

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE – UFCG**  
**CENTRO DE TECNOLOGIA E RECURSOS NATURAIS – CTRN**  
**UNIDADE ACADÊMICA DE ENGENHARIA CIVIL**



**Relatório de Estágio Supervisionado da Construção do Edifício**  
**Residencial Unique**

**CÁSSIA MENDONÇA DOS ANJOS**  
**Matrícula: 20411162**

Campina Grande – PB  
Janeiro / 2009



Biblioteca Setorial do CDSA. Maio de 2021.

Sumé - PB

UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE  
CENTRO DE TECNOLOGIA E RECURSOS NATURAIS  
UNIDADE ACADÊMICA DE ENGENHARIA CIVIL  
COORDENAÇÃO DE ESTÁGIO SUPERVISIONADO

**Relatório de Estágio Supervisionado da Construção do Edifício  
Residencial Unique**

Supervisor: José Gomes da Silva (UFCG)

Orientador: Murilo Alves de Oliveira



Aluna: Cássia Mendonça dos Anjos

Campina Grande – PB

Janeiro / 2009

**CÁSSIA MENDONÇA DOS ANJOS**

**Matrícula: 20411162**

**Relatório de Estágio Supervisionado da Construção do Edifício  
Residencial Unique**

Relatório de estágio supervisionado apresentado à Universidade Federal de Campina Grande como um dos pré-requisitos para a graduação como Engenheiro Civil.

Supervisor: Professor José Gomes da Silva

Campina Grande – PB

Janeiro / 2009



## Agradecimentos

Agradeço a LMF E HM Construções SPE Ltda, que por meio do Engenheiro Civil Murilo Alves de Oliveira, ofereceu-me a oportunidade da realização do estágio, assim como também agradeço ao professor José Gomes da Silva pela orientação que me foi concedida.

Supervisor: José Gomes da Silva (UFCG)

Número de horas: 180 h

Empresa: LMF E HM Construções SPE Ltda

Endereço: rua Antônio Souza Lopes, s/n, Catolé, Campina Grande - PB

Telefone: (83) 3337-2912

## Lista de Figuras

- Figura 2.1 – Viga de transição
- Figura 2.2 – Viga em balanço
- Figura 2.3 – Laje nervurada bidirecional
- Figura 2.4 – Laje nervurada moldada no local
- Figura 2.5 – Vigotas pré-moldadas
- Figura 2.6 – Vigas embutidas na parede
- Figura 2.7 – Vigas invertidas
- Figura 2.8 – Seções típicas de vigas de concreto armado
- Figura 2.9 – Distribuição do carregamento nos pilares de um edifício
- Figura 2.10 - Dimensões mínimas para pilares
- Figura 2.11 - Desenho de fôrmas de um pavimento tipo de um edifício de concreto armado
- Figura 2.12 - Desenho de fôrmas de parte de um pavimento de um edifício de concreto armado
- Figura 2.13 - Corte esquemático de um edifício de concreto armado
- Figura 2.14 - Desenho de fôrmas de uma escada de quatro lances
- Figura 2.15 – Indicação de rebaixo em uma laje
- Figura 2.16 - Representação de uma mísula em uma viga
- Figura 2.17 – Convenção típica de pilares
- Figura 2.18 – Tijolo comum
- Figura 2.19 – Tijolo com furo cilíndrico
- Figura 2.20 – Tijolo com furo prismático
- Figura 2.21 – Tijolo laminado
- Figura 2.22 – Tijolo de solo cimento comum
- Figura 2.23 – Bloco de concreto
- Figura 2.24 - Detalhe do nivelamento da elevação da alvenaria
- Figura 2.25 - Detalhe do prumo das alvenarias
- Figura 2.26 - Colocação da argamassa de assentamento
- Figura 2.27 – Assentamento do tijolo
- Figura 2.28 – Retirada do excesso de argamassa
- Figura 2.29 - Ajuste corrente (comum)
- Figura 2.30 - Ajuste Francês
- Figura 2.31- Ajuste Inglês ou gótico
- Figura 2.32 - Canto em parede de meio tijolo no ajuste comum
- Figura 2.33 - Canto em parede de um tijolo no ajuste francês
- Figura 2.34 - Canto em parede de um tijolo no ajuste comum
- Figura 2.35 - Canto em parede de espelho
- Figura 2.36 - Canto em parede externa de um tijolo com parede interna de meio tijolo no ajuste francês
- Figura 2.37 - Exemplo de pilares de alvenaria
- Figura 3.1 – Planta de situação
- Figura 3.2 – Maquete eletrônica do Edifício Residencial Unique
- Figura 3.3 – Pavimento-tipo
- Figura 4.1 - Traços
- Figura 4.2 – Alvenaria
- Figura 4.3 – Escada – vista superior
- Figura 4.4 – Escada – elevação



- Figura 4.5 – Terreno do Edifício Vivant
- Figura 4.6 – Viga de bordo
- Figura 4.7 – Montagem da laje nervurada
- Figura 4.8 – Maciço junto ao pilar
- Figura 4.9 – Armação da laje
- Figura 4.10 – Enchimento da laje
- Figura 4.11 – Uso do vibrador
- Figura 4.12 – Molhagem e nivelção do concreto
- Figura 4.13 – Instalação elétrica 1
- Figura 4.14 – Instalação elétrica 2
- Figura 4.15 – Instalação elétrica 3
- Figura 4.16 – Instalação hidro-sanitária
- Figura 4.17 – Isométrica do banheiro
- Figura 4.18 – Aplicação do gesso



### **Lista de Tabelas**

Tabela 2.1 - Dimensões mínimas para lajes maciças segundo a NBR 6118

Tabela 3.1 – Áreas do edifício

Tabela 4.1 – Relação das atividades

Tabela 4.2 – Esquadrias do apartamento tipo 1

Tabela 4.3 - Esquadrias do apartamento tipo 2

Tabela 4.4 – Serviço de alvenaria

Tabela 4.5 – Marcação dos pontos

Tabela 4.6 – Conexões hidro-sanitárias de um pavimento



## Sumário

1.0 Introdução.....	9
2.0 Revisão teórica.....	10
2.1 Estruturas usuais de concreto armado.....	10
2.1.1 Lançamento estrutural.....	10
2.1.2 Pavimento tipo.....	11
2.2 Sugestões práticas.....	11
2.2.1 Estruturas de transição.....	11
2.2.2 Balanços.....	12
2.2.3 Outras recomendações.....	13
2.3 Elementos das estruturas de concreto armado.....	14
2.3.1 Lajes.....	14
2.3.1.1 Lajes maciças.....	14
2.3.1.2 Lajes nervuradas.....	16
2.3.2 Vigas.....	18
2.3.3 Pilares.....	20
2.3.4 Vigas baldrame.....	22
2.4 Aspectos de detalhamento de estruturas de concreto armado.....	22
2.4.1 Desenhos de fôrmas.....	22
2.4.2 Designação das peças.....	26
2.4.3 Recomendações gerais para o desenho de fôrmas.....	26
2.4.3.1 Lajes.....	26
2.4.3.2 Vigas.....	27
2.4.3.3 Pilares.....	28
2.5 Alvenaria.....	28
2.5.1 Elemento de alvenaria.....	28
2.5.1.1 Tijolos de barro cozido.....	29
2.5.1.2 Tijolos de solo cimento.....	31
2.5.1.3 Blocos de concreto.....	31
2.5.2 Elevação da alvenaria.....	32
3.0 O projeto – Edifício Residencial Unique.....	39
4.0 Atividades desenvolvidas.....	44
4.1 Relação das atividades.....	44
4.2 Cálculos realizados.....	49
4.3 Concretagem da lajes.....	58
4.4 Andamento das atividades.....	62
4.5 Conclusões.....	74
4.6 Referências bibliográficas.....	75



## 1.0 Introdução

O relatório apresentado é referente ao estágio supervisionado realizado na construção do Edifício Residencial Unique, compreendido entre os meses de setembro e dezembro de 2008.

Os objetivos do estágio foram a aquisição de experiência profissional em Engenharia Civil e a prática dos conhecimentos teóricos adquiridos no decorrer do curso. Assim, por meio do acompanhamento do dia-a-dia de uma obra, procurou-se esclarecer possíveis dúvidas acerca de conhecimentos teóricos e a complementação do estudo científico desenvolvido na universidade.

As atividades acompanhadas foram referentes à parte estrutural, alvenaria e gerenciamento, além dos projetos elétrico e hidro-sanitário.

O trabalho foi realizado com o auxílio do engenheiro responsável pela obra, Murilo Alves de Oliveira, e sob a supervisão do professor José Gomes da Silva.



## 2.0 Revisão teórica

### 2.1 Estruturas usuais de concreto armado

#### 2.1.1 Lançamento estrutural

O primeiro passo para a concepção de uma estrutura envolve a definição do **arranjo estrutural**. Nos edifícios usuais de concreto armado, o arranjo estrutural é constituído por lajes, vigas e pilares ou pela união desses elementos. No nível da fundação, os pilares transmitem as cargas da estrutura ao terreno, através de elementos estruturais como sapatas diretas, blocos, estacas, tubulões, etc.

A definição do arranjo estrutural é chamada comumente de **lançamento estrutural**. O lançamento estrutural é uma das etapas mais importantes do projeto de uma estrutura de concreto armado. O lançamento estrutural envolve:

- a definição da posição dos elementos estruturais que compõem a estrutura (lajes, vigas, pilares, etc...);
- a definição da forma e dimensões dos elementos estruturais.

Considerando as ações verticais e horizontais que solicitam uma estrutura, deve-se procurar dispor e definir os elementos estruturais de forma a criar condições de absorvê-las, conduzindo-as até as fundações, tendo sempre em vista minimizar as interferências com o arranjo arquitetônico.

A definição da disposição das peças estruturais num edifício é influenciada por diversos fatores. No caso dos edifícios residenciais usuais, por exemplo, a posição da caixa d'água, a posição das escadas, a posição dos elevadores, a cobertura, o leiaute do pavimento tipo, a garagem, etc., trazem implicações importantes para a concepção da estrutura. Além dos fatores citados acima, é necessário avaliar a interferência com os projetos de instalações (hidro-sanitário, elétrico, incêndio, etc.).

No caso dos edifícios com garagem ou estacionamento, a definição das vagas condiciona a disposição dos pilares e vice-versa. A posição dos pilares

influencia no arranjo das vigas que, por sua vez, delimitam as lajes. Por isso a estrutura é chamada de sistema, ou seja, um conjunto de elementos que interagem.

O estudo detalhado do projeto arquitetônico é fundamental para a definição de um arranjo estrutural compatível com mesmo. Quanto melhor for o lançamento estrutural, menores serão as modificações a serem introduzidas no dimensionamento da estrutura.

### **2.1.2 Pavimento Tipo**

A escolha da estrutura de um edifício de andares múltiplos começa pelo PAVIMENTO TIPO, fixando-se a posição de vigas e pilares, levando sempre em consideração a posição da caixa d'água. Em boa parte dos casos, a posição da caixa d'água coincide com a caixa de escadas.

Com a estrutura do PAVIMENTO TIPO resolvida, verifica-se se posição dos pilares pode ser mantida nos outros pavimentos. Nesta análise são considerados aspectos estéticos e funcionais das garagens, pilotis, salões de festas, "play-grounds", etc.

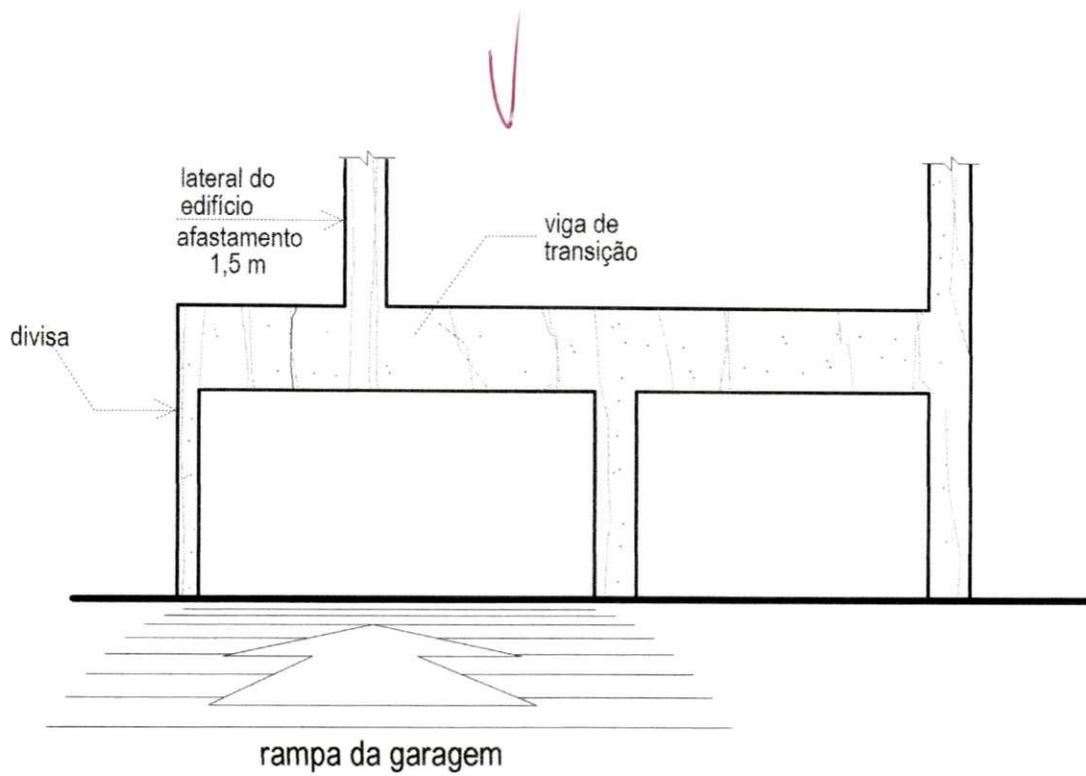
Caso não seja possível manter a posição dos pilares, tenta-se reformular a estrutura do PAVIMENTO TIPO até compatibilizar a posição dos pilares com os outros pavimentos.

## **2.2 SUGESTÕES PRÁTICAS**

### **2.2.1 Estruturas de transição**

No caso de edifícios, pode ocorrer uma incompatibilidade entre a posição dos pilares em dois pavimentos diferentes. Essa situação pode existir em função de diferenças no leiaute dos pavimentos, como é o caso nos edifícios residenciais, que possuem garagem e pavimento tipo. Nesses casos, utiliza-se uma estrutura de transição como a mostrada na Figura 2.1.

As estruturas de transição, na grande maioria das vezes, são caras e de grande responsabilidade estrutural. Portanto, deve-se procurar conceber o arranjo estrutural de forma a minimizar sua ocorrência.

