alvenaria estrutural vem sendo crescente, o que exige uma habilitação dos profissionais, tanto na área de projetos, como de execução. Conseqüentemente também exige um maior controle tecnológico dos materiais utilizados nas edificações.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo Geral

O presente trabalho tem como objetivo, apresentar o método construtivo da alvenaria estrutural e mostrar também seus elementos constituintes, tecnologias aplicadas e os materiais que o compõem, além de verificar a viabilidade dos projetos desse sistema construtivo.

1.2.2 Objetivo Específico

Os objetivos específicos à pesquisa visam diagnosticar pontos positivos e negativos, apresentar definições básicas, classificação e conceitos básicos ligados à alvenaria estrutural. Já

nos elementos constituintes, tende a mostrar a importância e a funcionalidade dos materiais que compõem esse método construtivo.

Tem por finalidade também mostrar passo a passo o método usado na obra acompanhada, que foi construída pelo método da alvenaria estrutural em blocos de concreto, situada no Jardim Europa na cidade de Anápolis, Goiás.

Portanto, o propósito é levar o conhecimento adquirido ao longo da pesquisa a todos que tenham interesse de saber um pouco mais sobre esse método executivo da alvenaria estrutural em blocos de concreto.

1.3 ESTRUTURA DO TRABALHO

Este trabalho é composto pelos seguintes capítulos:

- a) capítulo 1: É feita a introdução, objetivos e justificativa do trabalho;
- b) capítulo 2: São apresentados definições básicas, conceitos básicos, elementos de reforço, método construtivo e algumas vantagens e desvantagens.
- c) capítulo 3: Tem como finalidade mostrar os elementos constituintes e falar sobre a logística da alvenaria estrutural no canteiro de obras.
- d) capítulo 4: É feito o estudo de caso, na qual foram colhidas dados e informações sobre a obra apresentada.
- e) capítulo 5: Apresenta as considerações finais desse trabalho.

2 ALVENARIA ESTRUTURAL

2.1 BREVE HISTÓRICO

Segundo Calheiro (2001), a ideia da origem da alvenaria estrutural se inicia na Pré-História. Essa modalidade de construção é uma das mais antigas da humanidade. No Brasil, a alvenaria estrutural inicia no período colonial, com o emprego da pedra, tijolo de barro cru e taipa de pilão. No Império, os primeiros avanços na técnica construtiva são marcados pelo uso do tijolo de barro cozido; a partir de 1850, proporcionando construções com maiores vãos e mais resistentes a ação das chuvas e intempéries, acabando assim a técnica da taipa de terra socada.

Entre os séculos XIX e XX, os edifícios em alvenaria estrutural foram construídos com espessuras excessivas de paredes (HENDRY, 2002), como por exemplo, o edifício Monadnock em Chicago nos Estados Unidos (Figura 1), que se tornou um símbolo da alvenaria estrutural, mesmo com suas paredes da base de 1,80m. Monadnock foi considerado na época como limite dimensional máximo para estruturas de alvenaria calculadas pelos métodos empíricos. Acredita-se que se este edifício fosse dimensionado pelos procedimentos utilizados atualmente, com os mesmos materiais, esta espessura seria inferior a 30 cm (RAMALHO & CORRÊA, 2003).

2.2 DEFINIÇÕES BÁSICAS

Existem algumas definições básicas para o entendimento do que é o método construtivo. Segundo a NBR 10837 (ABNT 1989):

2.2.1 Materiais

Constituintes dos componentes da obra;

2.2.2 Componentes

Compõe os elementos da obra, constituída dos materiais naturais ou de fabricação

industrial;

2.2.3 Elementos

Parte da obra suficientemente elaborada, constituída da reunião de um ou mais componentes;

Figura 1 - Edifício Monadnock



Fonte: < <http://www.monadnockbuilding.com/>>.
Acesso em 07 de Abril de 2015

2.3 CLASSIFICAÇÃO

De acordo com Camacho (2006), a alvenaria estrutural pode ser classificada quanto ao método construtivo empregado, quanto às unidades ou ao material utilizado, como segue:

2.3.1 Alvenaria Estrutural Armada

É o método construtivo que, obrigatoriamente, estruturalmente falando, os elementos resistentes possuem uma armadura passiva de aço. Essas armaduras são introduzidas nas cavidades dos blocos que posteriormente são preenchidas com graute (micro concreto).

2.3.2 Alvenaria Estrutural Não-Armada

É o método construtivo em que os elementos estruturais existem somente armaduras com finalidades construtivas, a fim de prevenir as manifestações patológicas (fissuras, concentrações de tensões, etc.)

2.3.3 Alvenaria Estrutural Parcialmente Armada

É o método construtivo em que alguns elementos resistentes são projetados como armados e outros como não armados. Definição conhecida somente no Brasil.

2.3.4 Alvenaria Estrutural Protendida

É o método construtivo que existe armadura ativa de aço contida no elemento resistente.

2.4 CONCEITOS BÁSICOS

A modulação segundo Baptista Kalil (2008), é a peça principal na edificação em alvenaria estrutural no quesito economia e racionalização. A modulação é essencial para um arranjo arquitetônico acertar suas dimensões em planta e no pé-direito da edificação, que tem como objetivo reduzir o máximo de cortes e ajustes na execução das paredes.

A unidade de alvenaria consiste em três dimensões: largura, comprimento e altura. O comprimento e a largura definem o módulo horizontal e a altura o módulo vertical, adotado nas elevações.

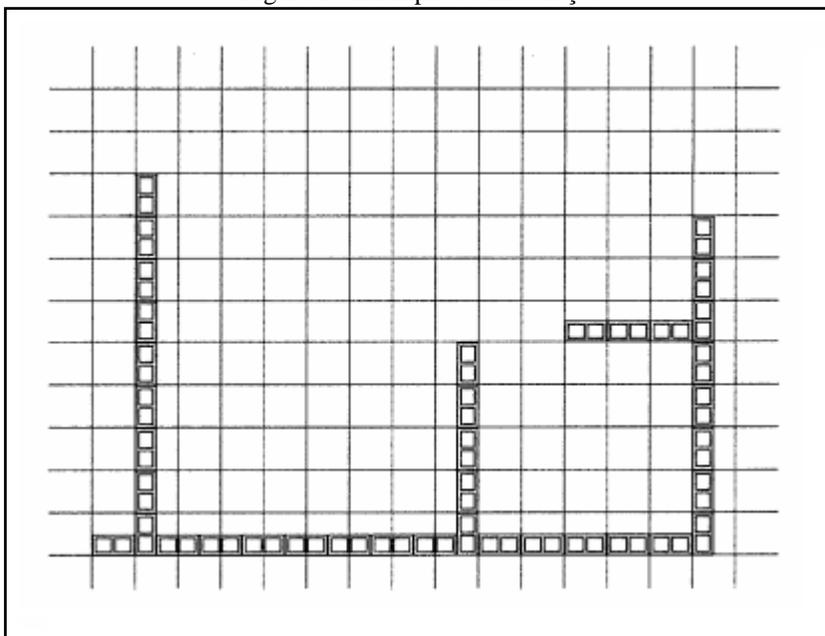
Sobre a modulação, Baptista Kalil (2008) descreve possibilidades de qual mais adequada, na horizontal ou vertical, de piso a teto:

2.4.1 Escolha da Modulação Adequada

A modulação que irá prevalecer na edificação é aquela que se adapte melhor a planta arquitetônica pré-estabelecida. A modulação horizontal será a medida da largura do bloco. Como na alvenaria estrutural em blocos de concreto devem ter a largura nominal de 14 cm ou 19 cm, a medida modular será de 15 cm ou 20 cm, que corresponde a largura do bloco mais 1 cm de espessura da junta.

No caso, se escolhêssemos adotar o bloco de 14 cm, as dimensões internas dos ambientes em planta devem ser múltiplas de 15, como por exemplo, 60 cm, 1,20 m, 2,10, etc. Já se a adotamos o bloco de 19 cm, as dimensões internas devem ser múltiplas de 20, como por exemplo, 60 cm, 1,20 m, 1,40 m, 2,80 m, etc. Já no caso da modulação vertical o procedimento é mais simples, como diz na NBR 6136 (2014), é só ajustar a distância do piso ao teto para que seja múltiplo do bloco vertical a ser adotada, normalmente a altura nominal do bloco de 20 cm.

Figura 2 - Exemplo de modulação



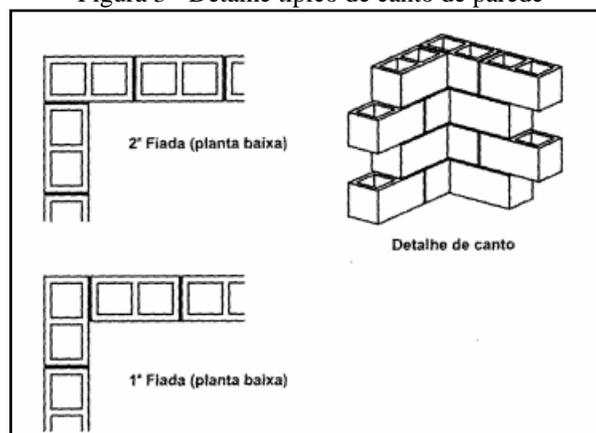
Fonte: KALIL, Silvia, 2008.

2.4.2 Coordenação Modular Horizontal

Em um projeto de alvenaria estrutural em blocos de concreto, devemos utilizar blocos modulados, aqueles que o comprimento é igual a duas vezes a largura mais a espessura da junta, temos um aproveitamento maior no projeto e principalmente na fase de construção, pois podemos trabalhar com uma malha reticulada, com modulação de 15 cm ou 20 cm. É o exemplo das modulações onde se emprega blocos de dimensões nominais 19x19x39 cm ou 14x19x29 cm.

Utilizando esses tipos de bloco não se necessita de peças especiais para modulação, sendo utilizado apenas o bloco inteiro, o meio-bloco quando necessário, os blocos 19x19x44 cm ou 14x19x44 cm para amarração no encontro de paredes em formato de “T” e os blocos canaletas.

Figura 3 - Detalhe típico de canto de parede



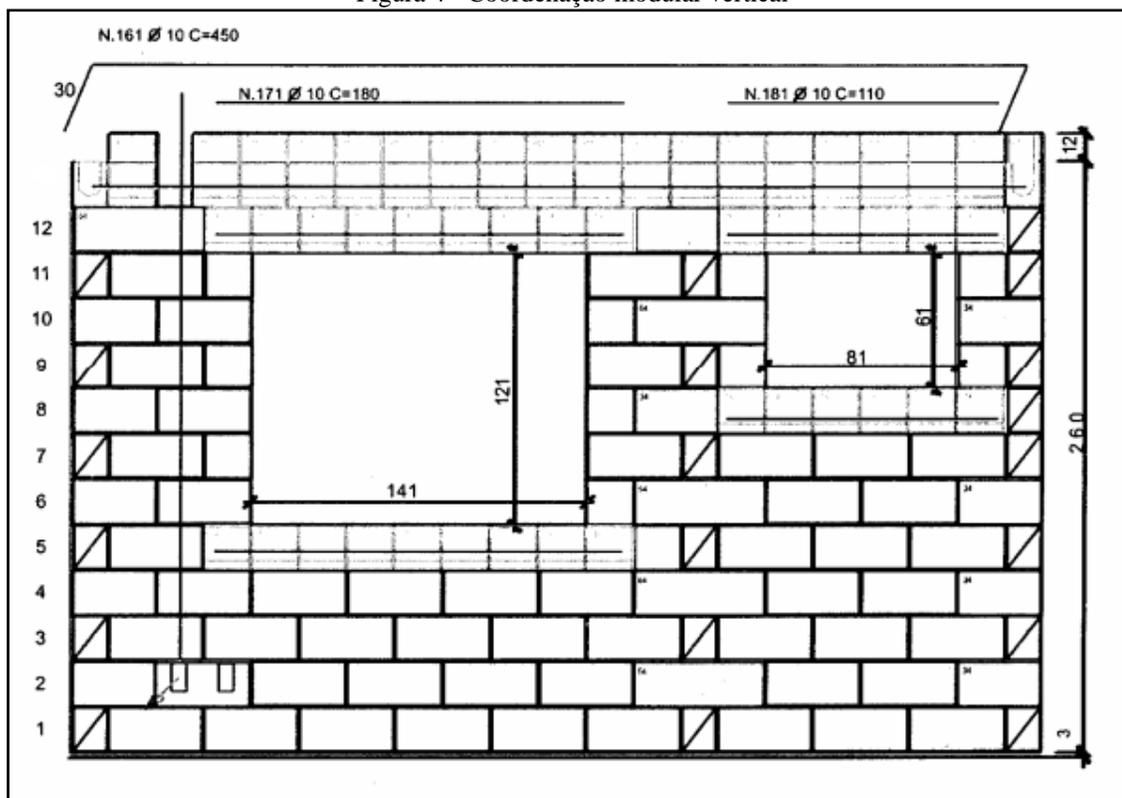
Fonte: (PRUDÊNCIO, Luiz R.; OLIVEIRA, Alexandre L., BEDIM, Carlos A., 2002)

2.4.3 Coordenação Modular Vertical

O objetivo da modulação vertical é de definir as distâncias verticais, como por exemplo, a altura porta, a altura do peitoril da janela, do pé-direito, etc. No caso da modulação vertical, a unidade-base é 20 cm (altura do bloco mais a espessura da junta da argamassa). Portanto, as distâncias verticais devem ser múltiplas de 20 cm.

Nessa coordenação modular, existe duas formas de realizar a modulação, onde na primeira é aquela onde a distância é aplicada de piso a teto e a segunda é aquela onde a distância aplicada é de piso a piso. Uma observação que não se pode deixar passar, é que a última fiada das paredes é composta pelos blocos “U” ou “J” dependendo da espessura da laje e da posição da parede (interna ou externa).

Figura 4 - Coordenação modular vertical

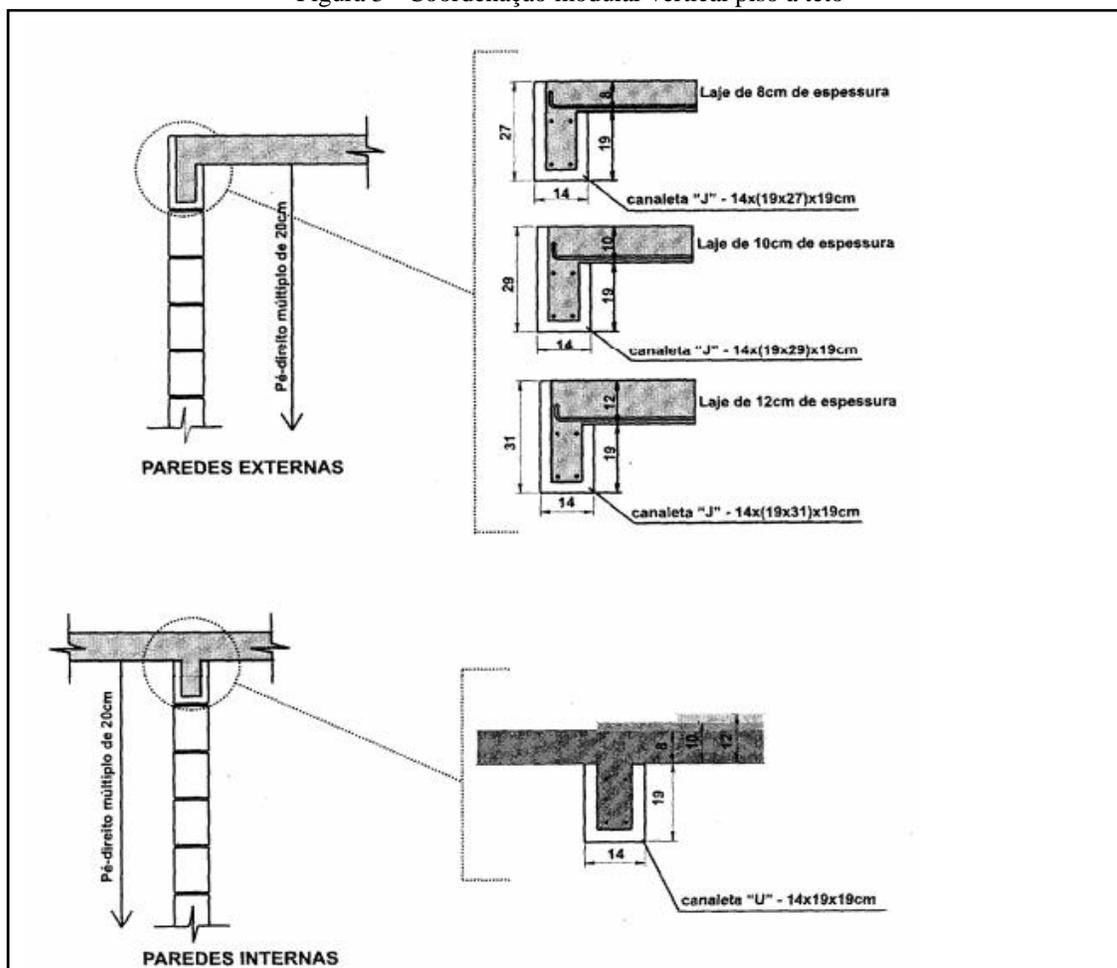


Fonte: KALIL, Silvia, 2008.

2.4.4 Coordenação Modular Vertical de Piso a Teto

Essa forma de modulação é utilizada na última fiada, nas paredes externas utiliza-se o “J” (uma das suas laterais é maior que a outra, com isso, acomoda a altura da laje) e nas paredes internas, a ultima fiada tem o acabamento com a bloco tipo “U” (suas laterais possuem o mesmo tamanho).

Figura 5 - Coordenação modular vertical piso a teto



Fonte: PRUDÊNCIO, Luiz R.; OLIVEIRA, Alexandre L., BEDIM, Carlos A., (2002).

2.5 Elementos de Reforço

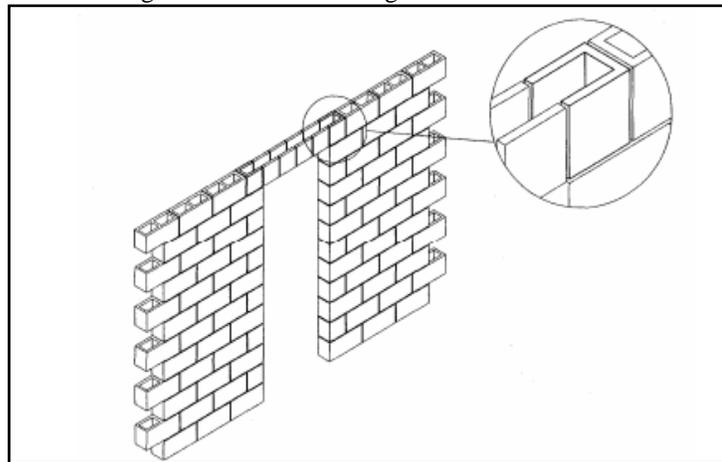
Para Ramalho e Corrêa (2003), como na alvenaria estrutural as paredes são os elementos portantes, deve-se ter cuidados especiais em algumas situações, como: vãos de portas e janelas, a concentração de aberturas em uma mesma parede, vãos de maiores extensões e quando há a ocorrência de apoios de elementos estruturais, como vigas, nas paredes.

2.5.1 Vergas

Em locais onde há portas e janelas, por ser vão sem estrutura, precisa-se executar um reforço estrutural. A verga é posicionada na primeira fiada acima da abertura, seja da janela ou da porta. Ela é um elemento estrutural sujeito à incidência de momento fletor, tendo como finalidade absorver as reações das lajes e as cargas distribuídas por elas às paredes.

Essas vergas podem ser executadas com canaletas ou por peças pré-fabricadas de concreto, devendo ter seu comprimento alongado para no mínimo a mesma medida do comprimento de um bloco canaleta (19 cm) para as portas, e dois blocos tipo canaletas para as janelas para os dois lados do vão (Ebah, Alves e Silva, 2010).