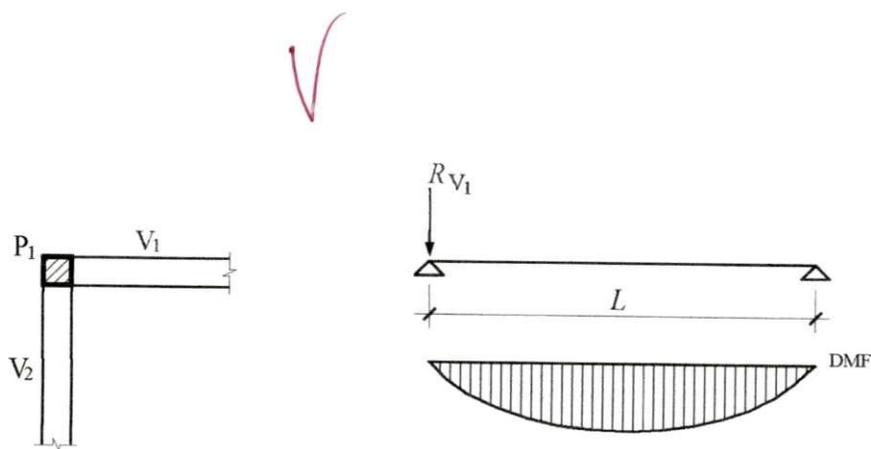


**Figura 2.1 - Viga de transição**

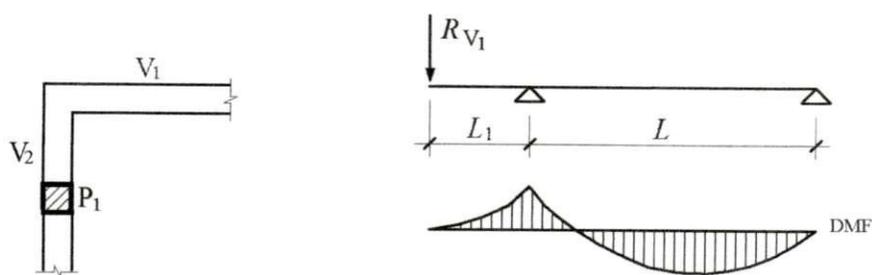
### 2.2.2 Balanços

Outro artifício que muitas vezes ajuda a resolver o problema do lançamento estrutural é a execução de balanços. O balanço proporciona também uma melhor distribuição dos momentos fletores, contanto que o comprimento do balanço  $L_1$  fique em torno de  $0,25 L$  (Figura 4.2).

*(No entanto, apresenta grande deformação)*



(a) pilar na extremidade da viga



(b) viga em balanço

**Figura 2.2 - Viga em balanço.**

### 2.2.3 Outras recomendações

- Toda estrutura deve ser projetada levando-se em consideração as cargas verticais e horizontais. Nos casos de estruturas de pequeno porte, quando a ação do vento não é preponderante, podendo até mesmo ser desconsiderada em projeto, é suficiente enrijecer determinados elementos da estrutura, tais como: caixa de escada, poços de elevadores, torres de caixas d'água, etc.
- Toda caixa de escada deve ter pilares e vigas no seu contorno.
- Deve-se observar a necessidade ou não de juntas de dilatação na estrutura. A consideração dos efeitos térmicos em uma estrutura é complexa e, portanto, deve ser evitada.
- Desníveis entre partes da estrutura podem exigir muros de arrimo ou cortinas de contenção. Pode-se projetar esses elementos ligados à estrutura do edifício com a finalidade de diminuir os esforços que neles surgiriam, caso fossem considerados isolados.

## 2.3 ELEMENTOS DAS ESTRUTURAS DE CONCRETO ARMADO

A NBR 6118<sup>103</sup> norma brasileira que regulamenta o projeto e a execução de estruturas de concreto armado, determina dimensões mínimas para os elementos constituintes da estrutura. Ressalta-se que as dimensões mínimas não são necessariamente as mais econômicas.

### 2.3.1 Lajes

A distinção entre os diversos tipos de laje se faz basicamente em função do processo construtivo. Assim, nos próximos tópicos, citam-se alguns tipos distintos de laje usualmente empregados e suas particularidades.

#### 2.3.1.1 Lajes maciças

Historicamente, a laje maciça tem sido muito empregada na construção de edificações de concreto armado. Chama-se de laje maciça à laje de concreto com espessura constante, moldada *in loco* a partir do lançamento do concreto fresco sobre um sistema de formas planas.

O custo de uma laje maciça está diretamente relacionado com a espessura da laje. Como as outras duas dimensões são de ordem de grandeza muito maior, qualquer alteração da espessura implica numa variação considerável do volume de concreto da laje e, conseqüentemente, do seu peso próprio. Assim, lajes esbeltas, ou seja, com espessura pequena, são normalmente mais econômicas.

Por outro lado, lajes de pequena espessura com frequência vibram bastante quando solicitadas por cargas dinâmicas, proporcionam pouco isolamento acústico e podem sofrer deformações acentuadas, causando desconforto para os usuários.

A tabela 1 apresenta as dimensões mínimas para lajes, regulamentadas pela NBR 6118, norma brasileira que regulamenta o projeto e a execução de estruturas de concreto armado.

**Tabela 2.1** - Dimensões mínimas para lajes maciças segundo a NBR 6118

tipo da laje	espessura mínima
laje de cobertura	$h = 5,0$ cm
laje de piso	$h = 7,0$ cm
laje em balanço	$h = 7,0$ cm
laje de garagem	$h = 12,0$ cm

(Depressão!)

Lajes de dimensões muito reduzidas conduzem a um maior consumo de fôrmas. Portanto, na medida do possível, procura-se projetar lajes com área não inferior a  $6,0 \text{ m}^2$ . Por outro lado, lajes que ultrapassem a dimensão de  $6,0$  m na menor dimensão, podem se tornar anti-econômicas e exigirem um aumento considerável da espessura para atenderem os critérios de deformação.

A espessura econômica para lajes está associada ao tamanho dos vãos. Os vãos econômicos para lajes maciças de concreto armado ficam em torno de  $4,0$  m, resultando áreas de  $15$  a  $20 \text{ m}^2$ .

As ações usualmente atuantes nas lajes são as seguintes:

- peso próprio;
- peso de revestimento (pavimento: granito, tábua corrida; revestimento da face inferior);
- impermeabilização / isolamento;
- sobrecargas de utilização (NBR 6120);
- coberturas.

Nas áreas destinadas a sanitários e áreas de serviço, era comum se projetar lajes rebaixadas, sobre as quais eram colocadas as instalações sanitárias. Já há algum tempo tem-se preferido projetar a laje dessas áreas nivelada com as demais, colocando-se a tubulação na sua face inferior, escondida por um forro falso, que permite o acesso às instalações no caso de eventuais problemas, sem grandes transtornos.

### 2.3.1.2 Lajes nervuradas

Uma laje nervurada é constituída por um conjunto de vigas que se cruzam, solidarizadas pela mesa. Esse elemento estrutural terá comportamento intermediário entre o de laje maciça e o de grelha.

Segundo a NBR 6118:2003, lajes nervuradas são "lajes moldadas no local ou com nervuras pré-moldadas, cuja zona de tração é constituída por nervuras entre as quais pode ser colocado material inerte."

As evoluções arquitetônicas, que forçaram o aumento dos vãos, e o alto custo das formas tornaram as lajes maciças desfavoráveis economicamente, na maioria dos casos. Surgem, como uma das alternativas, as lajes nervuradas (ver figura 2.3).



Figura 2.3 – Laje nervurada bidirecional (FRANCA & FUSCO, 1997)

Resultantes da eliminação do concreto abaixo da linha neutra, elas propiciam uma redução no peso próprio e um melhor aproveitamento do aço e do concreto. A resistência à tração é concentrada nas nervuras, e os materiais de enchimento têm como função única substituir o concreto, sem colaborar na resistência.

Essas reduções propiciam uma economia de materiais, de mão-de-obra e de fôrmas, aumentando assim a viabilidade do sistema construtivo. Além disso, o emprego de lajes nervuradas simplifica a execução e permite a

industrialização, com redução de perdas e aumento da produtividade, racionalizando a construção.

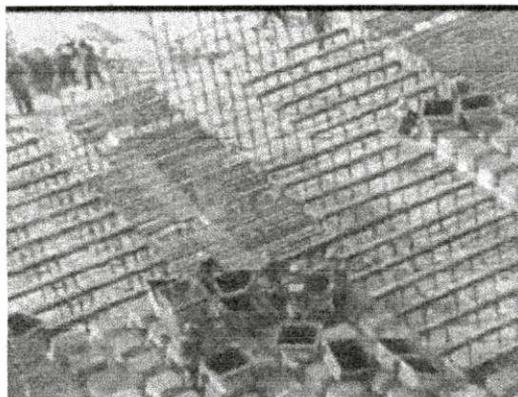
As lajes nervuradas podem ser moldadas no local ou podem ser executadas com nervuras pré-moldadas.

#### **a) Laje moldada no local**

Todas as etapas de execução são realizadas "in loco". Portanto, é necessário o uso de fôrmas e de escoramentos, além do material de enchimento. Podem-se utilizar fôrmas para substituir os materiais inertes. Essas fôrmas já são encontradas em polipropileno ou em metal, com dimensões moduladas, sendo necessário utilizar desmoldantes iguais aos empregados nas lajes maciças .

#### **b) Laje com nervuras pré-moldadas**

Nessa alternativa, as nervuras são compostas de vigotas pré-moldadas, que dispensam o uso do tabuleiro da fôrma tradicional. Essas vigotas são capazes de suportar seu peso próprio e as ações de construção, necessitando apenas de cimbramentos intermediários. Além das vigotas, essas lajes são constituídas de elementos de enchimento, que são colocados sobre os elementos pré-moldados, e também de concreto moldado no local. Há três tipos de vigotas (Figura 2.4).



**Figura 2.4 – Laje nervurada moldada no local**

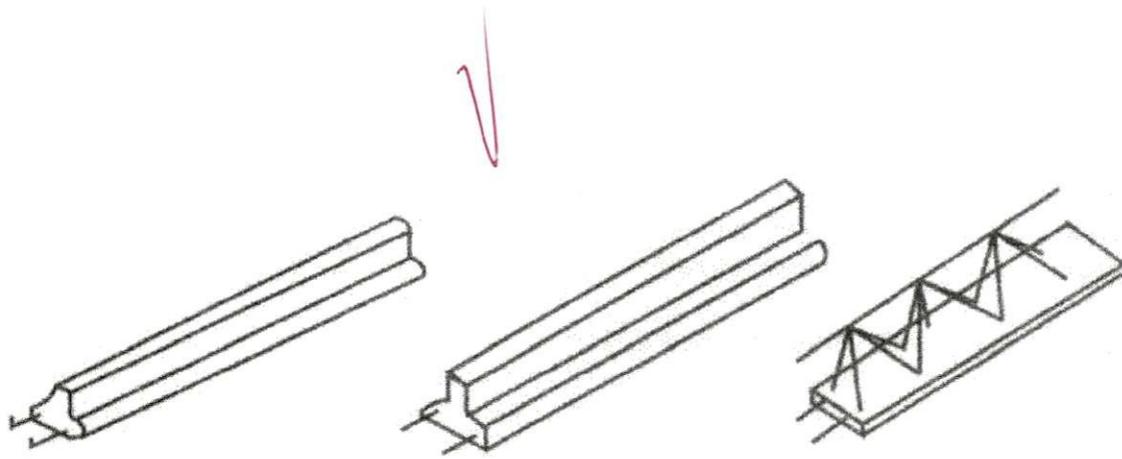


Figura 2.5 – Vigotas pré-moldadas (FRANCA & FUSCO,1997)

### 2.3.2 Vigas

As vigas são os elementos da estrutura que recebem as reações das lajes, e eventualmente de outras vigas, e as transmitem para os pilares. São elementos geralmente horizontais, sujeitos a cargas transversais ao seu eixo longitudinal, trabalhando essencialmente à flexão.

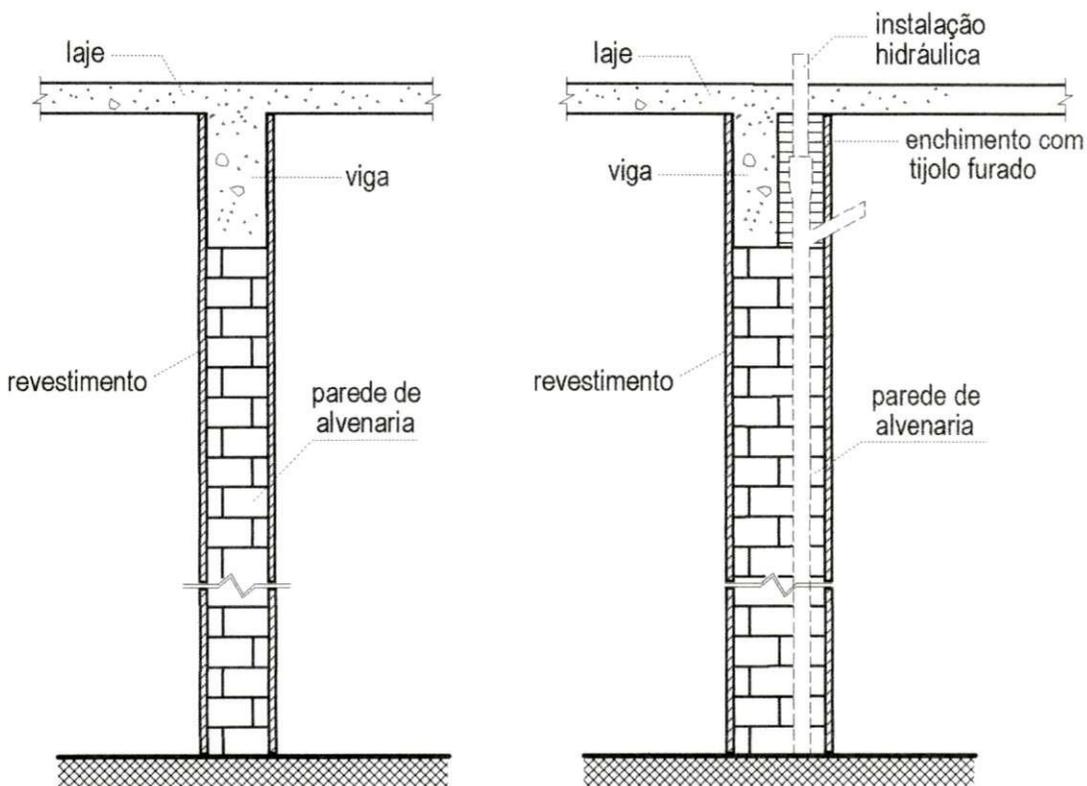


Figura 2.6 - Vigas embutidas na parede.

As vigas numa estrutura de concreto armado podem ser revestidas ou aparentes. Para edifícios residenciais e comerciais, com frequência opta-se por

V

esconder a estrutura, ou seja, o revestimento cobre as vigas e pilares (Figura 4.3). Nesses casos, a largura das vigas depende da espessura das paredes.

- paredes externas com 25 cm  $\Rightarrow$  vigas com 20 cm
- paredes externas com 15 cm  $\Rightarrow$  vigas com 12 cm
- paredes internas com 15 cm  $\Rightarrow$  vigas com 10 a 12 cm

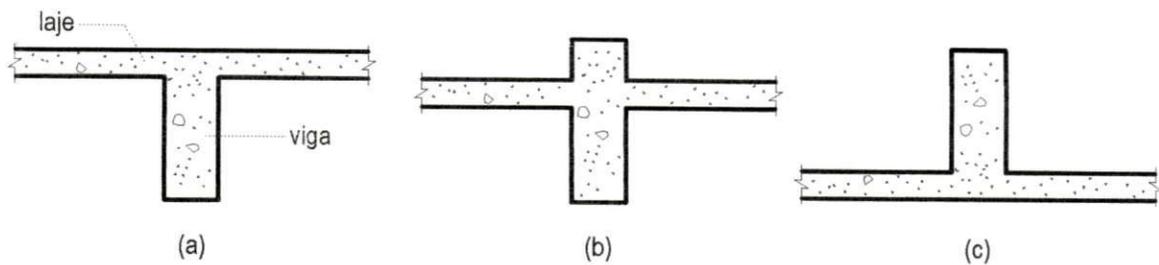
Em geral, vigas aparentes em locais de mudança de ambiente não ferem a estética.