Figura 6 - Detalhe da verga com bloco canaleta

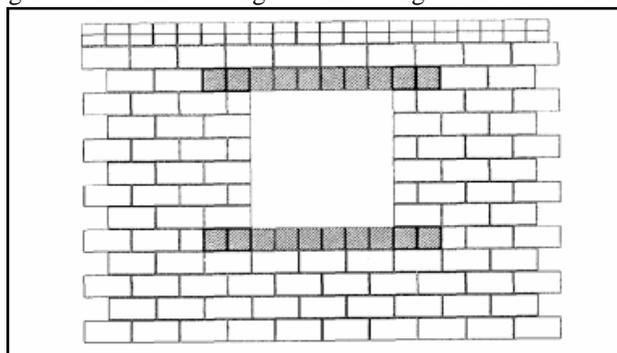


Fonte: PRUDÊNCIO, Luiz R.; OLIVEIRA, Alexandre L.,
BEDIM, Carlos A., (2002)

2.5.2 Contra-vergas

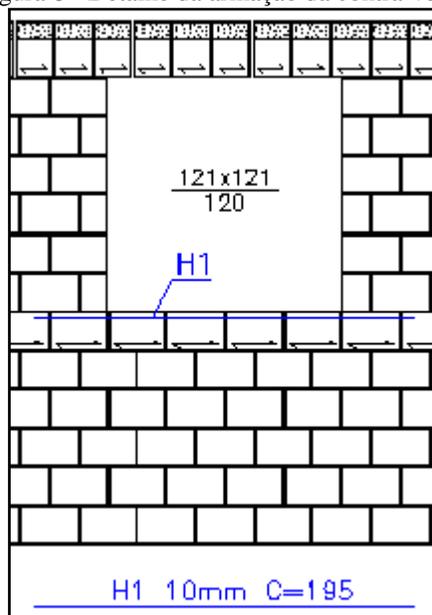
Segundo Alves e Silva (2010), nas aberturas de janelas devem ser executadas as contra-vergas para uma melhor distribuição de cargas na parede. A contra-verga é posicionada na última fiada antes da abertura (no caso da janela, de baixo para cima). Normalmente são executadas em blocos canaleta, devendo seu comprimento alongado por no mínimo a medida de dois blocos canaletas para os dois lados do vão conforme mostra nas figuras 7 e 8.

Figura 7 - Detalhe da verga e contra-verga com bloco canaleta



Fonte: PRUDÊNCIO, Luiz R.; OLIVEIRA, Alexandre L., BEDIM, Carlos A., (2002).

Figura 8 - Detalhe da armação da contra-verga



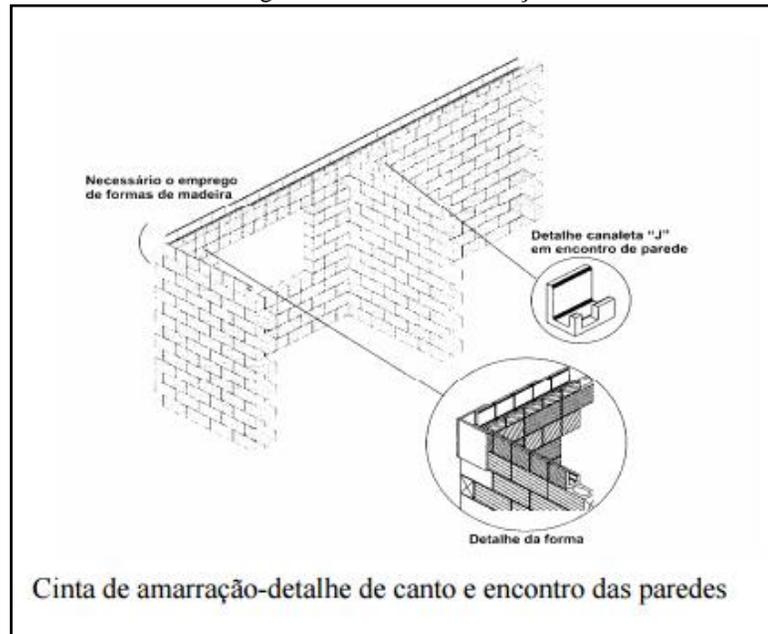
Fonte: Próprio Autor

2.5.3 Cintas de Amarração

São elementos estruturais apoiados sobre as paredes, com a função de distribuir e uniformizar as cargas atuantes sobre as paredes de alvenaria. São aplicadas em paredes onde há uma concentração de 2 ou mais aberturas, funcionando como uma verga contínua. Sua utilização nas edificações ainda previne recalques diferenciais que não tenham sido considerados e auxilia

no contraventamento e amarração das paredes conforme mostra a figura 9. (Mendes de Souza e Rodrigues, 2008).

Figura 9 - Cinta de amarração



Fonte: KALIL, Silvia (2008).

2.6 PROCEDIMENTO DE EXECUÇÃO DA ALVENARIA ESTRUTURAL EM BLOCOS DE CONCRETO

2.6.1 Documentos de Referência

Para inicializar a construção de edifícios de alvenaria estrutural, são necessários alguns documentos de referência que possam ser considerados um ponto de partida, como por exemplo, o projeto arquitetônico, que indicará como serão dividido os ambientes, os espaços, a modulação e etc., o projeto de alvenaria estrutural, que por base de cálculos foi definido todo procedimento de aço, concreto, etc. As instalações hidráulicas, a fim de programar toda tubulação e conexão e as instalações elétricas, estas que podem ser executadas juntamente com a elevação da alvenaria (EMISA, 2007).

2.6.2 Método Executivo

2.6.2.1 Condições para Início de Serviço

A fundação deve estar concluída e impermeabilizada ou laje pronta para receber a carga; quando em edifícios, devem limpar o piso, removendo a poeira, matérias soltos, pontas de aço sobressalentes e materiais estranhos depositados sobre a laje; os eixos principais da edificação devem ter sido transferidos para o local de trabalho (EMISA 2007).

2.6.2.2 Execução da Marcação da Alvenaria

De acordo com PES (Procedimento de Execução de Serviço), a fiada de marcação é uma etapa muito importante porque se trata da referência das próximas etapas. É necessário que todas as paredes estejam esquadrejadas e alinhadas, por isso deve-se conferir as medidas dos eixos das paredes. A execução correta dessa etapa resulta em uma boa execução da elevação, e diminui o desperdício de materiais no revestimento interno e externo. Essa etapa, geralmente, é iniciada no dia seguinte da concretagem (EMISA, 2007).

Para iniciar o serviço, a superfície onde será assentada a primeira fiada deve estar limpa e úmida e deve começar o assentamento dos blocos pelas paredes da extremidade sendo alinhados e colocados no prumo pelo lado externo da edificação em relação ao pavimento inferior, facilitando posteriormente a execução do reboco da fachada e com as medidas conforme projeto da alvenaria estrutural, observando as dimensões dos vãos das portas.

Após assentar os blocos das paredes da extremidade inicia o assentamento dos blocos das paredes intermediárias começando pelos blocos de referência de amarração entre os blocos e abertura de portas, depois disso termina-se o assentamento dos blocos intermediários, até fechar toda área marcada.

Na NBR8798(1985), constam algumas especificações para a execução correta da fiada de marcação e a primeira é que deve ser executada em uma superfície plana com desnível de no máximo dois centímetros, porém se for superior recomenda-se utilizar concreto da mesma resistência da laje. Na edificação, os níveis da laje eram tirados e verificados a diferença entre o ponto mais alto e mais baixo, e iniciava pelo mais alto.

Por último, antes da execução da elevação da alvenaria, devem-se posicionar os escantilhões.

2.6.2.3 Execução da Elevação da Alvenaria

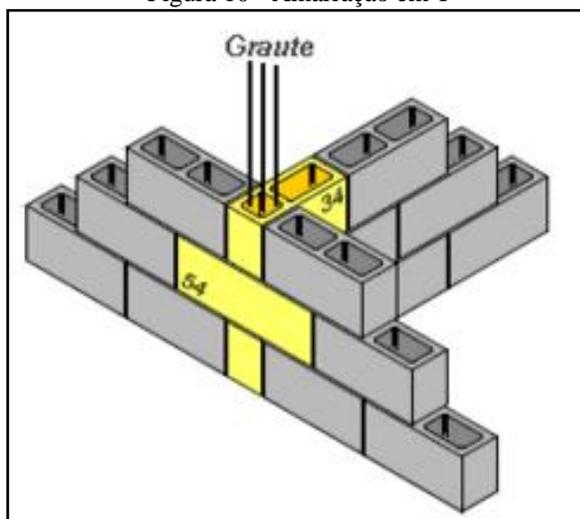
Na etapa posterior a da marcação, tem o processo de elevação da alvenaria que é composto apenas por sobrepor os blocos sobre a primeira fiada até atingir a altura de janela, sem esquecer-se das espessuras das juntas verticais e horizontais, pois elas podem alterar o resultado final da parede, inclusive no prumo e nivelamento.

Os blocos que irão conter as janelas de visitas nas bases das colunas de grauteamento deverão ser devidamente preparados, com a execução de furos de dimensões mínimas (7,5 cm de largura por 10 cm de altura). As janelas também deverão ser tampadas com pequenas chapas de compensado e arame no momento do grauteamento (S. Momesso, 2010).

A argamassa deve ser aplicada com uma desempenadeira estreita, do seguinte modo: enche-se a desempenadeira, raspando-a em seguida, longitudinalmente, sobre as duas laterais dos blocos, ou, quando utilizar a bisnaga, espremendo-a também no sentido longitudinal sobre as duas laterais dos blocos.

Para iniciar a elevação da alvenaria devem-se executar as alvenarias nos cantos, formando “escadas de canto” que servirão de referência para o fechamento da alvenaria. Deve-se medir o prumo a cada fiada assentada, também verificar a planicidade e o nível por meio de uma régua ou pontalete graduado. Assentar os blocos intermediários usando a linha de náilon como referência de alinhamento e de nível. Quando não houver amarração entre os blocos os encontros entre paredes de “T” (Figura 10) devem ser feitas por meio de telas, uma a cada três fiadas (VACCHIANO,2014) .

Figura 10 - Amarração em T

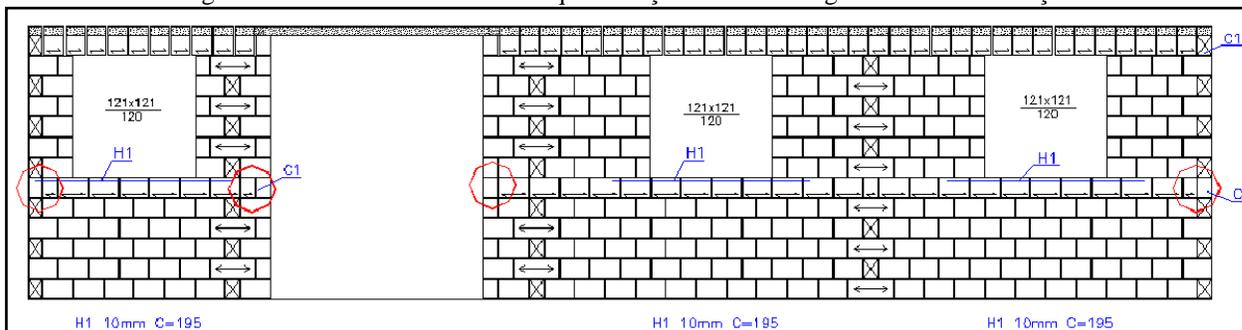


Fonte:

<http://www.magmadobrasil.com.br/index.php?acao=amarracao_blocos FK Comércio>. Acesso em: 15 de Agosto de 2015.