Há alguns anos atrás, era comum projetar vigas em quase todas as posições de paredes, o que levava a um grande consumo de fôrmas. Atualmente, dado ao custo das fôrmas e à agilidade construtiva, é comum se considerar paredes descarregando seu peso próprio diretamente sobre lajes, o que conduz a estruturas menos recortadas, lajes maiores e menos vigas.

As vigas não precisam descarregar diretamente sobre pilares, podendo existir apoio de viga sobre viga. A viga de maior altura, sendo a de menor vão, tem rigidez muito superior àquela de menor altura, de modo que a menor se apóia na maior, denominada viga principal.

Um dos aspectos a ser levado em consideração para definir o afastamento entre dois pilares é a altura que a viga que se apóia neles vai assumir, tomando-se os devidos cuidados quanto à verificação da dimensão desses elementos sobre as aberturas em geral.

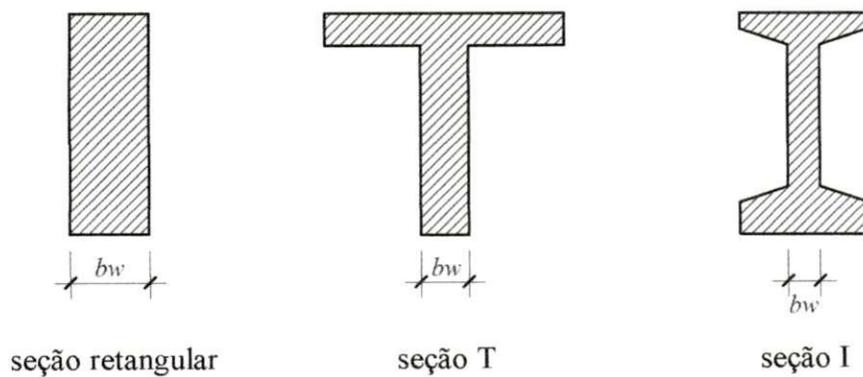
A posição mais comum das vigas nas estruturas de concreto armado é sob as lajes. Todavia pode-se construir a viga sobre a laje ou com a laje passando por seu intermédio. Nesses casos têm-se as chamadas vigas invertidas ou semi-invertidas (Figura 2.7).



**Figura 2.7** - Vigas invertidas: (a) normal; (b) semi-invertida; (c) invertida.

As vigas invertidas são utilizadas em situações nas quais se deseja que a viga não apareça na face inferior da laje, geralmente por questões de estética. As semi-invertidas são empregadas em situações nas quais o pé-direito ou as esquadrias limitem a altura útil da viga e o projeto estrutural exija uma viga alta.

A limitação que a NBR 6118 impõe para as vigas é que a espessura da alma seja de pelo menos 8,0 cm (Figura 2.8).



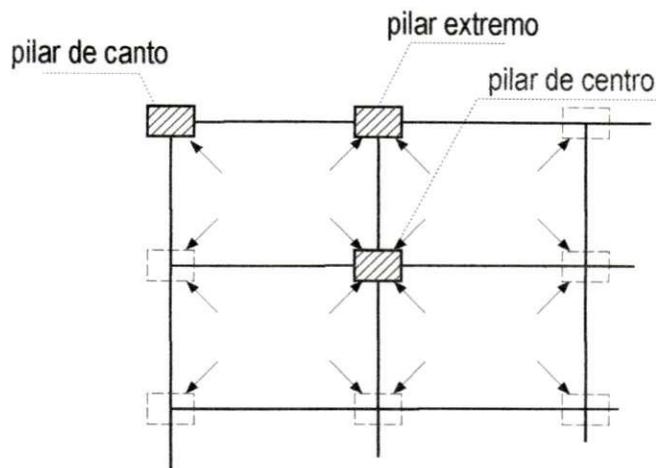
**Figura 2.8** - Seções típicas de vigas de concreto armado.

### 2.3.3 Pilares

O pilar é a peça de mais responsabilidade da estrutura. Se uma viga ou uma laje sofre uma ruptura, em geral é possível recuperar a estrutura. Se a mesma coisa ocorre com um pilar, a recuperação é difícil.

Usualmente, concretam-se primeiramente os pilares e posteriormente as vigas e lajes.

A distribuição do carregamento nos pilares de um edifício ocorre conforme a representação na Figura 2.9 abaixo.



**Figura 2.9** - Distribuição do carregamento nos pilares de um edifício.

A princípio, seria interessante colocar pilares em todos os cruzamentos de vigas, o que faria com que as cargas percorressem o caminho mais curto entre o ponto de aplicação e a fundação. Entretanto, uma estrutura pode se tornar anti-econômica e até mesmo, proibitiva sob o ponto de vista funcional, caso sejam projetados pilares muito próximos uns dos outros.

Os pilares devem se localizar em pontos que não interfiram no conjunto arquitetônico e não comprometam a circulação de halls, salas, pilotis, garagens, etc.

Para pilares com função estrutural, a NBR 6118 determina que a menor dimensão atenda aos seguintes limites:

$$b \text{ (menor dimensão)} \geq \begin{cases} 20 \text{ cm} \\ \frac{1}{25} \text{ da altura livre} \end{cases}$$

Em alguns casos especiais a norma admite  $b < 20 \text{ cm}$ , contanto que o coeficiente de majoração das cargas  $\gamma_f = 1,8$ .



**Figura 2.10** - Dimensões mínimas para pilares.

### 2.3.4 Vigas baldrame

Na construção convencional de edifícios, ao nível dos blocos de fundação é executado um vigamento cuja função é dar suporte às paredes e ligar os pilares, travando a estrutura na horizontal. Essas vigas são denominadas cintas de fundação ou vigas baldrame.

As cargas atuantes nas cintas de fundação são o peso próprio e carga de parede, se houver.

As cintas são usadas entre pilares vizinhos, de modo contínuo ou não, e sempre que existir parede nesse nível. Para as cintas, são válidas as mesmas recomendações feitas para as vigas em geral, com a ressalva de que as cintas ficam "embutidas" no próprio solo de fundação.

Em geral, o cintamento não recebe o carregamento de lajes. O contrapiso é executado diretamente sobre o terreno compactado.

## 2.4 ASPECTOS DO DETALHAMENTO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO ARMADO

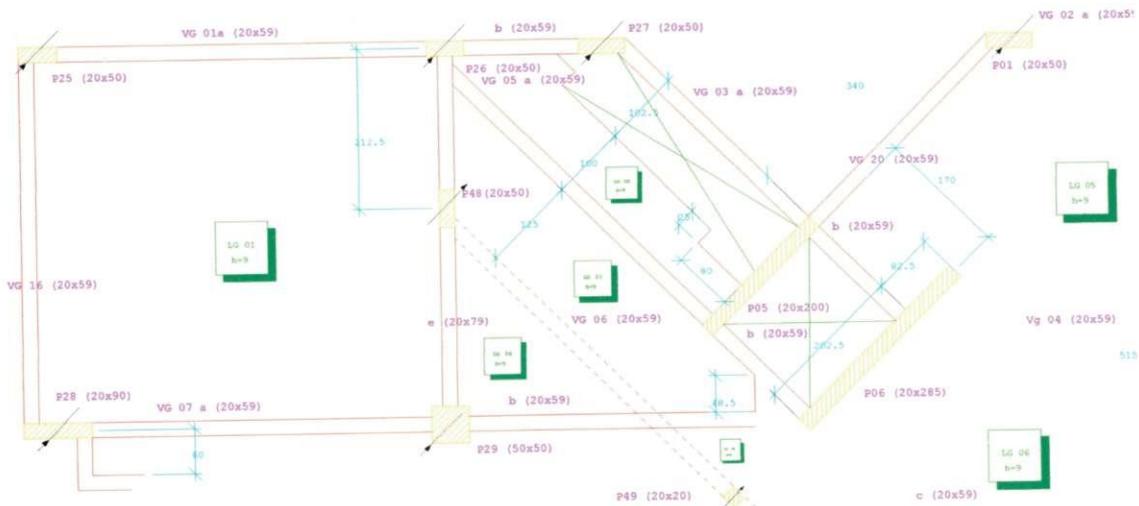
### 2.4.1 Desenhos de fôrmas

Os desenhos de fôrmas devem permitir um perfeito conhecimento da forma e dimensões de todos os elementos da estrutura. Envolve plantas, cortes, elevações e detalhes dos elementos estruturais. São usualmente feitos na escala 1:50 ou 1:100, desde que não haja prejuízo da clareza do desenho.

Na Figura 2.11 apresenta-se um desenho de fôrmas de um pavimento tipo de um edifício de concreto armado. Na Figura 2.12 apresenta-se um desenho de fôrmas de uma escada de quatro lances.



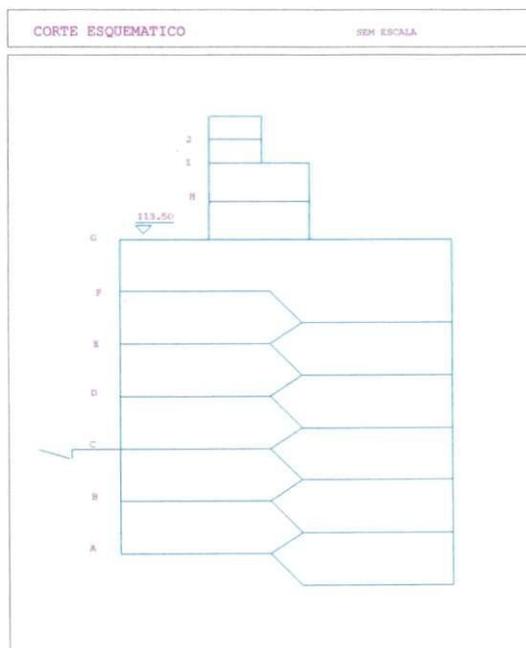
**Figura 2.11** - Desenho de fôrmas de um pavimento tipo de um edifício de concreto armado.



*? Legends ?*

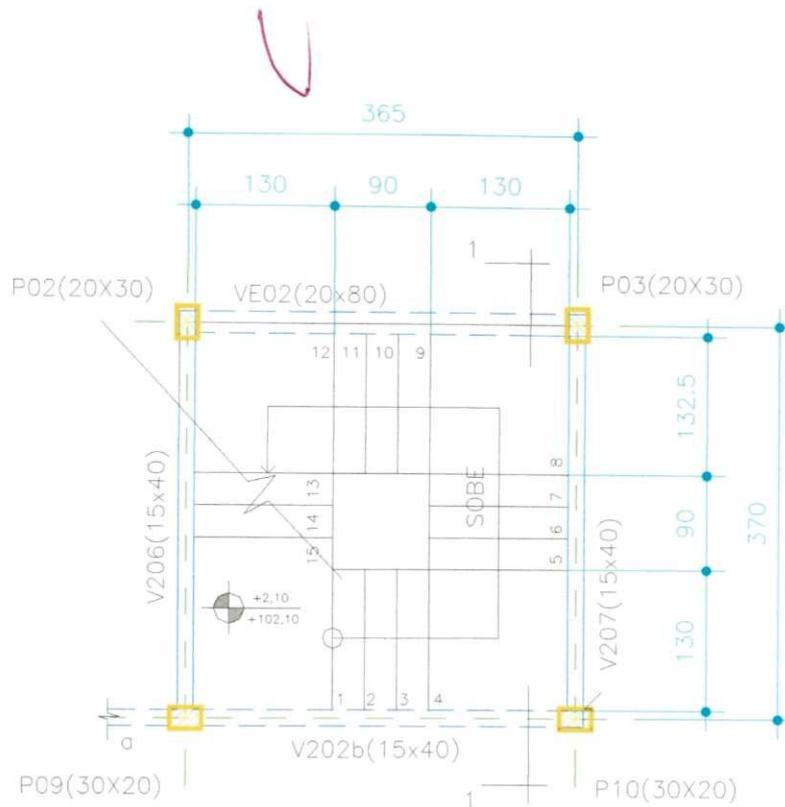
**Figura 2.12** - Desenho de fôrmas de parte de um pavimento de um edifício de concreto armado

Na Figura 2.13 apresenta-se um corte esquemático de um edifício de concreto armado, representado usualmente junto à planta de fôrmas, com a finalidade de facilitar a identificação do pavimento a que o desenho de fôrmas se refere.



**Figura 2.13** - Corte esquemático de um edifício de concreto armado

Na Figura 2.14 apresenta-se um desenho de fôrmas de uma escada de quatro lances.



**Figura 2.14-** Desenho de fôrmas de uma escada de quatro lances.

Alguns princípios devem ser seguidos no desenvolvimento de um desenho de fôrmas:

- A planta de fôrmas de um pavimento representa a sua projeção em um plano paralelo, situado na parte inferior. As arestas visíveis são aquelas que ficam voltadas para o plano de projeção. A exceção nesta regra ocorre no desenho de fôrmas de escadas, sapatas e blocos de fundação, nos quais as arestas visíveis são aquelas que ficam voltadas para um plano paralelo situado na parte superior.
- O corte compreende a projeção, em plano vertical, que passa imediatamente antes da seção a representar.
- A elevação compreende a projeção, em plano vertical, que passa imediatamente antes do conjunto a representar, sem corte de qualquer elemento.

## 2.4.2 Designação das peças

A designação das peças na planta de fôrmas é feita através de símbolos, seguidos do respectivo número de ordem. Os símbolos utilizados são:

- Lajes            L
- Vigas            V
- Pilares         P
- Blocos           B
- Paredes         PAR

Para que um elemento estrutural possa ficar perfeitamente definido em um desenho de fôrmas, é necessário definir suas dimensões, locação e posição em relação a eixos, divisas, testadas ou linhas de referência relevantes.

## 2.4.3 Recomendações gerais para o desenho de fôrmas

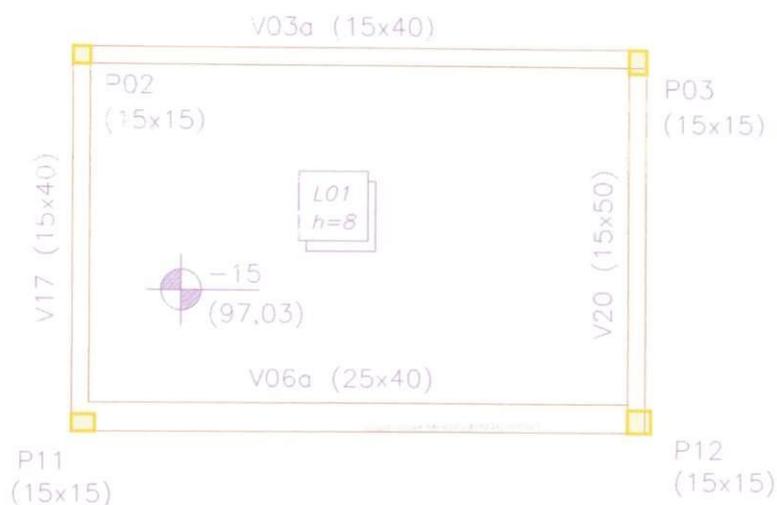
Para confecção de desenhos de fôrmas devem ser observadas uma série recomendações de acordo com o tipo de elemento representado:

### 2.4.3.1 Lajes

A numeração das lajes deverá ser feita começando do canto superior esquerdo do desenho, prosseguindo-se para a direita, sempre em linhas sucessivas, de modo a facilitar a localização de cada laje. Ou seja, a numeração deverá ser feita de cima para baixo e da esquerda para a direita. As lajes simétricas podem ser identificadas pelo mesmo número.

As espessuras das lajes devem ser indicadas em cada laje ou em nota à parte.

Os rebaixos ou superelevações da face superior das lajes serão indicados pelo valor em centímetros, precedido do sinal (-) ou (+), utilizando-se uma simbologia apropriada (Figura 2.15)



**Figura 2.15-** Indicação de rebaiço em uma laje

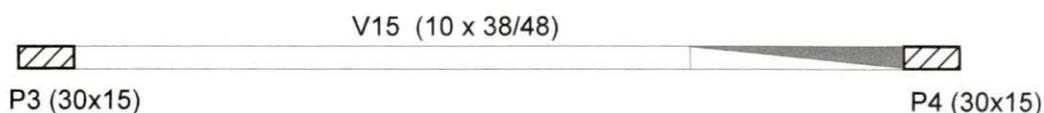
### 2.4.3.2 Vigas

Para as vigas horizontais a numeração deverá ser feita a partir do canto superior esquerdo, prosseguindo-se por alinhamentos sucessivos até atingir o canto inferior direito. Para as vigas verticais, partindo-se do canto inferior esquerdo, para cima, por fileiras sucessivas, até atingir o canto superior direito. Numeram-se primeiramente as vigas horizontais e depois as verticais.

Para as vigas cuja inclinação com a horizontal variar de 0 a 45° podem ser consideradas como dispostas horizontalmente.

Cada vão das vigas contínuas será designado pelo número comum à viga, seguido de uma letra maiúscula. Junto da designação de cada viga deverão ser indicadas suas dimensões.

Quando houver mísula, traça-se uma diagonal do retângulo representativo da mísula e hachura-se um dos triângulos resultantes, assinalando-se a variação numérica das dimensões (Figura 2.16).



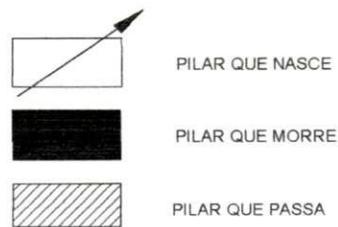
**Figura 2.16-** Representação de uma mísula em uma viga

### 2.4.3.3 Pilares

A numeração dos pilares deverá ser feita partindo-se do canto superior esquerdo, prosseguindo-se por alinhamentos sucessivos até atingir o canto inferior direito. As dimensões dos pilares deverão ser indicadas ao lado de cada pilar, acompanhadas de sua identificação. Na numeração dos pilares, normalmente não se utiliza a simetria da estrutura por se considerar que este procedimento poderia causar sérias dúvidas durante a execução.

A variação das dimensões dos pilares é um procedimento comum quando se tem pavimentos-tipo em uma edificação. Admite-se que esta variação de dimensões das seções transversais possa ser mostrada através de uma tabela, sem a necessidade de modificar a planta de fôrmas do pavimento tipo.

Para que se tenha uma perfeita definição dos pilares em um desenho de fôrmas é necessário se adotar uma convenção apropriada, indicando os elementos que nascem, passam ou morrem no nível detalhado (Figura 2.17).



**Figura 2.17** - Convenção típica de pilares

## 2.5 Alvenaria

### 2.5.1 Elemento de alvenaria

Produto industrializado, de formato paralelepipedal, para compor uma alvenaria, podendo ser:



### 2.5.1.1 - Tijolos de barro cozido

#### a - Tijolo comum (maciço, caipira)

São blocos de barro comum, moldados com arestas vivas e retilíneas (Figura 2.18), obtidos após a queima das peças em fornos contínuos ou periódicos com temperaturas da ordem de 900 a 1000°C.

\* dimensões mais comuns: 21x10x5

\* peso: 2,50kg

\* resistência do tijolo: 20kgf/cm<sup>2</sup>

? corrigir para MPa

\* quantidades por m<sup>2</sup>:

parede de 1/2 tijolo: 77un

parede de 1 tijolo: 148un

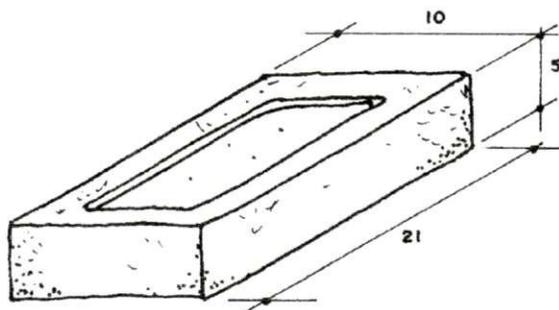


Figura 2.18 - Tijolo comum

#### b - Tijolo furado (baiano)

Tijolo cerâmico vazado, moldados com arestas vivas retilíneas. São produzidos a partir da cerâmica vermelha, tendo a sua conformação obtida através de extrusão.

\* dimensões: 9x19x19cm

??

\* quantidade por m<sup>2</sup>:

parede de 1/2 tijolo: 22un

parede de 1 tijolo: 42un

\* peso = 3,0kg

MPa?

MPa?

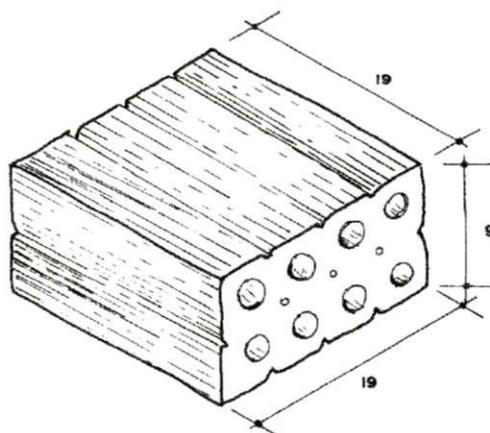
\* resistência do tijolo = espelho: 30kgf/cm<sup>2</sup> e um tijolo: 10kgf/cm<sup>2</sup>

\* resistência da parede = 45kgf/cm<sup>2</sup>

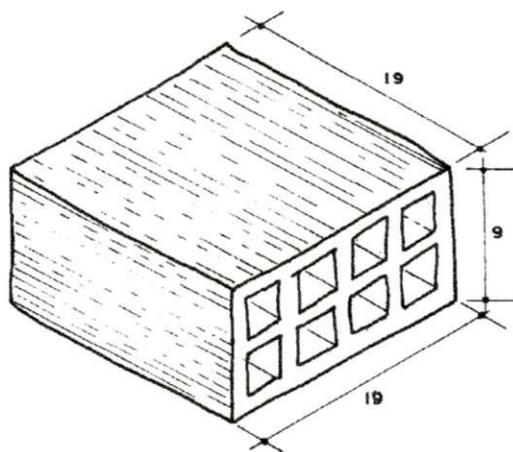
A seção transversal destes tijolos é variável, existindo tijolos com furos cilíndricos (Figura 2.19) e com furos prismáticos (Figura 2.20).

No assentamento, em ambos os casos, os furos dos tijolos estão dispostos paralelamente à superfície de assentamento o que ocasiona uma diminuição da resistência dos painéis de alvenaria.

As faces do tijolo sofrem um processo de vitrificação, que compromete a aderência com as argamassas de assentamento e revestimento, por este motivo são constituídas por ranhuras e saliências, que aumentam a aderência.



**Figura 2.19 - Tijolo com furo cilíndrico**



**Figura 2.20 - Tijolo com furo prismático**

### **c - Tijolo laminado (21 furos)**

Tijolo cerâmico utilizado para executar paredes de tijolos à vista (Figura 2.21). O processo de fabricação é semelhante ao do tijolo furado.

\* dimensões: 23x11x5,5cm

\* quantidade por m<sup>2</sup>:

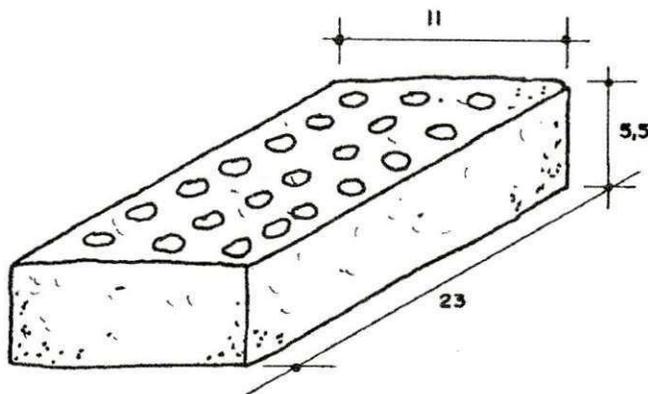
parede de 1/2 tijolo: 70un

parede de 1 tijolo: 140un

\* peso aproximado = 2,70kg

\* resistência do tijolo = 35kgf/cm<sup>2</sup>

\* resistência da parede: 200 a 260kgf/cm<sup>2</sup>



**Figura 2.21 - Tijolo laminado**

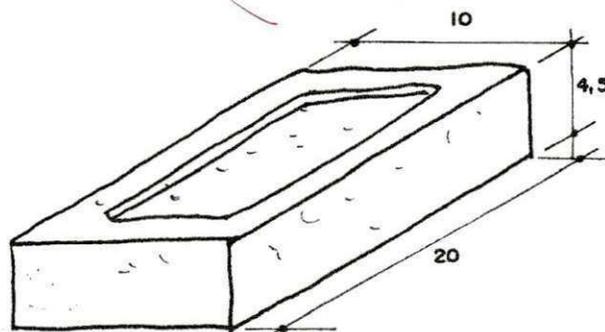
### 2.5.1.2 - Tijolos de solo cimento

Material obtido pela mistura de solo arenoso - 50 a 80% do próprio terreno onde se processa a construção, cimento Portland de 4 a 10%, e água, prensados mecanicamente ou manualmente. São assentados por argamassa mista de cimento, cal e areia no traço 1:2:8 (Figura 2.22) ou por meio de cola.

\* dimensões: 20x10x4,5cm

\* quantidade: a mesma do tijolo maciço de barro cozido

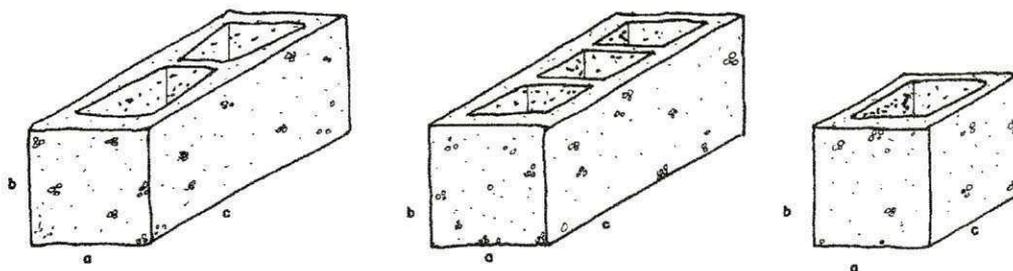
\* resistência a compressão: 30kgf/cm<sup>2</sup>



**Figura 2.22 - Tijolo de solo cimento comum**

### 2.5.1.3 - Blocos de concreto

Peças regulares e retangulares, fabricadas com cimento, areia, pedrisco, pó de pedra e água (Figura 2.23; 2.24). O equipamento para a execução dos blocos é a presa hidráulica. O bloco é obtido através da dosagem racional dos componentes, e dependendo do equipamento é possível obter peças de grande regularidade e com faces e arestas de bom acabamento. Em relação ao acabamento os blocos de concreto podem ser para revestimento (mais rústico) ou aparentes.



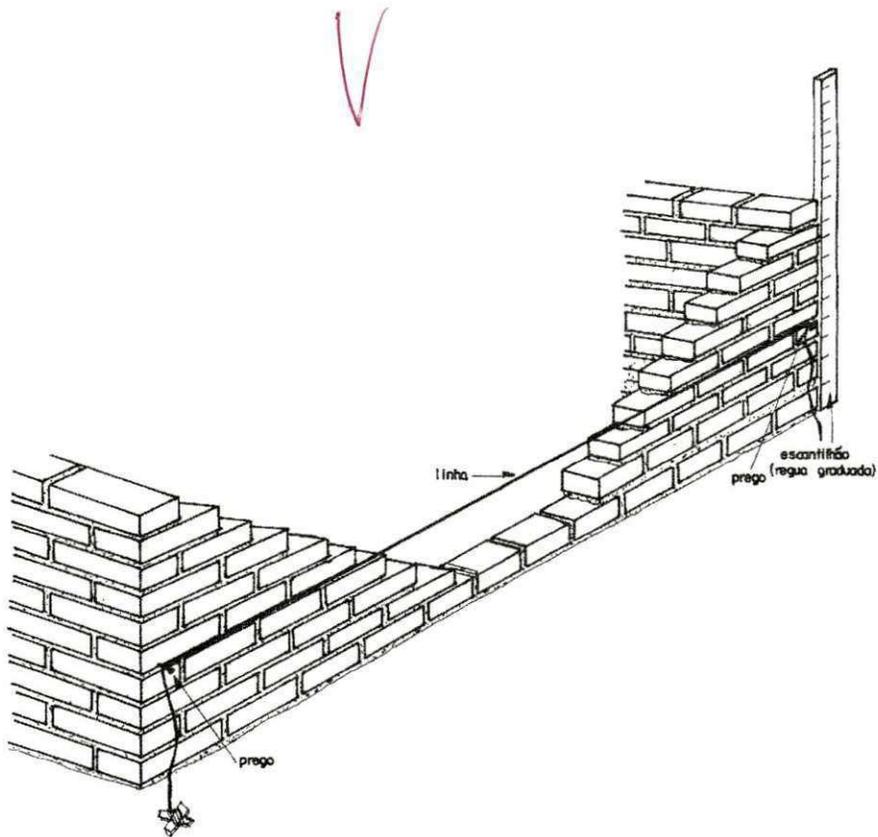
**Figura 2.23 - Bloco de concreto**

## 2.5.2 Elevação da alvenaria:

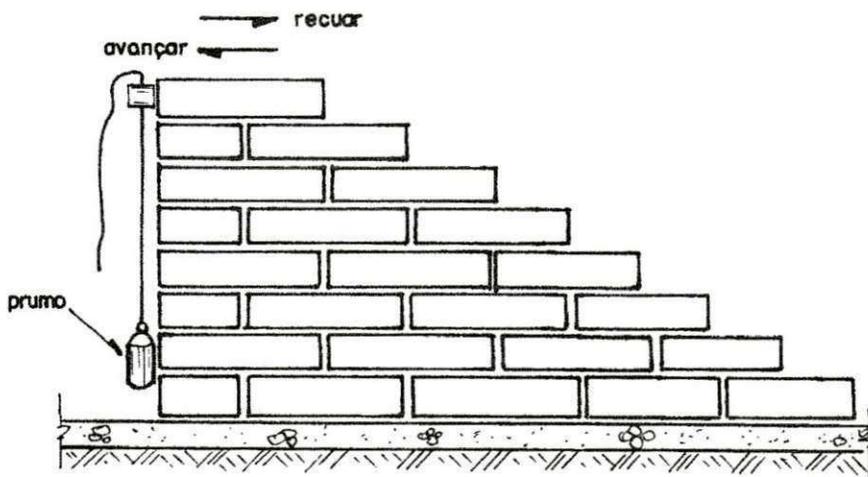
### - Paredes de tijolos maciços

Depois de, no mínimo, um <sup>3</sup> dia da impermeabilização, serão erguidas as paredes conforme o projeto de arquitetura. O serviço é iniciado pelos cantos (Figura 2.24) após o *destacamento das paredes* (assentamento da primeira fiada), obedecendo ao prumo de pedreiro para o alinhamento vertical (Figura 2.25) e o escantilhão no sentido horizontal (Figura 2.26).

Os cantos são levantados primeiro porque, desta forma, o restante da parede será erguida sem preocupações de prumo e horizontalidade, pois se estica uma linha entre os dois cantos já levantados, fiada por fiada. A argamassa de assentamento utilizada é de cimento, cal e areia no traço 1:2:8.