Na sexta fiada, segundo Rafael Sancinetti (2010), onde deve ser executada a contra-verga com bloco canaleta, e os locais onde será assentada, devem ser verificadas com maior atenção para não ocorrer erro na localização e também evitar as fissuras nos cantos de janelas. Na canaleta, ficar atento na colocação da cinta de amarração para que as especificações de projeto sejam respeitadas. Na figura 11 apresenta na sexta fiada a armadura para reforço da contra-verga.

Figura 11 - Detalhe das armaduras que reforçam a contra verga e cinta de amarração

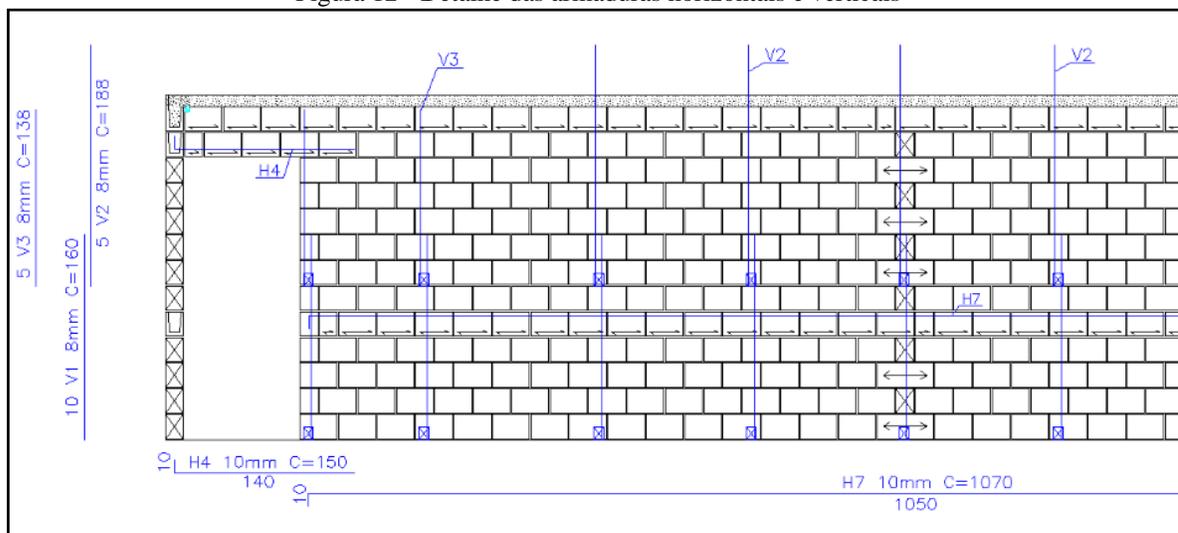


Fonte: Próprio autor

A NBR 8799 (1985), fala que os vazios tanto verticais, quanto nas canaletas, devem ser removidos os excessos de argamassa e outros detritos, deixando limpos.

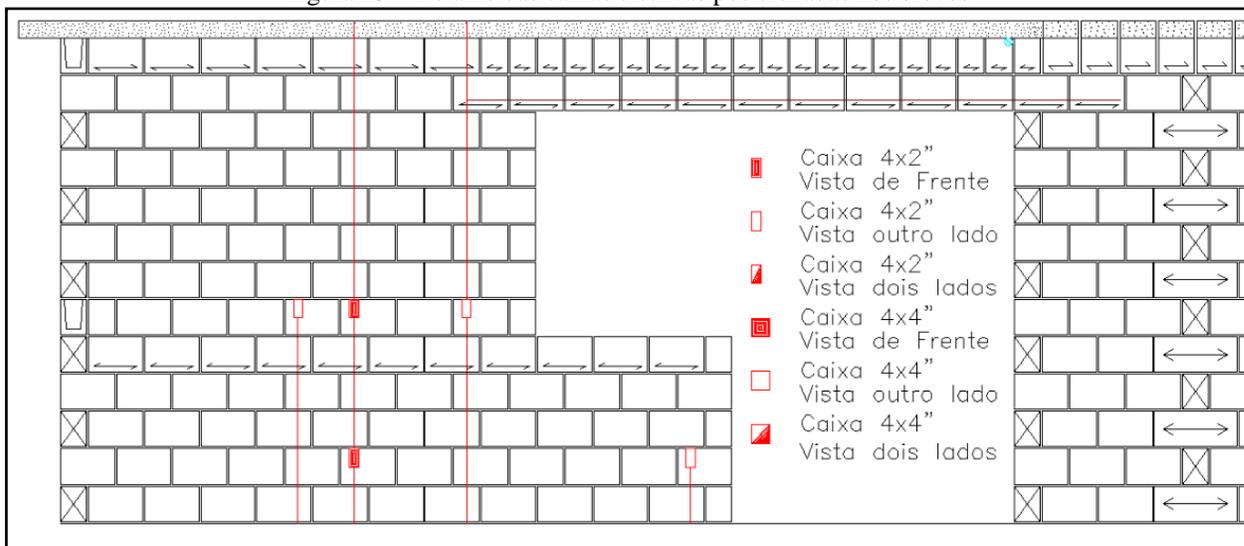
Atentar para a colocação das armaduras horizontais e verticais (Figura 12) nos locais e bitola definidos em projeto. Verificar o posicionamento das caixas elétricas (Figura 13) e eletrodutos. Elevar a alvenaria até a altura do respaldo intermediário (quando previsto em projeto).

Figura 12 - Detalhe das armaduras horizontais e verticais



Fonte: Próprio autor

Figura 13 – Detalhe das caixas elétricas posicionadas nos blocos

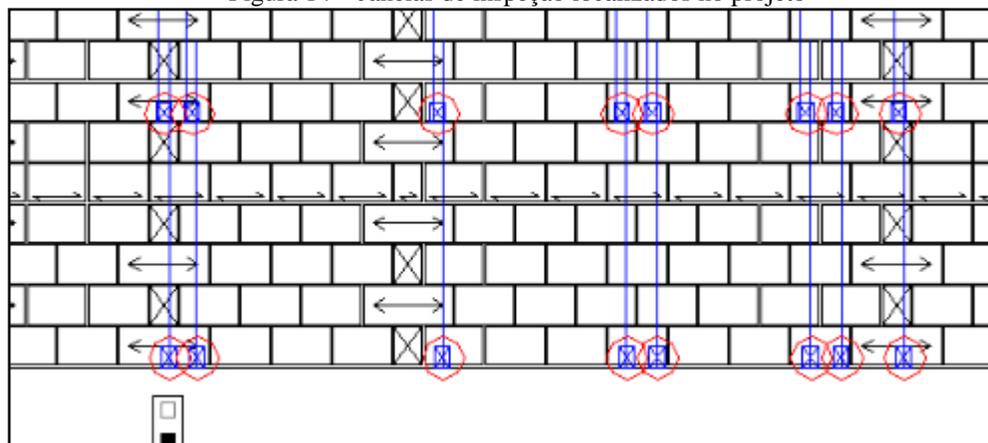


Fonte: Próprio autor

O lançamento do graute só pode ser feito 24 horas após a execução da parede, deve verificar o excesso de concreto pelos furos de visitas, e para o adensamento manual não deve utilizar o aço do graute e sim uma haste metálica, como o grauteamento era feito após a execução de toda alvenaria era utilizada a própria armadura para o adensamento do concreto (NBR 8799, 1985).

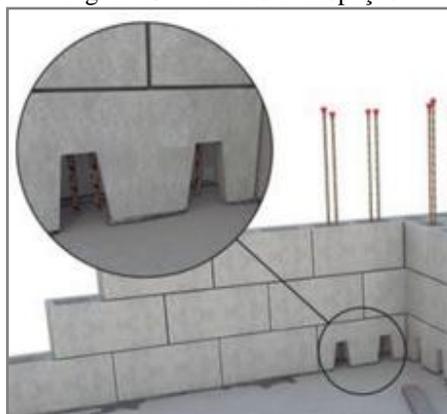
Os respaldos intermediário e final, e contra-verga devem ser executados por meio de blocos tipo canaleta (U ou J). Nesse momento, devem ser limpas as colunas de graute através das janelas de inspeção.

Figura 14 – Janelas de inspeção localizados no projeto



Fonte: Próprio autor

Figura 15 – Janelas de inspeção



Fonte:

<<http://construcaomercado.pini.com.br/negocios-incorporacao-construcao/158/artigo326581-1.aspx>>.

Acesso em: 15 de Agosto de 2015.

Após o grauteamento, é executado o assentamento da última fiada da alvenaria, que é o travamento entre a alvenaria e a laje. Esse travamento é feito com o auxílio do bloco de canaleta tipo “J” para as paredes externas e canaletas tipo “U” para as paredes internas.

A fiada de respaldo do último pavimento, no caso de edifícios, deve receber um tratamento especial. Deve-se criar uma junta de dilatação entre a laje e a cobertura com a alvenaria, fazendo com que fiquem desvinculados (RAZENTE, 2004).

2.6.2.4 Grauteamento

Deve-se retirar cuidadosamente, através das visitas, todo material estranho presente no fundo dos vazios verticais. Os excessos de argamassa que ficam salientes no interior dos vazios verticais ou canaletas devem também ser removidos.

As colunas e as canaletas horizontais devem ser molhadas imediatamente antes do lançamento; A altura máxima do lançamento do graute em colunas é de 1,6 m, sendo obrigatória a existência de janelas de visita ao pé de cada coluna a grautear; No início do lançamento, devem-se verificar a saída do graute através do furo de visita, que logo em seguida deverá ser fechado (NBR 8798, 1985).

Não se deve vibrar a armadura para adensar o graute, pois o adensamento é feito através de uma barra de aço (10 ou 12,5 mm) à medida que ele vai sendo lançado, em camadas sucessivas de altura de ordem de 40 cm, fazendo com que a haste penetre na camada de modo a atingir o topo da anterior de acordo com a figura 16.

Figura 16 – Grauteamento das paredes de alvenaria estrutural



Fonte:

<http://www.scanmetal.com.br/produtos/manuseio/5.funil_e_caneca/fotos.html>.
Acesso em 16 de Agosto de 2015.

Em condições de baixa umidade do ar, os blocos envolventes das colunas e canaletas de graute devem permanecer umedecidos durante os primeiros sete dias de idade.

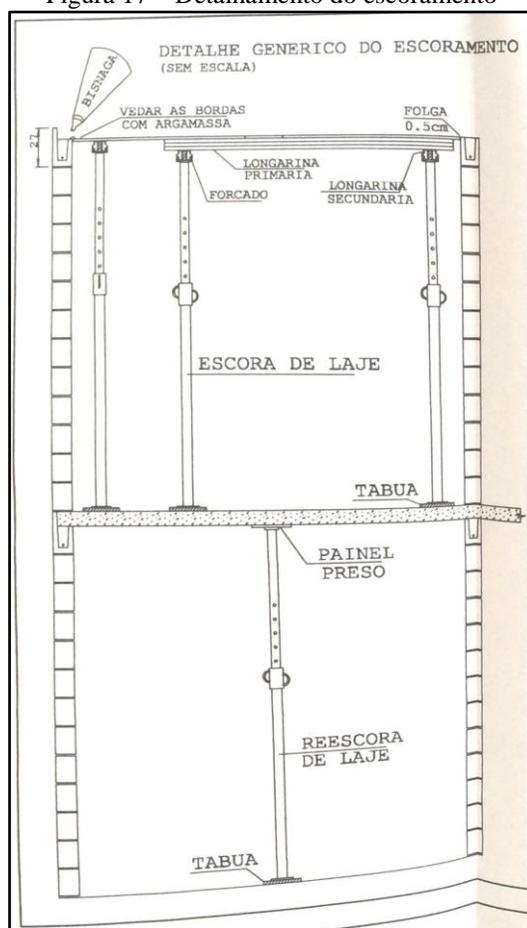
2.6.2.5 Fôrma, Armação e Instalação Predial

A laje geralmente é maciça de concreto e a armadura quando já não vem cortada e dobrada do fornecedor, é necessário fazer o corte e dobra na obra, especificado em projeto. Primeiro passo para iniciar o serviço de fôrma, deve-se tirar o nível da laje e localizando o ponto mais alto é a partir desse ponto que determina o nível que a laje deve ficar, para que a cota de respaldo seja respeitada. O desnível geralmente apresentado é relativamente pequeno, sendo de 0,5 a 1,5 centímetros, em média.

Após o nível da laje determinado, começa a fixação dos escoramentos (Figuras 17 e 18), que geralmente é utilizado escoramento metálico (primário e secundário). O escoramento é

espalhado com uma distância pré-determinada em projeto para que a laje esteja segura e suporte o peso após a concretagem evitando uma flexão (PIMENTA, 2010).

Figura 17 – Detalhamento do escoramento



Fonte: Próprio autor

Figura 18 – Escoramento da Laje após o respaldo da alvenaria



(EMISA, 2014)

Finalizado o processo de fôrma, inicia-se a colocação da armadura positiva. O armador demarca os locais onde devem ser fixados as armaduras e os espaçamentos entre as barras, e faz o nó na hora da fixação da malha.

Depois de toda armadura positiva colocada corretamente, o eletricitista e o encanador entram na laje para a fixação das passagens de tubulações elétricas e hidráulicas conforme a figura 19. Só após de todas as passagens, os armadores voltam na laje para a colocação da armadura negativa (R. Momesso, 2010).

Figura 19 – Armadura positiva, negativa e Instalação Predial Elétrica e Hidráulica



Fonte: Próprio autor

Depois da laje pronta, todos os procedimentos devem ser verificados pelo mestre de obra e pelo estagiário e detectado algum erro, é comunicado ao responsável pelo serviço e deve ser corrigido imediatamente. Só assim, a laje fica liberada para concretagem.

São colocadas as mestras para o auxílio dos pedreiros na hora da concretagem, elas são colocadas a cada 1,5 metros e apoiadas em plástico rígido e regulável para diferentes alturas de laje.

2.6.2.6 Concretagem da laje

Após todas as conferências, a concretagem é acompanhada pelo mestre de obras e estagiário, que realiza o rastreamento do concreto, anotando os locais que são descarregados cada caminhão de concreto.

Figura 20 – Concretagem da laje após a conclusão da alvenaria estrutural

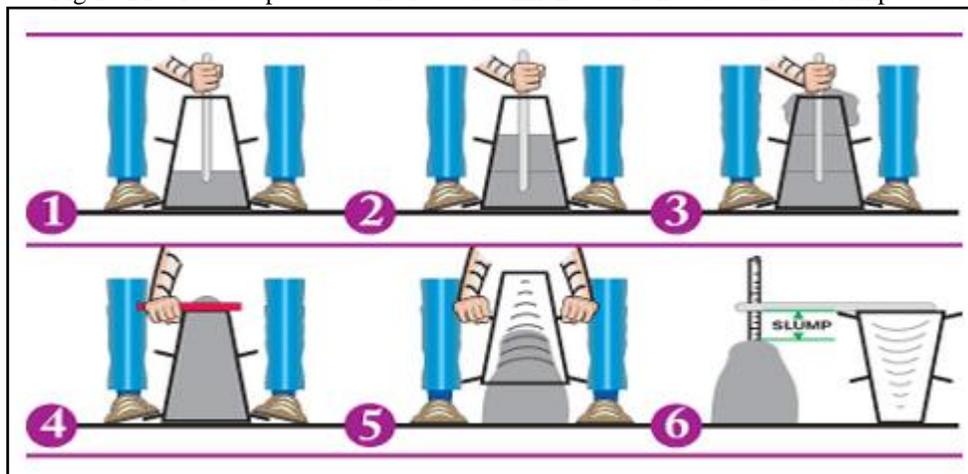


Fonte: Próprio autor

As concretagens devem ser acompanhadas por uma empresa especializada em controle tecnológico, que faz a verificação junto com o responsável se o concreto que consta na nota fiscal é o mesmo que foi solicitado. Iniciado a concretagem, ele retira uma quantidade necessária de

concreto para moldar quatro corpos de prova e para fazer o “slump-test” do concreto conforme mostra na figura 21, verificando o resultado se está de acordo com o pedido da obra. Os corpos de prova fica na obra por 3 dias e depois disso a empresa pega na obra para que esses sejam rompidos com 7 e 28 dias (ZEBULUN, 2015).

Figura 21 – Passo a passo do ensaio de abatimento de tronco de cone ou Slump-test



Fonte: < <http://www.clubedoconcreto.com.br/2013/08/afinal-slump-test-para-que.html>>. Acesso em 7 de Setembro de 2015

Finalizada a concretagem inicia o processo de cura do concreto, ou seja, a laje é molhada ao longo do dia, sem encharcar, durante os três primeiros dias após a concretagem.

2.6.3 Disposições Construtivas

2.6.3.1 Abertura e canalizações embutidas

Segundo a NBR 10837 (1989), não é permitida a abertura de vãos nas paredes da edificação, sem a consulta do projetista. Esta observação deve-se constar no desenho dos projetos e nos manuais dos proprietários (Figuras 22 e 23), assim como as canalizações embutidas que não foram definidas em projeto, também fica proibido a abertura desses vãos pra essa finalidade.

Figura 22 – Observação sobre a Estrutura/Paredes no Manual do Proprietário

Estrutura / Paredes

O sistema construtivo adotado para a construção consiste basicamente em alvenaria estrutural com blocos de concreto. Conceitua-se de alvenaria estrutural o processo construtivo no qual os elementos que desempenham a função estrutural são de alvenaria (paredes), sendo os mesmos projetados, dimensionados e executados de forma racional.

ATENÇÃO!

É importante lembrar que o projeto de arquitetura deve ser preservado, ou seja, nenhuma parede pode ser retirada ou feita qualquer tipo de abertura (vãos – portas e janelas) inclusive passagens para tubulações, pois a estabilidade da construção estará em risco.

Informamos que qualquer dano causado ao imóvel será de inteira responsabilidade do Proprietário.

Fonte: Próprio autor

Figura 23 – Descrição do Sistema da Estrutura no Manual do Proprietário

ESTRUTURA (ALVENARIA ESTRUTURAL)

Descrição do sistema

A estrutura do edifício é constituída por elementos que visam garantir a estabilidade e segurança da construção e nesse empreendimento foi executada em alvenaria estrutural, projetada e executada dentro das normas brasileiras, que durante sua execução tem seus materiais e componentes submetidos a um controle tecnológico, garantindo assim, a conformidade com o projeto.

ATENÇÃO!

Nenhuma parede do imóvel pode ser retirada/alterada, ou seja, o projeto de arquitetura deverá ser preservado para que não seja danificada qualquer parte da estrutura. Não são admitidas aberturas de vão para passagens de tubulações, caso seja contratada empresas para realização de serviços como ar condicionado, armários, arquitetos (modificações) é de extrema importância que esta informação seja divulgada.

Fonte: Próprio autor

2.7 VANTAGENS

De acordo com Siqueira Freire (2007), o sistema construtivo com blocos estruturais de concreto possui as seguintes vantagens:

- Redução da utilização da madeira e, conseqüentemente, o custo da obra e a atuação da função do carpinteiro;
- A obra é mais limpa, pois não possui muito entulho;
- Maior qualidade sem a necessidade de equipamentos caros;
- Maior velocidade na conclusão de obra
- Padronização e nivelamento da obra com menores desvios;
- Menor custo na instalação elétrica e hidráulica (não há necessidade de quebrar paredes para fazer estas instalações)
- Diminuição na quantidade de aço, pois não há vigas e pilares, e conseqüentemente, menor a mão-de-obra;
- Aumenta a produtividade do pedreiro e de outros profissionais envolvidos no processo devido à padronização e repetição dos serviços;
- Redução significativa nos revestimentos;

2.8 DESVANTAGENS

Do mesmo modo que o método apresenta algumas vantagens, também apresenta algumas desvantagens, como:

- Dificuldade em adaptar a arquitetura para um novo uso;
- A incompatibilidade entre o projeto de arquitetura / estrutura / instalações;
- Necessidade de mão-de-obra bem qualificada;
- Falta de fornecedor para a fabricação de blocos com resistência elevada;
- Restrições de possibilidades de mudanças não planejadas;
- Limitações de grandes vãos e balanços;

3 ELEMENTOS CONSTITUINTES

O sistema construtivo é definido pela combinação de elementos que desempenham a função estrutural sem a necessidade de pilares e vigas (FÓRUM DA CONSTRUÇÃO, 2012). Entende-se por um componente da alvenaria uma entidade básica, ou seja, algo que compõe os elementos que, por sua vez, compõem a estrutura. Os componentes principais da alvenaria estrutural são:

3.1 GRAUTE

Segundo Cunha (2001) o graute utilizado na alvenaria estrutural pode ser definido por um concreto fluido, composto por agregados graúdos e miúdos, cimento, água e cal ou algum aditivo capaz de alterar trabalhabilidade e retenção de água na hidratação do composto.