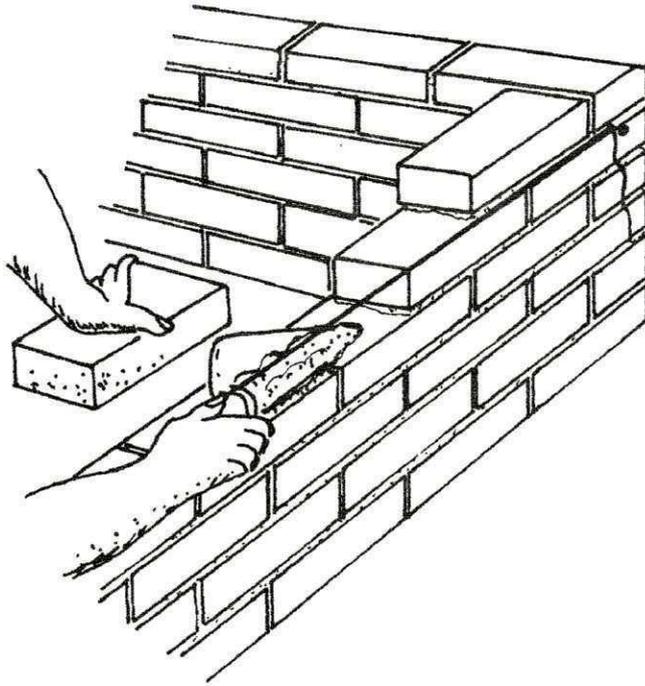
**Figura 2.24 - Detalhe do nivelamento da elevação da alvenaria**



**Figura 2.25 - Detalhe do prumo das alvenarias**

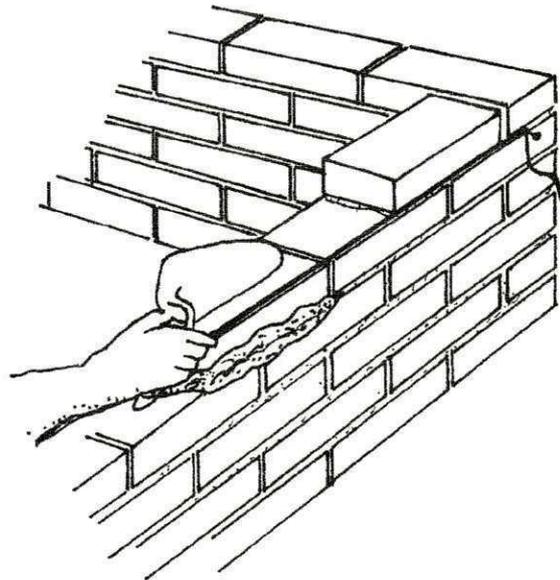
Pode-se ver nos desenhos (Figura 2.26; 2.27; 2.28) a maneira mais prática de executar-se a elevação da alvenaria, verificando o nível e o prumo.

1 – Colocada a linha, a argamassa e disposta sobre a fiada anterior, conforme a Figura 2.26.



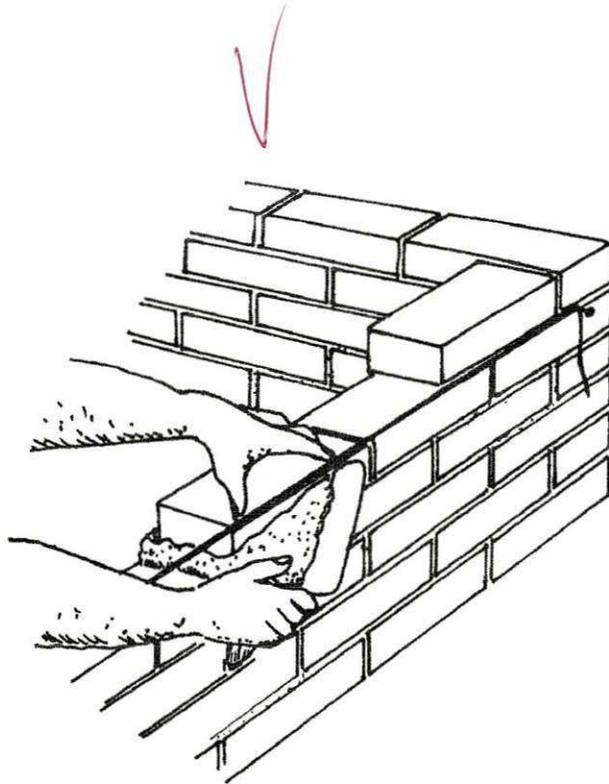
**Figura 2.26 - Colocação da argamassa de assentamento**

2 - Sobre a argamassa o tijolo é assentado com a face rente à linha, batendo e acertando com a colher conforme Figura 2.27.



**Figura 2.27 - Assentamento do tijolo**

3 - A sobra de argamassa é retirada com a colher, conforme Figura 2.28.



**Figura 2.28 - Retirada do excesso de argamassa**

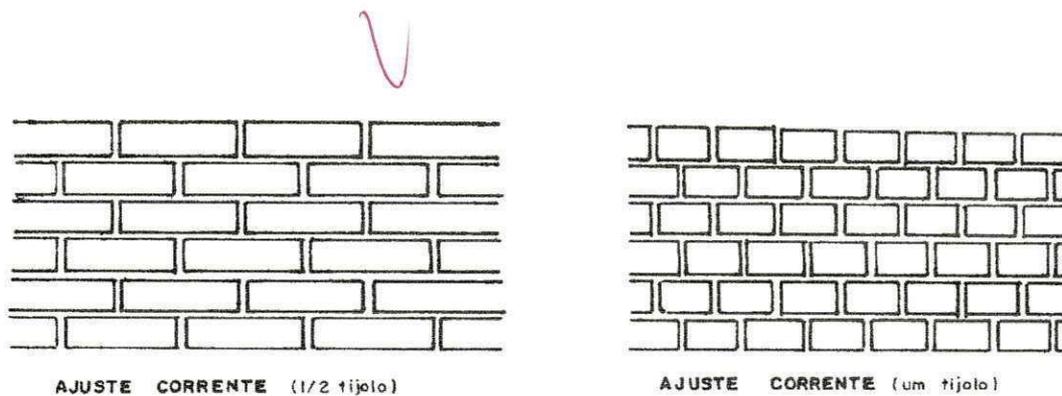
Mesmo sendo os tijolos da mesma olaria, nota-se certa diferença de medidas, por este motivo, somente uma das faces da parede pode ser aparelhada, sendo a mesma à externa por motivos estéticos e mesmo porque os andaimes são montados por este lado fazendo com que o pedreiro trabalhe aparelhando esta face.

Quando as paredes atingirem a altura de 1,5m aproximadamente, deve-se providenciar o primeiro plano de andaimes, o segundo plano será na altura da laje, se for sobrado, e o terceiro 1,5m acima da laje e assim sucessivamente. Os andaimes são executados com tábuas de 1"x12" (2,5x30cm) utilizando os mesmos pontaletes de marcação da obra ou com andaimes metálicos. No caso de andaimes utilizando pontaletes de madeira as tábuas devem ser pregadas para maior segurança do usuários.

#### **- Amarração dos tijolos maciços**

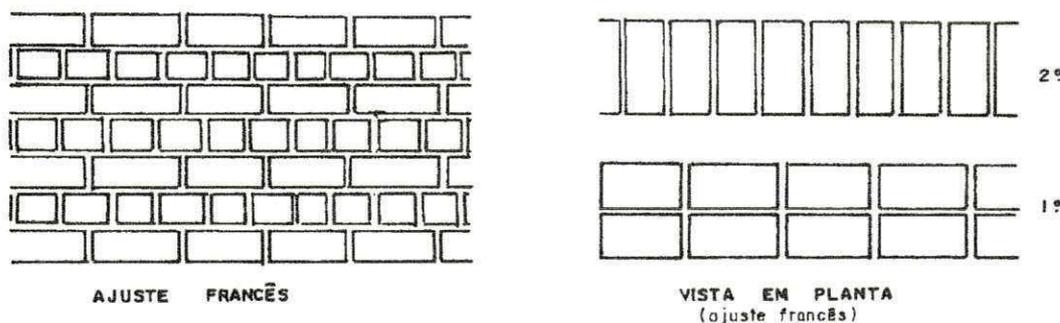
Os elementos de alvenaria devem ser assentados com as juntas desencontradas, para garantir uma maior resistência e estabilidade dos painéis (Figuras 2.29; 2.30; 2.31). Podendo ser:

a - Ajuste comum ou corrente, é o sistema mais utilizado (Figura 2.29)



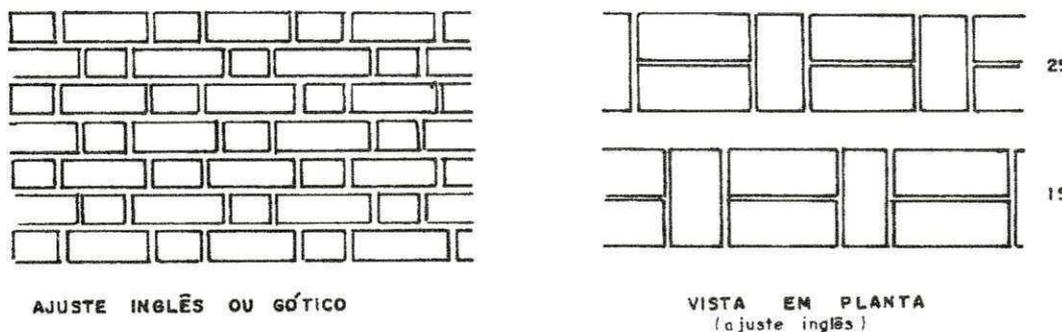
**Figura 2.29 - Ajuste corrente (comum)**

b - Ajuste Francês também comumente utilizado (Figura 2.30)



**Figura 2.30 - Ajuste Francês**

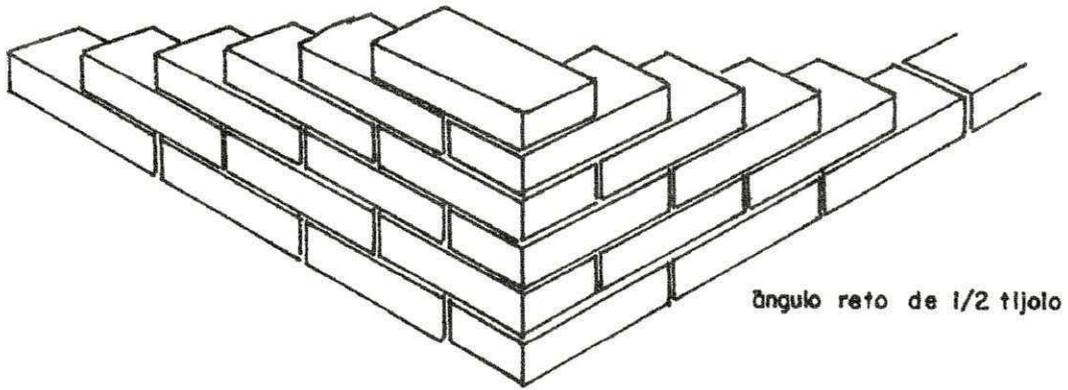
c - Ajuste Inglês, de difícil execução pode ser utilizado em alvenaria de tijolo aparente (Figura 2.31).



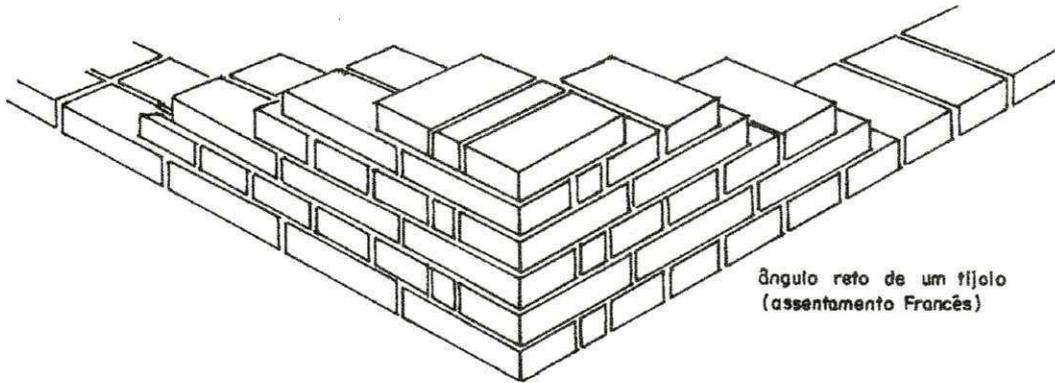
**Figura 2.31 - Ajuste Inglês ou gótico**

**- Formação dos cantos de paredes**

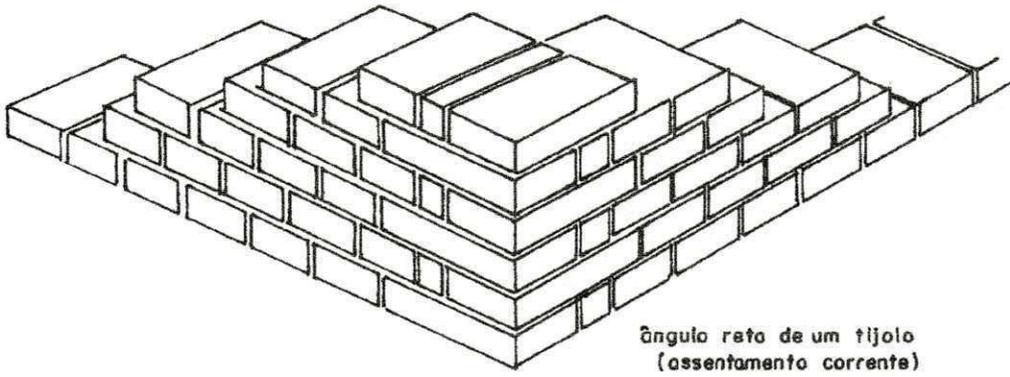
É de grande importância que os cantos sejam executados corretamente, pois como já visto, as paredes iniciam-se pelos cantos. Nas Figuras 2.32; 2.33; 2.34; 2.35 e 2.36 mostram a execução de diversos cantos de parede nas diversas modalidades de ajustes.