Sua principal finalidade na alvenaria estrutural é o preenchimento de vazios nos blocos e canaletas de concreto solidarizando os blocos com eventuais armaduras que serão posicionadas nos vãos. Sendo assim, aumenta a capacidade portante e permite que as armaduras combatam tensões de tração que os blocos vazios não são capazes de resistir (NBR 8798, 1985).

Segundo a NBR 10837, o graute deve ter uma resistência mínima igual ao dobro da resistência característica do bloco, como um bloco tem normalmente 50% de área líquida, o material de que é feito (concreto) terá o dobro da resistência nominal.

O seu slump deve ser de ± 25 cm, sendo que o seu adensamento deve ser feito manualmente com o auxílio de uma barra metálica, sem utilização, em qualquer circunstância, do vibrador, pois ele destrói as pontes de aderência dos blocos.

Para blocos de 14 cm de espessura (padrão 14 x 39) temos um consumo de 0,0114 m³/mL em canaletas e 0,0134 m³/mL em furos verticais (NBR 8798, 1985)

As proporções exigidas pela NBR 8798 (1985), para dosagem de graute, são mostradas na tabela 1.

Tabela 1 – Proporções para dosagem de grautes.

Proporções em massa, em relação ao cimento

Tipo de Graute	Cimento	Cal Hidratada	Agregado miúdo (D _{max} = 4,8 mm)	Agregado Graúdo (D _{max} = 19 mm)	Água
Graute Fino	1	≤ 0,04	≤ 2,30	-	≤ 0,75
Graute Grosso	1	≤ 0,04	≤ 2,30	≤ 1,70	≤ 0,70

Fonte: NBR 8798 (1985)

3.2 ARMADURAS

As barras de aço utilizadas na alvenaria estrutural são as mesmas utilizadas nas construções em concreto armado, mas, nesse caso, serão sempre envolvidas por graute para garantir a unificação do conjunto com o restante da alvenaria. As armaduras que são utilizadas na argamassa de assentamento deverão ter um diâmetro mínimo de 3,8mm ou pelo menos a metade da junta. A figura 24 apresenta a laje concretada com os arranques prontos para receberem a parede de alvenaria estrutural.

Figura 24 – Arranque pronto para receber a parede de alvenaria estrutural



Fonte: Próprio autor

3.3 ARGAMASSA

As principais funções da argamassa de assentamento é solidarizar os blocos transmitindo os esforços em conjunto e transmitir e uniformizar as tensões entre os blocos. É importante destacar pelo menos dois fatores importantes quando se trata da influência da argamassa na resistência à compressão das paredes: a espessura horizontal das juntas e a resistência à compressão da Argamassa. A figura 25 mostra a argamassa aplicada nos blocos com o auxílio de uma bisnaga de aplicação.

Figura 25 - Argamassa de assentamento



Fonte:

<<http://www.comunidadeconstrucao.com.br/sistemas-construtivos/1/materiais/qualidade/9/materiais.html>>. Acesso em 7 de Setembro de 2015.

Segundo um trabalho de Francis (1971) foi comprovado que a resistência da parede decresce com o aumento da espessura da junta horizontal. Isso se explica porque com o aumento da espessura diminui o confinamento da argamassa. Tal confinamento que torna a argamassa pouco suscetível à ruptura, mesmo que sua resistência à compressão seja relativamente baixa.

Para Sahlin Camacho (1995), a cada aumento de 0,3 cm na espessura da argamassa há uma redução de 15% na resistência da parede. De acordo com a NBR 10837, a espessura da junta horizontal deve ser igual a 1 cm, a menos que se justifique tecnicamente a adoção de um outro valor.

Quanto à resistência da argamassa, Gomes (1983) concluiu que a argamassa de assentamento deve ter como resistência um valor entre 70% e 100% da resistência do bloco.

A argamassa dosada sem ensaio de laboratório atinge uma resistência menor que 6 MPa. Já as argamassas com maiores resistências, necessitam de um estudo laboratorial para se definir os traços adequados a atingir uma resistência esperada. A tabela 2 mostra um traço usual para alvenaria estrutural em blocos de concreto.

Tabela 2 – Traço prático de argamassa para alvenaria estrutural

Cimento	Cal Hidratada	Areia	Tipo de Areia	Dimensões internas das padiolas de areia (cm)			Nº de padiolas
				H	L	C	
1 - 50 kg	0,5 - 14 kg / 23 litros	6 - 340,913 litros	Grossa Lavada	40	31	40	7

Fonte: Próprio autor

3.4 BLOCOS VAZADOS DE CONCRETO

Os blocos de concreto são os principais componentes responsáveis pela definição do sistema construtivo, portanto, dever seguir os padrões mínimos estabelecidos pela norma.

Esses blocos são constituídos por cimento Portland, agregados e água. Devem ter arestas vivas, não possuir trincas ou haver falhas que prejudiquem o assentamento, além de ter boa aderência a revestimentos.

Quanto à aplicação, os blocos podem ser classificados como de vedação e estruturais. A NBR 6136(2014), especifica as resistências mínimas à compressão do bloco em relação à área bruta, devem seguir os seguintes limites:

$f_{bk} \geq 6$ MPa: para blocos em paredes externas sem revestimento;

$f_{bk} \geq 4,5$ MPa: para blocos em paredes internas ou externas com revestimento.

Os projetos de alvenaria estrutural detalham a modulação correta a ser executada. E para isso, existem diversos tipos de blocos para se adaptar nesse conjunto, desde a marcação ao respaldo da alvenaria.

A família de blocos é um conjunto de componentes da alvenaria estrutural que interagem entre si com demais constituintes. Os blocos que compõe a família seguindo o seu dimensionamento são classificados como bloco inteiro, meio bloco, blocos de amarração L e T, blocos compensadores e blocos tipo canaleta (NBR 6136 / 2014).

Apresenta-se na Tabela 3 e na Figura 26 os tipos de blocos e as dimensões mais utilizadas na alvenaria estrutural de acordo com a NBR 6136 (2014).

Tabela 3 – Dimensões reais dos blocos vazados de concreto

Famílias de blocos											
Designação	Nominal	20		15		12,5			10		7,5
	Módulo	M - 20		M - 15		M - 12,5			M - 10		M - 7,5
	Amarração	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2	1/3	1/2	1/2	1/3	1/2
	Linha	20 x 40	15 x 40	15 x 30	12,5 x 40	12,5 x 25	12,5 x 37,5	10 x 40	10 x 30	10 x 30	7,5 x 40
Largura (mm)		190	140	140	115	115	115	90	90	90	65
Altura (mm)		190	190	190	190	190	190	190	190	190	190
Comprimento (mm)	Inteiro	390	390	290	390	240	365	390	190	290	390
	Meio	190	190	140	190	115	-	190	90	-	190
	2/3	-	-	-	-	-	240	-	-	190	-
	1/3	-	-	-	-	-	115	-	-	90	-
	Amarração L	-	340	-	-	-	-	-	-	-	-
	Amarração T	-	540	440	-	365	365	-	290	290	-
	Compensador A	90	90	-	90	-	-	90	-	-	90
	Compensador B	40	40	-	40	-	-	40	-	-	40

NOTA: As tolerâncias permitidas nas dimensões dos blocos indicados na tabela 1 são de $\pm 2,0$ mm para a largura e $\pm 3,0$ mm para a altura e para o comprimento

Fonte: NBR 6136 (2014).

Figura 26 – Família de blocos mais utilizados na alvenaria estrutural

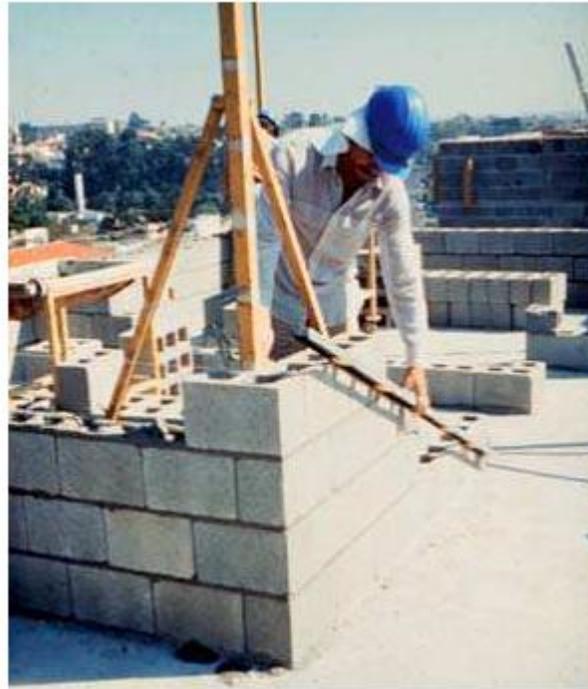
Família 29			Família 39			
						
14x19x29	14x19x44	14x19x14	14x19x39	14x19x19	14x19x34	14x19x54
Bloco 29: É o bloco mais utilizado dessa família. Ele representa quase 90% das paredes da edificação			Bloco 39: É o bloco mais utilizado dessa família. Ele representa quase 90% das paredes da edificação			
Bloco 14: Também conhecido como meio bloco			Bloco 19: Também conhecido como meio bloco			
Bloco 44: Utilizado nos encontros de paredes em forma de "T" juntamente com o bloco 29			Bloco 44: Usado nos cantos de paredes junto com o bloco 39 para fazer a amarração das fiadas.			
Os cantos (encontros tipo "L") são executados com dois blocos 29.			Bloco 54: Usado nos encontros de paredes em forma de "T" junto com o bloco 34.			
						
Blocos especiais: blocos tipo canaleta e tipo "J". São utilizados na construção das cintas de amarração, vergas e contra-vergas.						

Fonte: Comunidade da Construção, 2015

3.5 ESCANTILHÃO

O escantilhão é um equipamento utilizado para auxiliar na elevação da alvenaria garantindo o prumo e nivelamento das paredes. Geralmente, são posicionados aos pares. O modelo que se utiliza na alvenaria estrutural possui três pernas que são fixadas na laje como mostra na figura 27.

Figura 27 – Escantilhão



Fonte: http://solucoesparacidades.com.br/wp-content/uploads/2012/08/pr3_alvenaria_estrutural.pdf

3.6 GABARITO METÁLICO

Os gabaritos facilitam a execução de vãos como portas e janelas além de garantir o prumo, nivelamento e esquadro dos mesmos. Eles reduzem mão de obra e o tempo na elevação da alvenaria. Há modelos em que são fabricados de acordo com a necessidade da construtora e outros modelos que são reguláveis conforme mostra as figuras 28 e 29.

Figura 28 – Gabarito de Janela



Fonte: <http://www.portaldosequipamentos.com.br/guia/e/gabaritos-e-esquadros_11_62_1946_1_0>. Acesso em 10 de Setembro de 2015.

Figura 29 – Gabarito de Porta



Fonte: <<http://sp.olx.com.br/sao-paulo-e-regiao/jardinagem-e-construcao/gabarito-metalico-para-janela-40705154>>. Acesso em 10 de Setembro de 2015.

3.7 LOGÍSTICA

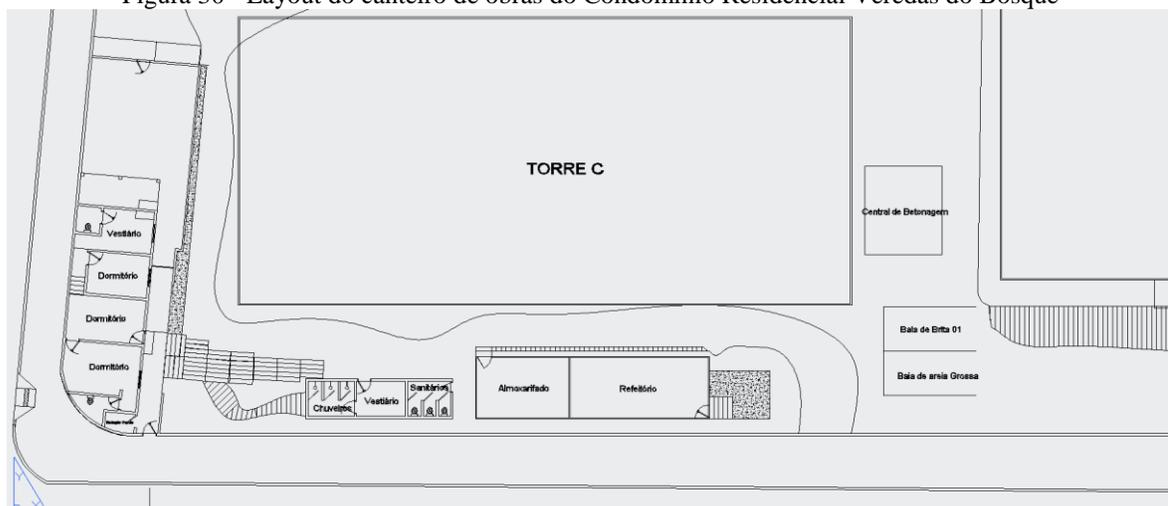
Na construção civil, a logística trata de um processo multidisciplinar aplicado nas obras a fim de garantir o bom armazenamento de insumos, melhorarem os processos de distribuições de materiais nas frentes de serviço e dimensionar as equipes para a execução de certos tipos de serviços. (SILVA & CARDOSO, 1998)

Os projetos específicos para cada canteiro de obra representam os benefícios característicos do desempenho da atividade logística aplicado na obra. Contudo, se torna indispensável uma análise do canteiro de obras para definir o melhor posicionamento dos materiais e equipamentos e evitar possíveis transtornos.

De acordo com Ferreira (1998), a produção da obra está diretamente ligada ao layout do canteiro, que é o serviço integrante do processo de construção responsável pela definição do tamanho, forma e localização das áreas de trabalho, tanto fixas como temporárias, das áreas de circulação, onde se faz necessário o desenvolvimento das operações de apoio e execução, isso tudo acompanhando a evolução da obra.

O que tem facilitado a construções de edificações em alvenaria estrutural, é que a construtora conta com sua própria fábrica de blocos que fornece materiais aos seus empreendimentos além de atender às necessidades de outras empresas. Com o fornecedor de blocos localizado em uma curta distância da obra, o processo se torna mais rápido e mais barato. Como os blocos são fabricados de acordo com a demanda da obra e a entrega é rápida, não há necessidade de armazenar grandes quantidades dentro do canteiro.

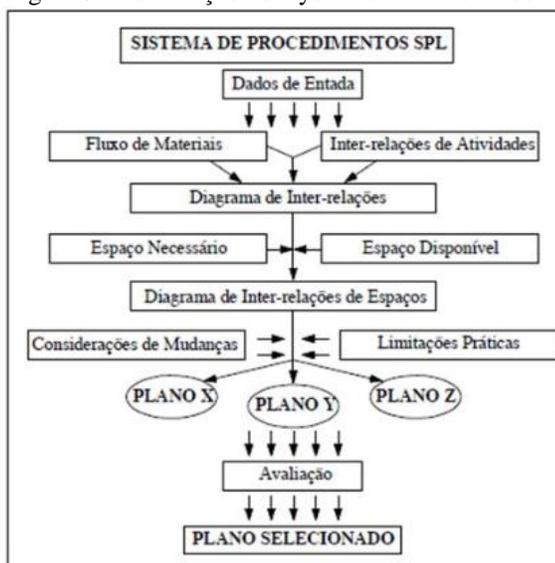
Figura 30 - Layout do canteiro de obras do Condomínio Residencial Veredas do Bosque



Fonte: Próprio autor

A figura 31 mostra um fluxograma de como definir o layout de um canteiro de obras.

Figura 31 – Definição do layout do canteiro de obras



Fonte: MACÊDO, Dayse (2015)

4 ESTUDO DE CASO

4.1 INTRODUÇÃO

A empresa Emisa Engenharia e Comércio é considerada uma das maiores de Anápolis e possui certificados de qualidade, como ISO 9001 e PBQP-H Nível A, e preza pela melhoria contínua dos processos e do sistema de gestão da qualidade, procurando sempre a satisfação dos clientes.

O estudo de caso foi realizado em um empreendimento da Construtora Emisa, sendo a mesma responsável pela incorporação e construção, cujo projeto arquitetônico pertence a Rafaela Pereira dos Santos.

Os projetos de cálculos estruturais foram feitos pelo escritório da TOR ENGENHARIA, e o projeto de alvenaria estrutural e a compatibilização dos projetos elétricos e hidráulicos foram feitos pelo Sérgio Portela e Ismênia, respectivamente.

Nota-se que os projetos foram feitos por diversos profissionais do ramo da construção civil, sendo necessário um cuidado com a compatibilização entre esses projetos. Foram realizadas constantes revisões, além das compatibilizações realizadas pela engenheira responsável pela obra.

A edificação está localizada na rua L17 esquina com a L3 (Figura 32), no Jardim Europa, na cidade de Anápolis, no estado de Goiás, em um terreno de 9.274,16 m², e o empreendimento é composto por 3 torres sendo 15 pavimentos de 6 apartamentos de 60m² por torre, totalizando 270 apartamentos tipo.

Desde 2013, com a finalidade de compreender melhor o processo construtivo com blocos de concreto foi realizado os estágios supervisionados da fundação ao acabamento.

Durante todo o tempo de estágio, procuramos acompanhar o processo construtivo durante todas as etapas, a fim de avaliar as etapas programadas do planejamento da construção em relação à execução.

4.2 MÉTODO CONSTRUTIVO

Na alvenaria estrutural há um rendimento maior da produção em relação a alvenaria convencional. Na obra, era dividido em duas equipes para a execução, onde uma era formada por funcionários da empresa (Figura 34) e outra de terceirizados. A equipe “A” (funcionários da empresa), rendia em média uma laje por mês, já a equipe “B” (funcionários terceirizados), rendia de uma e meia à duas lajes por mês. Sendo que as duas equipes eram formadas de três pedreiros cada uma. A equipe “A” era remunerada por produção mais salário fixo, já a equipe B era exclusivamente por produção.

Já na construção convencional, há a separação de estrutura e vedação, onde a estrutura é composta por pilares, vigas e lajes em concreto armado e a vedação de tijolos comuns e blocos cerâmico vazados (GONÇALVES, 2013).

As duas equipes usavam os EPI's e os EPC's, onde o capacete tem a finalidade de proteger a cabeça do trabalhador contra ferimentos causados por queda de objetos de um nível superior e impactos em objetos fixos, botas de proteção que tem função de proteger os pés do profissional de queda de materiais, perfurações (pregos, por exemplo) e torções.

Os óculos de proteção transparente deve ser usado para proteção dos olhos contra qualquer partícula, já o de lente escura protege contra a radiação solar. As luvas usadas eram a de látex, pois é indicada para trabalhos com cimento, argamassa, graute e outros produtos que é necessário o tato (PEDREIRÃO, 2012).

A maioria das fôrmas da alvenaria estrutural são feitas dentro da própria canaleta dos blocos, eliminando formas de madeira e diminuindo a quantidade de aço utilizada.

A equipe de carpintaria era exclusivamente da obra, composta de dois carpinteiros e um ajudante. O rendimento dos carpinteiros era de duas a duas lajes e meia por mês. Esses funcionários eram remunerados por produção mais salário fixo.

Figura 34 – Execução da alvenaria estrutural



Fonte: Próprio autor

Na construção convencional exige maior quantidade de carpinteiros, tendo em consideração que todos os pavimentos são compostos por pilares, vigas e lajes de concreto armado, que são utilizados formas de madeira. Geralmente esta parte de carpintaria é realizada por terceirizados em obras deste tipo de construção (GONÇALVES, 2013).

Figura 35 – Central de Forma



Fonte: Próprio autor

Figura 36 – Montagem de forma



Fonte: Próprio autor

As tubulações elétricas na alvenaria estrutural são instaladas ao mesmo tempo em que se vai levantando a alvenaria, com isso, gera menor desperdício de mão de obra e materiais. A equipe dos eletricitistas era composta por três funcionários, que eram responsáveis pela passagem dos eletrodutos nas lajes e paredes. Todos eram registrados na empresa e remunerados por salário fixo mais gratificação. A equipe da parte hidráulica era de um encanador e de dois a três ajudantes e essa parte era realizada por terceirizados.

Na alvenaria convencional, as tubulações elétricas e hidráulicas são instaladas após a alvenaria executada, fato que leva a necessidade de cortar as paredes para embutir a tubulação e consequentemente gerando desperdício de materiais, mão de obra e maior quantidade de entulho (GONÇALVES, 2013).