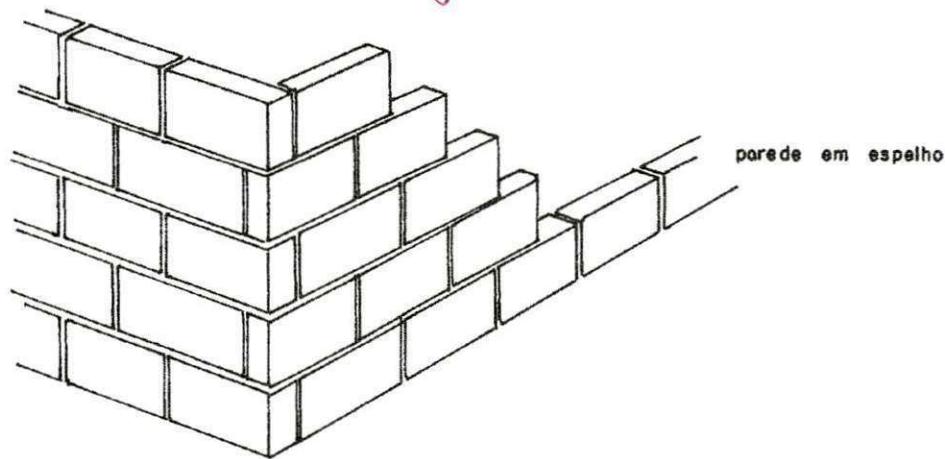
**Figura 2.32 - Canto em parede de meio tijolo no ajuste comum**



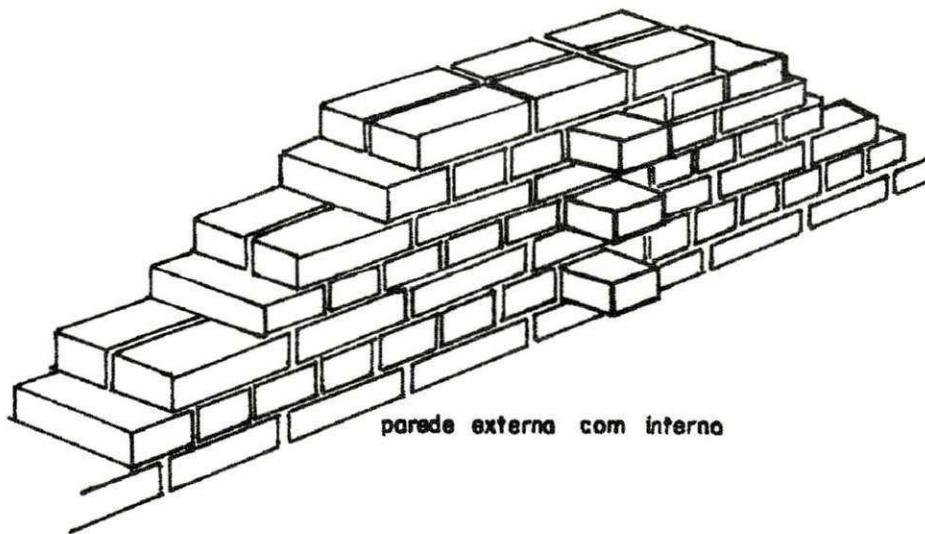
**Figura 2.33- Canto em parede de um tijolo no ajuste francês**



**Figura 2.34 - Canto em parede de um tijolo no ajuste comum**



**Figura 2.35 - Canto em parede de espelho**



**Figura 2.36 - Canto em parede externa de um tijolo com parede interna de meio tijolo no ajuste francês**

#### **- Pilares de tijolos maciços**

São utilizados em locais onde a carga é pequena (varandas, muros etc...). Podem ser executados somente de alvenaria ou de alvenaria e o centro preenchido por concreto (Figura 2.37)

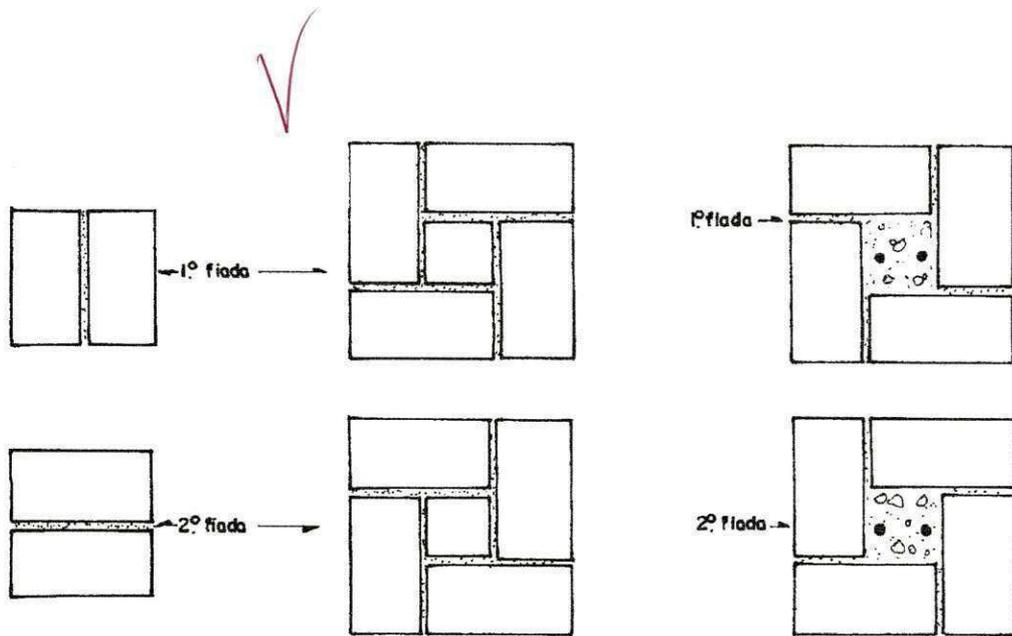
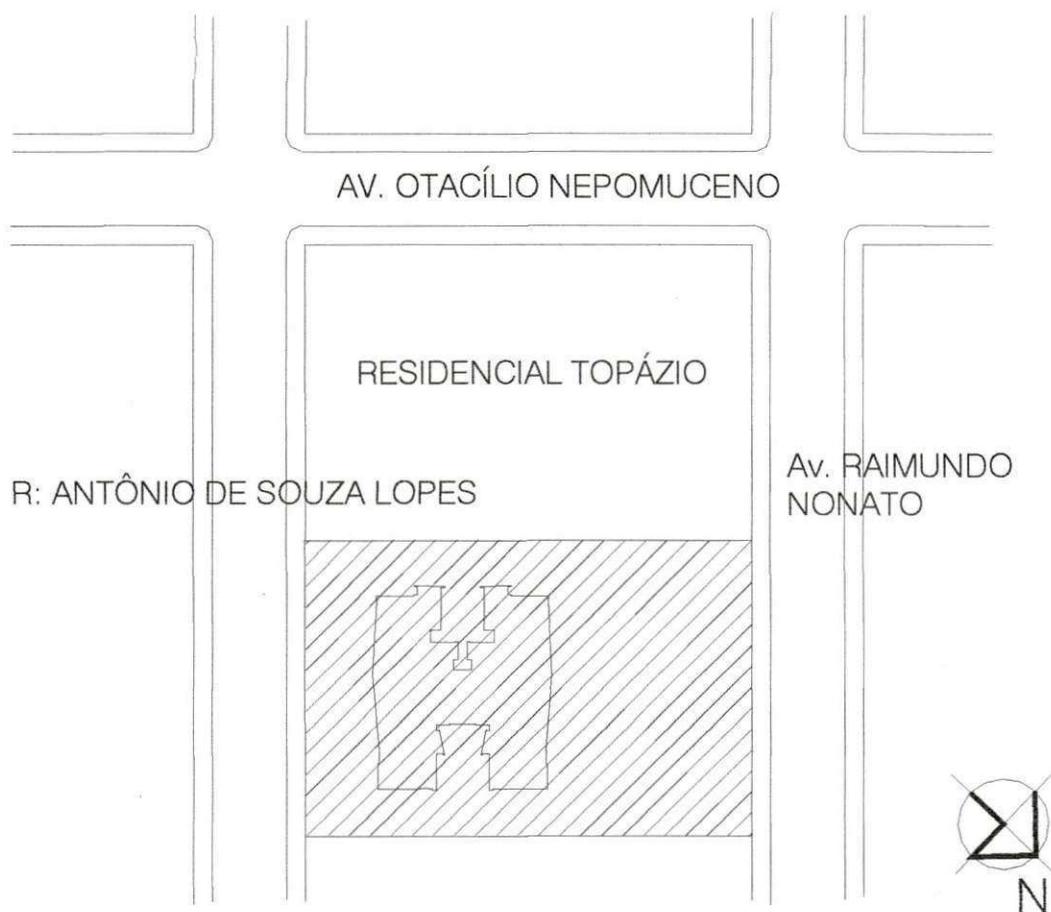


Figura 2.37 - Exemplo de pilares de alvenaria

### 3.0 O projeto – Edifício Residencial Unique

O Edifício Residencial Unique localiza-se na rua Antônio de Souza Lopes, no bairro do Catolé, Campina Grande – PB. A seguir, a planta de situação da obra (figura 3.1).

OBSERVAÇÃO: Este item 2 - Revisão técnica, está bem redigido e ilustrado, com tópicos importantes e objetivos, no entanto, acreditamos que as informações resumidas apenas para tratar os itens empregados na obra objeto do estágio (Ed. Residencial Unique), por ser tratado de uma revisão abrangente e bastante geral, o que não é o objetivo deste trabalho.



**Figura 3.1 – Planta de situação do edifício**

O edifício é composto por 16 pavimentos (figura 3.2), cada qual com 4 apartamentos, com exceção da cobertura, onde há apenas 2. No pavimento-tipo, há 2 apartamentos com área de 124,02 m<sup>2</sup> (tipo 1) e 2 com área de 102,73 m<sup>2</sup> (tipo 2).



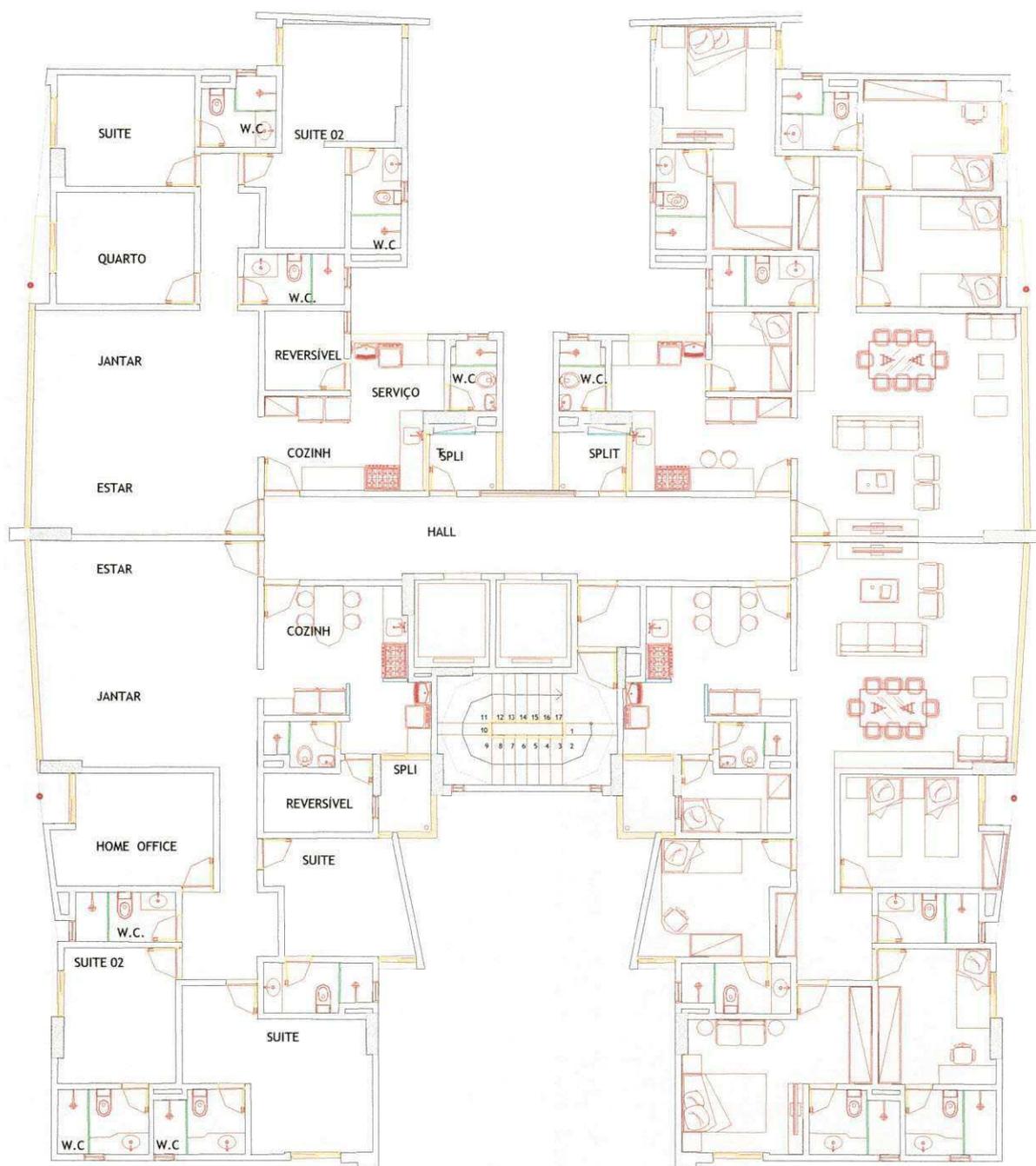
***Figura 3.2 – Maquete eletrônica do Edifício Residencial Unique***

A tabela 3.1 especifica as áreas do edifício.

**Tabela 3.1 – Áreas do edifício**

<b>Localização</b>		<b>Área (m<sup>2</sup>)</b>
Terreno		2400,00
Subsolo		2352,37
Térreo	Lixo/gás	24,89
	Guarita	26,80
	Garagens cobertas	338,77
	Garagens descobertas	50,49
	Depósitos	26,45
Social	Coberta	434,57
	Descoberta	257,02
Lazer	Descoberta	774,88
	Piscina	144,57
	Apoio	113,93
Jardim externo		160,00
Pav. tipo	Aptos/ circulação	503,24
	Split	5,26
	Elevador	7,87
Cobertura	Coberta	391,07
	Descoberta	110,72
	Split	5,26
	Elevador	7,87
Reservatórios	Inferior	44,16
	Superior	11,52

Os apartamento tipo 1, ou seja, com área de 124 m<sup>2</sup>, são os de terminação 01 e 04, enquanto os de terminação 02 e 03 são do tipo 2 (de menor área). A numeração é dada no sentido anti-horário e pode ser visualizada na planta apresentada na figura 3.3.



**Figura 3.3 – Pavimento-tipo**

O apartamento do tipo 1 apresenta sala de estar e jantar, cozinha, reversível, área de serviço, reversível (quarto de empregada), banheiro de

V

empregada, um quarto, um banheiro social e duas suítes. O apartamento do tipo 2 é composto por sala de estar e jantar, cozinha, reversível (quarto de empregada), banheiro de empregada, um home office, um banheiro social e três suítes.

A área total construída é de 11470,14 m<sup>2</sup>, correspondendo a uma taxa de ocupação de 42,74%. O fck utilizado foi de 30 MPa.

O projeto arquitetônico da obra foi desenvolvido pelo escritório Brilhante Filho arquitetos, sob a autoria de Benedito Fernandes Brilhante Filho (Arquiteto CREA 6852/D PB) e com a colaboração de Marcelo de Brito Barros.

A obra foi iniciada em agosto de 2007; portanto, o edifício já se encontrava em uma etapa mais adiantada, na 16° laje.

#### **4.0 Atividades desenvolvidas**

No período correspondente ao estágio, diversas atividades de conferência de projetos, ferragem e cálculos foram realizadas. Essas serão apenas descritas primeiramente e, a seguir, serão detalhadas de acordo com sua relevância.

#### **4.1 Relação das atividades**

O horário de estágio era compreendido por segunda, terça, quarta e sexta. Todos os dias, as atividades exercidas foram anotadas, como forma de se observar com maior facilidade o andamento da obra.

Dessa forma, a tabela 4.1 as relaciona.

**Tabela 4.1 – Relação das atividades**

Data	Dia	Atividades desenvolvidas
29/09/08	Segunda	<ul style="list-style-type: none"><li>- Leitura das plantas</li><li>- Verificação das telas de proteção</li><li>- Verificação das atividades realizadas em todos os pavimentos (diário de obra)</li><li>- Verificação da montagem da 16° laje</li><li>- Verificação dos pontos de luz e das caixas</li><li>- Cálculo da alvenaria (tipo 1 e tipo 2)</li></ul>
30/09/08	Terça	<ul style="list-style-type: none"><li>- Diário de obra</li><li>- Verificação dos pontos de luz dos aptos. 304, 502, 701 e 702</li><li>- Cálculo da alvenaria (tipo 1 e tipo 2) descontadas as esquadrias e os pilares (cálculo final)</li><li>- Verificação da montagem da laje (cumbuca, ferragem e fita adesiva)</li><li>- Verificação das tomadas do apto. 1002</li></ul>
01/10/08	Quarta	<ul style="list-style-type: none"><li>- Diário de obra</li><li>- Marcação dos projetos elétrico, antena, lógico e telefone com o mestre-de-obras</li></ul>
02/10/08	Quinta	<ul style="list-style-type: none"><li>- Verificação da ferragem da laje de piso do 15° pavimento</li></ul>
03/10/08	Sexta	<ul style="list-style-type: none"><li>- Medição dos pontos de luz do 11° pavimento (aptos. 1101 e 1104)</li></ul>
06/10/08	Segunda	<ul style="list-style-type: none"><li>- Conferência dos apartamentos (alvenaria) 1101 e 1102</li><li>- Verificação dos pontos elétricos (902, 904, 1001, 1003 e 1004)</li><li>- Projeto hidro-sanitário 2° pavimento – medição dos furos para a tubulação</li></ul>
07/10/08	Terça	<ul style="list-style-type: none"><li>- Diário de obra</li><li>- Verificação dos pontos elétricos do 8° pavimento e dos aptos. 701 e 702</li></ul>

		- Concretagem 16° laje
08/10/08	Quarta	- Marcação dos pontos elétricos dos aptos. 1102 e 1103 - Diário de obra
10/10/08	Sexta	- Correção dos pontos elétricos nos aptos. após a entrega do relatório de verificação dos pontos - Marcação dos pontos elétricos do apto. 1202
13/10/08	Segunda	- Verificação dos pontos elétricos dos aptos. 903, 703, 704, 1002
14/10/08	Terça	- Término da verificação dos pontos elétricos
15/10/08	Quarta	- Correção, a partir do relatório, dos pontos elétricos marcados
17/10/08	Sexta	- Diário de obra - Verificação do andamento da desforma da 16° laje - Cálculo da área de impermeabilizante para o pavimento tipo 1 e 2
20/10/08	Segunda	- Conferência de apto. (1303 e 1304) - Verificação dos pontos elétricos do 12° pavimento - Verificação dos pontos elétricos que faltavam ser cortados de acordo com o relatório produzido - Cálculo da área de impermeabilizante da laje - Verificação das contravergas do 2° ao 8° pavimento - Cálculo – stand de vendas: alvenaria, forro, divisórias, revestimento, coberta
21/10/08	Terça	- Diário de obra - Verificação dos pontos que faltavam ser cortados (projeto elétrico)
22/10/08	Quarta	- Diário de obra - Verificação das contravergas a partir do 9° pavimento - Verificação dos pontos elétricos dos aptos. 702, 1102, 1103 - Levantamento da área de revestimento do stand de vendas
24/10/08	Sexta	- Conferência do apto. 1502

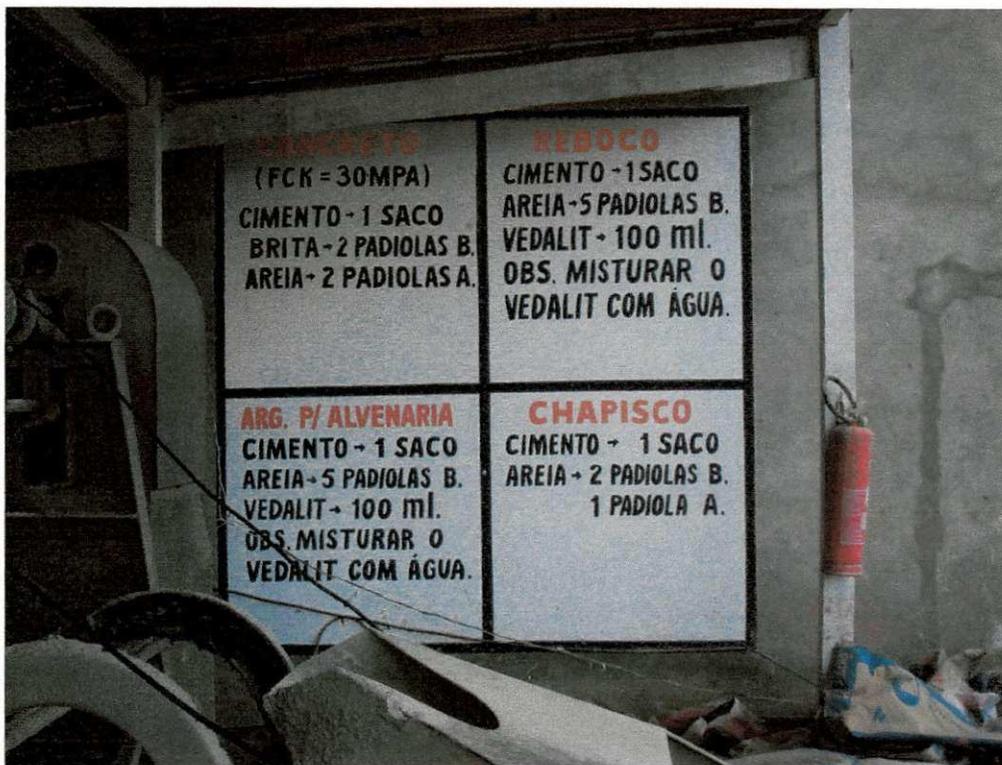
		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Marcação dos pontos elétricos dos aptos. 1301 e 1302</li> <li>- Relatório de segurança (uso de EPIs)</li> </ul>
27/10/08	Segunda	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Diário de obra</li> <li>- Verificação do andamento das atividades: alvenaria. Instalação hidro-sanitária e instalação elétrica</li> <li>- Marcação dos pontos elétricos, antena, telefone e lógico (aptos. 1303 e 1304)</li> <li>- Quantificação das esquadrias para os contramarcos</li> <li>- Cálculo área de cerâmica para o piso</li> </ul>
28/10/08	Terça	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cálculo da área de cerâmica para parede</li> </ul>
29/10/08	Quarta	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Diário de obra</li> <li>- Cálculo da cerâmica para a escada</li> </ul>
31/10/08	Sexta	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Concretagem da 17° laje</li> </ul>
03/11/08	Segunda	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Diário de obra</li> <li>- Conferência dos aptos. 1403 e 1404</li> <li>- Verificação dos pontos elétricos dos aptos. 1301 e 1302</li> <li>- Quantificação das conexões hidro-sanitárias de 1 pavimento-tipo já instaladas</li> </ul>
04/11/08	Terça	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Verificação das prumadas (tubulação)</li> </ul>
10/11/08	Segunda	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Diário de obra</li> <li>- Conferência dos apartamentos do 14° pavimento (alvenaria)</li> <li>- Verificação dos pontos elétricos do 13° pavimento</li> <li>- Verificação da instalação sanitária em relação às medidas do projeto</li> </ul>
11/11/08	Terça	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Diário de obra</li> <li>- Verificação da instalação sanitária e, relação às medidas do projeto (continuação)</li> <li>- Cálculo da área da laje de cobertura</li> </ul>
12/11/08	Quarta	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Início do check-list dos serviços: conferência da instalação hidráulica (3° pavimento)</li> </ul>
14/11/08	Sexta	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Término do check-list da instalação hidráulica do 2° e</li> </ul>

		3° pavimentos
17/11/08	Segunda	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Check-list da instalação sanitária dos 2°, 3°, 4° e 5° pavimentos</li> <li>- Diário de obra</li> <li>- Cálculo da área de gesso já aplicado no apto.203</li> <li>- Check-list da instalação dos pontos de luz de teto (do 2° ao 6° pavimento)</li> </ul>
18/11/08	Terça	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Check-list da instalação dos pontos de luz de teto (do 7° ao 13° pavimento)</li> <li>- Diário de obra</li> </ul>
19/11/08	Quarta	- Acompanhamento da colocação das caixas para as colunas de ventilação na 17° laje
21/11/08	Sexta	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Concretagem da 18° laje</li> <li>- Marcação dos drenos com o mestre-de-obras</li> </ul>
24/11/08	Segunda	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Check-list da instalação hidráulica dos 4° e 5° pavimentos</li> <li>- Cálculo do volume de corte do terreno vizinho (próxima obra da construtora)</li> <li>- Cálculo do consumo de gesso do apto. 204</li> </ul>
25/11/08	Terça	- Quantificação da tubulação de evaporação de ar
26/11/08	Quarta	- Marcação dos pontos elétrico, telefone, antena e lógico do 14° pavimento
01/12/08	Segunda	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Desenho das isométricas da instalação hidráulica, com as medidas verificadas na obra (ausbuilt) do 2° pavimento</li> <li>- Continuação da marcação dos pontos elétricos do 14° pavimento</li> </ul>
02/12/08	Terça	- Ausbuilt do 3° e 4° pavimentos
03/12/08	Quarta	- Ausbuilt do 5° pavimento

## 4.2 Cálculos realizados

### a) área de alvenaria

A alvenaria era constituída por tijolo cerâmico 9x19x19 cm. A argamassa para alvenaria é na proporção de 1 saco de cimento para 5 padiolas de areia, com água misturada a 100 ml de vedalit. A figura 4.1 apresenta outros traços utilizados na obra.



**Figura 4.1 - Traços**

A seguir, a figura 4.2 representa a execução da alvenaria.



**Figura 4.2 - Alvenaria**

O pé-direito é de 2,68m. Foram calculadas as áreas de alvenaria para o apartamento tipo 1 e para o tipo 2.

**Cálculo tipo 1:**

- Perímetro: - suíte 01: 19,08 m
- suíte 02: 17,55 m
- quarto 01: 9,30 m
- banheiro social: 11,80 m
- sala de jantar e de estar: 17,14 m
- quarto de empregada: 4,10 m
- cozinha e área de serviço: 10,90 m
- banheiro de empregada: 4,65 m

Total: 94,52 m. 2,68 m = 254 m<sup>2</sup>

Esquadrias:

**Tabela 4.2 – Esquadrias do apartamento tipo 1**

Tipo	Quantidade	Dimensões (m)	Área total (m <sup>2</sup> )
J01	2	1,20.1,00	2,40
J02	1	1,10.1,00	1,10
J04	1	0,55.1,00	0,55
J05	1	1,40.1,00	1,40
J06	1	0,33.1,00	0,33
J07	4	0,50.0,50	1,00
P01	1	0,80.2,10	1,68
P02	3	0,70.2,10	4,41
P03	5	0,60.2,10	6,30
P05	1	0,80.2,10	1,68
E01	1	5,22.2,05	10,70

Total esquadrias: 31,55 m<sup>2</sup>

Pilares:

$3 \cdot 1,00 \cdot 0,15 \cdot 2,68 = 1,21 \text{ m}^2$

$0,70 \cdot 0,15 \cdot 2,68 = 0,28 \text{ m}^2$

Total pilares: 1,49 m<sup>2</sup>

Área total (com descontos):  $254 - 31,55 - 1,49 = 221 \text{ m}^2$

### **Cálculo tipo 2:**

Perímetro: - suíte 01: 13,95 m

- suíte 02: 25,48 m

- suíte 03: 19,65 m

- home office: 5,30 m

- sala de jantar e de estar: 16,10 m

- quarto de empregada: 6,70 m

- cozinha e área de serviço: 13,60 m

- banheiro de empregada: 4,05 m

Total:  $104,83 \text{ m} \cdot 2,68 \text{ m} = 281 \text{ m}^2$

Esquadrias:

**Tabela 4.3 – Esquadrias do apartamento tipo 2**

Tipo	Quantidade	Dimensões (m)	Área total (m <sup>2</sup> )
J01	2	1,20.1,00	2,40
J02	1	1,10.1,00	1,10
J03	1	0,90.1,00	0,90
J04	1	0,55.1,00	0,55
J06	1	0,33.1,00	0,33
J07	4	0,50.0,50	1,00
P01	1	0,80.2,10	1,68
P02	3	0,70.2,10	4,41
P03	5	0,60.2,10	6,30
P04	1	0,60.2,10	1,26
P05	1	0,80.2,10	1,68
E02	1	5,27.2,05	10,80

Total esquadrias:  $32,41 \text{ m}^2$

Pilares:

$6 \cdot 1,00 \cdot 0,15 \cdot 2,68 = 2,41 \text{ m}^2$

Total pilares:  $2,41 \text{ m}^2$

Área total (com descontos):  $281 - 32,41 - 2,41 = 246 \text{ m}^2$

#### **b) área de impermeabilizante**

Nas áreas molhadas, é aplicada uma substância impermeabilizante. Portanto, foi calculada a área molhada total para cada apartamento, necessária para a determinação do consumo da substância.

### **Cálculo tipo 1:**

Cozinha: 10,21 m<sup>2</sup>

Área de serviço: 3,64 m<sup>2</sup>

Banheiro de empregada: 2,85 m<sup>2</sup>

Banheiro social: 4,18 m<sup>2</sup>

Banheiro suíte 01: 4,06 m<sup>2</sup>

Banheiro suíte 02: 4,54 m<sup>2</sup>

Total: **29,48 m<sup>2</sup>**

### **Cálculo tipo 2:**

Cozinha: 11,44 m<sup>2</sup>

Área de serviço: 4,49 m<sup>2</sup>

Banheiro de empregada: 2,68 m<sup>2</sup>

Banheiro suíte 01: 3,95 m<sup>2</sup>

Banheiro suíte 02: 4,58 m<sup>2</sup>

Banheiro suíte 03: 4,58 m<sup>2</sup>

Total: **31,72 m<sup>2</sup>**

### **c) área de cerâmica**

**-pisos**

#### **Apartamento tipo 1**

Sala de estar e jantar: 28,59 m<sup>2</sup>

Hall: 4,02 m<sup>2</sup>

Quarto 01: 8,69 m<sup>2</sup>

Suíte 01: 8,51 m<sup>2</sup>

Banheiro da suíte 01: 2,91 m<sup>2</sup>

Suíte 02: 13,20 m<sup>2</sup>

Banheiro da suíte 02: 2,97 m<sup>2</sup>



Banheiro social: 2,97 m<sup>2</sup>

Cozinha: 7,02 m<sup>2</sup>

Área de serviço: 3,82 m<sup>2</sup>

Banheiro de empregada: 1,96 m<sup>2</sup>

Quarto de empregada: 3,70 m<sup>2</sup>

**Total: 85,39 m<sup>2</sup>**

### **Apartamento tipo 2**

Sala de estar e jantar: 28,20 m<sup>2</sup>

Hall: 4,95 m<sup>2</sup>

Home Office: 5,57 m<sup>2</sup>

Suite 01: 9,87 m<sup>2</sup>

Banheiro da suite 01: 3,01 m<sup>2</sup>

Suíte 02: 19,12 m<sup>2</sup>

Banheiro da suíte 02: 3,39 m<sup>2</sup>

Suíte 03: 12,38 m<sup>2</sup>

Banheiro da suíte 03: 3,41 m<sup>2</sup>

Cozinha: 9,70 m<sup>2</sup>

Área de serviço: 3,39 m<sup>2</sup>

Banheiro de empregada: 1,68 m<sup>2</sup>

Quarto de empregada: 5,56 m<sup>2</sup>

**Total: 110,23 m<sup>2</sup>**

**- parede**

### **Apartamento tipo 1**

Sala de estar e jantar: 35,90 m<sup>2</sup>

Hall: 8,83 m<sup>2</sup>

Quarto 01: 26,83 m<sup>2</sup>

Suíte 01: 26,83 m<sup>2</sup>

Banheiro da suíte 01: 16 m<sup>2</sup>

✓

Suíte 02: 38,34 m<sup>2</sup>  
Banheiro da suíte 02: 16,49 m<sup>2</sup>  
Banheiro social: 16,49 m<sup>2</sup>  
Cozinha + área de serviço: 30,85 m<sup>2</sup>  
Banheiro de empregada: 12,49 m<sup>2</sup>  
Quarto de empregada: 17,19 m<sup>2</sup>