Figura 37 – Instalação hidráulica e elétrica



Fonte: Próprio autor

Sobre o revestimento, na alvenaria estrutural, não foi necessário chapisco interno o que levou a empresa a usar gesso corrido nas paredes e pintura logo após. Essa equipe era formada por dois ou três gesseiros e é totalmente terceirizada. Se comparado ao reboco é uma alternativa mais econômica, pois além dos materiais empregados para o reboco serem mais caros que o gesso, ainda há a necessidade de aplicar massa corrida para se obter o mesmo resultado final. As áreas que possuem revestimento cerâmico, as paredes são taliscadas e chapiscadas para receber o reboco. Há obras em alvenaria estrutural que o revestimento é assentado diretamente sobre o bloco, o que torna o processo ainda mais econômico.

Na construção convencional, o revestimento obrigatoriamente necessita do chapisco interno e externo para a execução do reboco, não sendo viável usar gesso nas paredes de vedação desse tipo de construção (GONÇALVES, 2013).

Figura 38 – Revestimento de gesso corrido



Fonte: Próprio autor

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Através desse estudo de caso, percebeu-se que o sistema construtivo com blocos estruturais de concreto apresenta as vantagens logo na diminuição do tempo da construção, pois este processo tem uma técnica executiva mais simplificada, menor diversidade de materiais e mão de obra e a possibilidade da execução da alvenaria de vedação, instalações, revestimentos e outros a serem executados junto à estrutura, o que pode acelerar o cronograma em até 50% em relação ao prazo das construções convencionais (SIQUEIRA FREIRE, B., 2007).

A redução da utilização da madeira como forma, e consequentemente, a mão de obra de carpinteiro é significativa no custo final da obra, o que gera uma economia tanto de material, quanto em mão de obra. Outro fator vantajoso que se observa é o entulho; nesse método construtivo, o desperdício é bem menor comparado as obras do método convencional (FÓRUM DA CONSTRUÇÃO, 2013).

É de extrema necessidade a integração de toda equipe na obra, desde a etapa da concepção do projeto arquitetônico, estrutural, elétrico, hidro-sanitário entre outros e até a fase de construção da edificação, quando os profissionais envolvidos são os engenheiros, mestre de obras, encarregado, pedreiros, eletricitas entre outros (MOMESSO, R., 2010).

A produção dos pedreiros é alta e de outros profissionais envolvidos no processo de execução, devido à padronização e repetição dos serviços. É menor a produção dos armadores, visto que não há pilares e vigas, diminuindo a mão de obra e material, gerando também uma economia no consumo do aço, fator que pesa no orçamento final (CAVALHEIRO, 2015).

Nas paredes têm a dupla função de vedar e resistir as cargas, e servindo como de passagem elétrica nas cavidades dos blocos de concreto. Na fundação se comparado ao método convencional, é aliviado em até 25% as cargas (menos argamassa de assentamento e de regularização) quando distribuídas, diminuindo a pressão no solo.

Em relação ao revestimento, a elevada precisão de prumo nas paredes, permite dispensar o chapisco e reboco substituindo pelo gesso apenas. Segundo Odilon Pancaro (2015), o custo de regularização dos revestimentos pode chegar a 7% do valor total.

Observou-se como desvantagens desse sistema construtivo, além da dificuldade de se adaptar à arquitetura para um novo uso, a interferência entre os projetos de arquitetura, estruturas e instalações elétricas e hidráulicas.

Segundo BIANCO (2013) e também constatado no estudo de caso, a obra precisa ser executada com critérios e cuidados especiais, por isso ter um treinamento de mão de obra é fator decisivo no sucesso, economia e qualidade da obra, pois é através da construção, com os métodos executivos bem organizados, que são evitados a maioria das patologias causadas na alvenaria estrutural.

REFERÊNCIAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Paredes de Alvenaria Estrutural – Ensaio à Compressão Simples – Método de ensaio**, NBR 8949 (1985), Rio de Janeiro, ABNT 1985, 7p.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Blocos Vazados de Concreto Simples para Alvenaria – Métodos de Ensaio**, NBR 12118 (2013), Rio de Janeiro, ABNT 2011, 13p.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Cálculo de alvenaria estrutural de blocos vazados de concreto**, NBR 10837 (1989), Rio de Janeiro, ABNT 1989, 2p.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Execução e Controle de Obras em Alvenaria Estrutural em Blocos Vazados de Concreto**, NBR 8798 (1985) , Rio de Janeiro, ABNT 1985, 9p.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Blocos vazados de concreto simples para alvenaria – Requisitos**, NBR 6136 (2014), Rio de Janeiro, ABNT 2014, 13p.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND. **Brasil é referência mundial em alvenaria estrutural**. Santa Catarina, 2013.
- BARDELLA, Paulo. **Construções em alvenaria estrutural são até 35% mais baratas**. Londrina, 2014.
- BIANCO, T. **Alvenaria Estrutural: Saiba como evitar patologias**, Tuiuti-PR, 2013.
- CONSTRUTORA EMISA. **Residencial Veredas do Bosque**. Anápolis, 2014.
- CONSTRUFÁCIL RJ – PORTAL DA CONSTRUÇÃO CIVIL – **Alvenaria Estrutural Passo a Passo**. Rio de Janeiro, 2009.
- CAMACHO, J. S. **Projeto de Edifícios de Alvenaria Estrutural** – Ilha Solteira, 2006.
- CAMPOS, I. M. **Procedimentos e cuidados na execução de alvenaria**, São Paulo, 2015.
- CAVALHEIRO, O. P. **Alvenaria Estrutural: Tão antiga e tão atual**, Santa Maria-RS, 2006.
- FARIA, R. **Projetos de edifícios com paredes estruturais exigem posicionamento e encaixe perfeito dos blocos e instalações elétricas e hidráulicas**, 42ª Edição, São Paulo, 2011.
- FERREIRA, E.A.M.; FRANCO, L.S. **Metodologia para Elaboração do Projeto do Canteiro de Obras de Edifícios**. Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP, São Paulo, 1998,

FREIRE, B. S. **Sistema Construção em Alvenaria Estrutural de Blocos de Concreto**, São Paulo, 2007.

GOUVEIA, J. P., MELO, F., LOURENÇO, P. B. **Alvenaria Estrutural: Aplicação a um caso de estudo**, Universidade de Minho, Portugal, 2015.

MOMESSO, R. S. **Execução de edifícios em alvenaria estrutural com blocos de concreto**, São Carlos-SP, 2010.

NEPAE – NÚCLEO DE ENSINO E PESQUISA DA ALVENARIA ESTRUTURAL. **Projeto de Edifícios de Alvenaria Estrutural**. São Paulo, 2006.

OLIVEIRA, L. R. G. J. **Análise de tipologias de lajes empregadas em edifícios - Estudo de caso: Edifício em Alvenaria Estrutural**, São Carlos-SP, 2009

PUCRS. **Alvenaria Estrutural – KALIL S.M.B.** Rio Grande do Sul, 2008.

PRUDÊNCIO, Luiz R.; OLIVEIRA, Alexandre L., BEDIM, Carlos A. **Alvenaria Estrutural de Blocos de Concreto**, Florianópolis, 2002.

REDAÇÃO FÓRUM DA CONSTRUÇÃO **Alvenaria Estrutural em Blocos de Concreto**. São Paulo, 2005.

RAMALHO, M. A. **Alvenaria Estrutural – Blocos de Concreto – Parte 1: Projeto adaptado por Márcio Ramalho**, São Paulo, 2011.

REVISTA PRISMA, **Alvenaria – Passo a passo**, Editora Mandarim, São Paulo, 2011.

SILVA, F. B.; CARDOSO, F. F. **A importância da logística na organização dos sistemas de produção de edifícios**. VII ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO – QUALIDADE NO PROCESSO CONSTRUTIVO. Florianópolis, 1998.

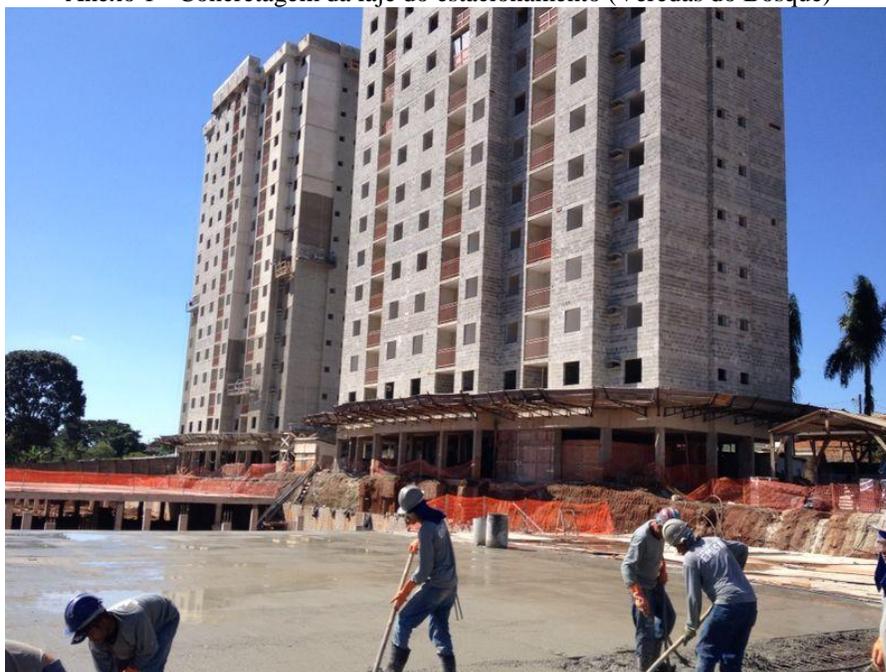
UNAMA – UNIVERSIDADE DA AMAZÔNIA. **Alvenaria Estrutural em Blocos de Concreto**. Pará, 2010.

UNIVERSIDADE ANHEMBI MORUMBI. **Sistema Construtivo em Alvenaria Estrutural de Blocos de Concreto – FREIRE B. S.** São Paulo, 2007.

UNESP, Francis. **Avaliação da Resistência à Compressão da Alvenaria Estrutural**, São Paulo, 2007.

ANEXOS

Anexo 1 - Concretagem da laje do estacionamento (Veredas do Bosque)



Anexo 2 - Armação e posicionamento dos eletrodutos na laje sobre alvenaria estrutural