Total: **246,24 m<sup>2</sup>**

### **Apartamento tipo 2**

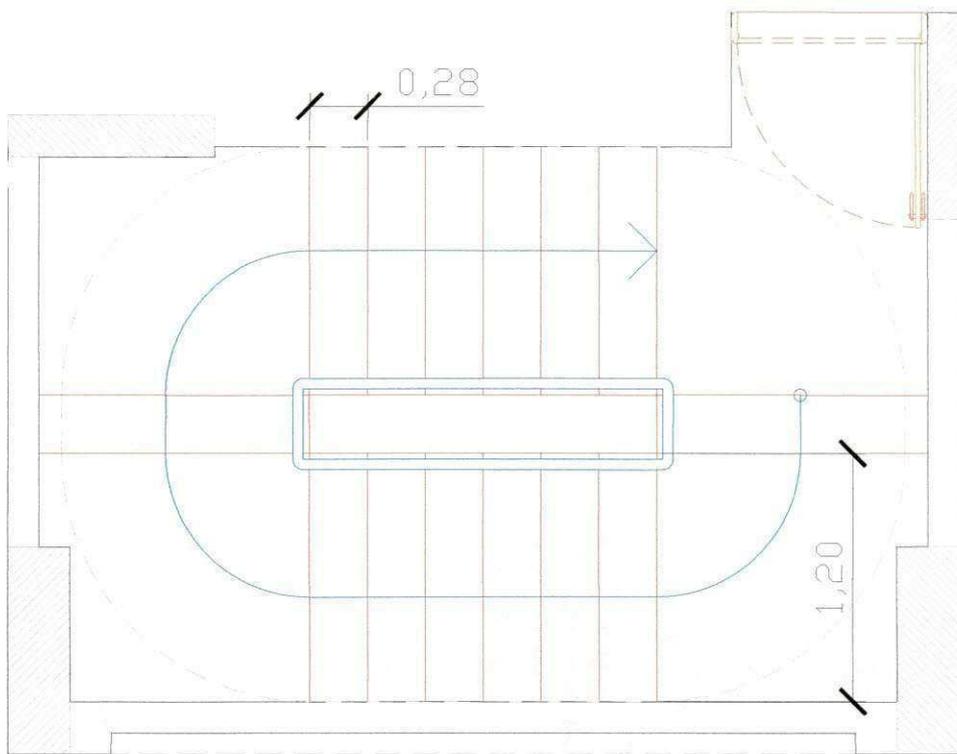
Sala de estar e jantar: 35,87 m<sup>2</sup>  
Hall: 19,58 m<sup>2</sup>  
Home Office: 19,92 m<sup>2</sup>  
Suite 01: 26,92 m<sup>2</sup>  
Banheiro da suite 01: 16,99 m<sup>2</sup>  
Suíte 02: 46,92 m<sup>2</sup>  
Banheiro da suíte 02: 16,74 m<sup>2</sup>  
Suíte 03: 37,32 m<sup>2</sup>  
Banheiro da suíte 03: 16,74 m<sup>2</sup>  
Cozinha + área de serviço: 37,25 m<sup>2</sup>  
Banheiro de empregada: 12,74 m<sup>2</sup>  
Quarto de empregada: 19,69 m<sup>2</sup>

Total: **306,68 m<sup>2</sup>**

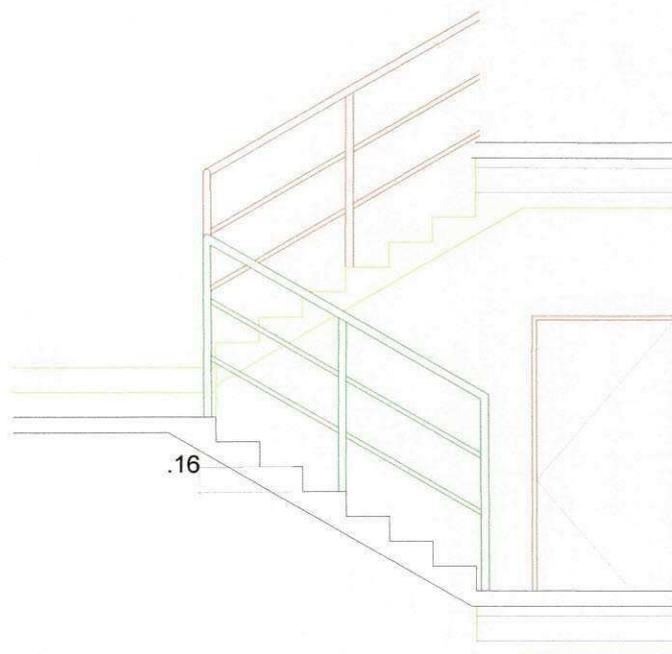
Por pavimento, o total de área de cerâmica a ser utilizada é de 1105,84 m<sup>2</sup> para as paredes e de 391,24 m<sup>2</sup> para o piso.

#### **- escada**

A escada apresentava os degraus com piso de 28 cm, espelho de 16 cm e largura de 1,20 m (para duas pessoas).



**Figura 4.3 – Escada – vista superior**



**Figura 4.4 – Escada – elevação**

A cerâmica referente à escada compreende subsolo, térreo, pavimento-tipo e casa de máquinas.

Subsolo: 13,79 m<sup>2</sup>

Térreo: 15,88 m<sup>2</sup>

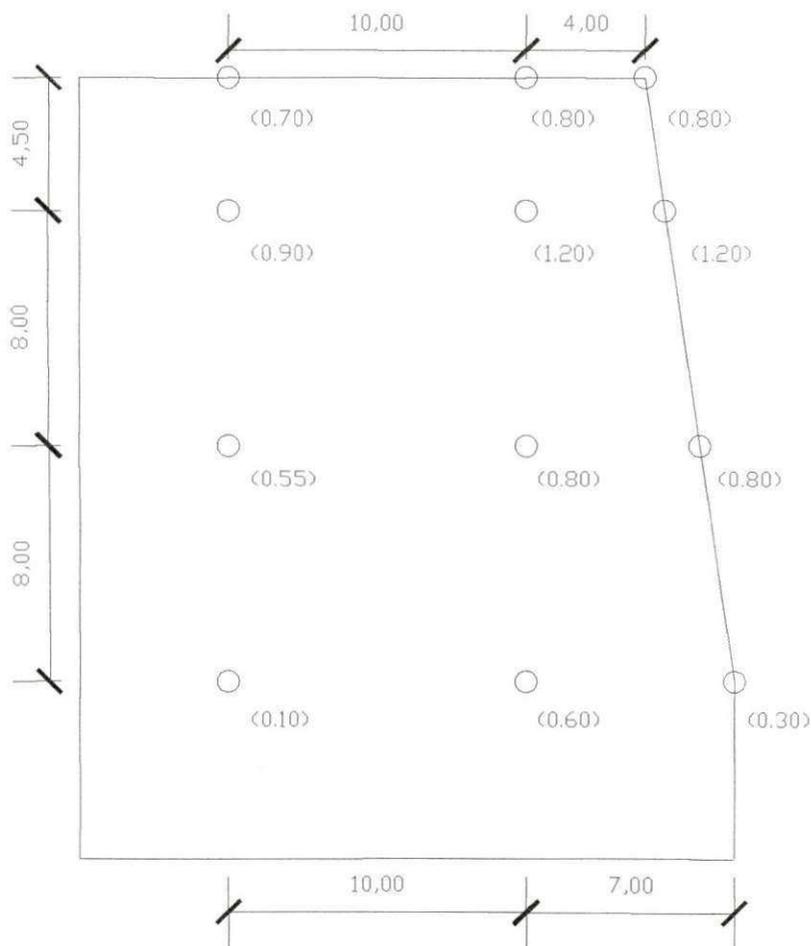
Pavimento-tipo: 16.15,88 m<sup>2</sup> = 254,10 m<sup>2</sup>

Casa de máquinas: 17,97 m<sup>2</sup>

Total: 13,79 + 15,88 + 254,10 + 17,97 = **301,74 m<sup>2</sup>**

### c) volume de corte

No terreno adjacente ao Edifício Unique, será construído, pela mesma construtora, o residencial Vivant. No dia 24 de novembro de 2008, o terreno encontrava-se demarcado por estacas.



**Figura 4.5 – Terreno do Edifício Vivant**

A figura 4.5 mostra um trecho do terreno do edifício. Os pontos marcados são estacas e os valores entre parênteses são as profundidades que serão cortadas.

O volume de corte foi estimado de acordo com o cálculo a seguir.

$$V = \frac{(0,30 + 0,80) \cdot 8,7}{2} + \frac{(0,32 + 0,70) \cdot 10,8}{2} + \frac{(0,72 + 1) \cdot 10,8}{2} + 1,4 \cdot 8 + \frac{(0,80 + 1) \cdot 4,50 \cdot 10}{2} + 1,4 \cdot 4,5 - \frac{8 \cdot 3 \cdot 0,50}{2} = 225m^3$$

### 4.3 Concretagem das lajes

A estrutura do edifício é composta por lajes nervuradas e vigas de bordo. Para evitar o puncionamento dos pilares, a estrutura da laje é reforçada por maciços.



**Figura 4.6 – Viga de bordo**



**Figura 4.7 – Montagem da laje nervurada**



**Figura 4.8 – Maciço junto ao pilar**

Foram acompanhadas, durante o período do estágio, a concretagem das 3 últimas lajes, a 16° (dia 07/10/08), 17° (dia 31/10/08) e 18° (dia 21/11/08).

Enquanto que na primeira foi requisitada à estagiária apenas a conferência das ferragens, na segunda concretagem foi requisitado um relatório do acompanhamento da atividade.

V

A concretagem da 17ª laje do edifício Unique foi realizada no dia 31/10/08 e iniciada às 12h. O período de observação foi entre 14h45 e 16h.

Nessa fase, já estavam concluídos os apartamentos 01 e 02. Nesse horário, iniciava-se a concretagem referente ao hall e ao apartamento 03. As telas de proteção, item de segurança obrigatório, estavam devidamente dispostas.

A atividade seguiu a sequência abaixo descrita:

- Processo iniciado nos pontos mais afastados do local de acesso;
- Enchimento do concreto entre as cumbucas através da tubulação montada de acordo com a distância entre o acesso ao pavimento até o ponto de aplicação do concreto;
- Uso do vibrador para uniformização do concreto e aumento de sua resistência;
- Molhagem do concreto. Nas tábuas de fôrma do maciço dos pilares, a água promove o inchamento da madeira e assim, as frestas e aberturas desaparecem;
- Nivelção do concreto.



**Figura 4.9 – Armação da laje**



**Figura 4.10 – Enchimento da laje**



**Figura 4.11 – Uso do vibrador**



**Figura 4.12 – Molhagem e nivelção do concreto**

#### **4.4– Andamento das atividades**

##### **a) alvenaria**

A atividade foi realizada de acordo com a tabela abaixo, ressaltando que as atividades já estavam iniciadas no começo do estágio e estavam em andamento no final (as datas correspondem, portanto, ao período de observação):

**Tabela 4.4 - Serviço da alvenaria**

Início	Fim	Pavimento
17/10/08	26/10/08	13°
27/10/08	25/11/08	14°
26/11/08	10/12/08	15°

##### **b) instalação elétrica**

Duas atividades foram executadas com referência à instalação elétrica: marcação e verificação dos pontos elétricos, antena, telefone e lógico.



A marcação era realizada pela estagiária e o mestre-de-obras, ou apenas por esse último (nesse caso, havia uma verificação depois). Consistia em marcar na alvenaria a posição das caixas referentes a tomadas e interruptores de acordo com as medidas apresentadas no projeto.

Essa atividade acompanhou o andamento da alvenaria de maneira bastante eficaz, não comprometendo o cronograma da obra. A marcação ocorreu como descrita a seguir.

**Tabela 4.5 – Marcação dos pontos**

Dia	Pavimento
01/10/08	10°
08/10/08	11°
10/10/08	12°
24/10/08	13°
27/10/08	13°
26/11/08	14°
01/12/08	14°

A outra atividade, a verificação, referia-se à conferência dos pontos já marcados, mas não cortados, com as medidas do projeto. Após essa etapa, era preparado um relatório com as correções que deveriam ser executadas.

Dois relatórios foram preparados com essas informações, os quais seguem adiante.

**1° relatório – 07/10/08** \_\_\_\_\_

**11° Pavimento**

- **Apto. : 1101**

Observações:

- 1) Não há a parede entre a cozinha e o reversível, integrando os cômodos. Logo, existem duas tomadas baixas que não se encontram no projeto padrão – uma a 1 m da parede entre a cozinha e a sala de estar e outra a 1 m da parede retirada.

V

2) No quarto 1, o ponto de antena não apresenta cota de 0,90 m, mas 1,05m.

• **Apto. : 1104**

Observações:

- 1) No quarto 1: idem apto. 1101.
- 2) Não há a marcação dos pontos elétricos dos banheiros da suíte 2.
- 3) Na cozinha, a tomada média não apresenta cota de 0,25m, mas 0,55m.

**10° Pavimento**

• **Apto. : 1001**

Observações:

- 1) No quarto 1: idem apto. 1101, 1104.
- 2) No quarto 1, o ponto de telefone não apresenta cota de 1,20 m, mas 1,15m.
- 3) Não há marcação dos pontos elétricos da suíte 1.
- 4) No banheiro da suíte 2, o ponto de chuveiro não apresenta cota de 0,40m, mas 0,70 m.
- 5) Na cozinha, a tomada alta não apresenta cota de 0,75 m, mas 0,25m; a tomada média não está a 0,25m, mas a 0,55 m.

• **Apto. : 1003**

Observações:

- 1) Não há a parede entre o home office e a sala. Os pontos que pertenciam ao home office e foram integrados à sala estão corretos.
- 2) Na suíte 1, o ponto de antena que estava a 2,55 m da parede foi colocado a 0,20 da tomada alta.
- 3) Falta o ponto do interruptor no banheiro da suíte 1.
- 4) Na suíte 2, a tomada baixa está a 2,50 m e não a 2,35m; a tomada a 0,80 m do piso não apresenta cota de 0,35m, mas 0,15 m.
- 5) Não há marcação dos pontos elétricos do banheiro da suíte 2.

V

- **Apto. : 1004**

Observações:

- 1) No quarto 1: idem apto. 1101, 1104, 1001.
- 2) Na suíte 1, apenas as tomadas altas foram marcadas.
- 3) Na suíte 2, não foram marcados os pontos próximos à janela.
- 4) No banheiro da suíte 2, o ponto de chuveiro não apresenta cota de 0,40, mas 0,70 m.

### 9º Pavimento

- **Apto. : 902**

Observações:

- 1) Na suíte 1: idem apto. 1003.
- 2) Na suíte 2, a tomada baixa está a 2,50 m e não a 2,35 m.

- **Apto. : 904**

Observação:

- 1) No quarto 1: idem apto. 1101, 1104, 1001, 1004.

### 8º Pavimento

- **Apto. : 801**

Observações:

- 1) No quarto 1: idem apto. 1101, 1104, 1001, 904.
- 2) Na suíte 1, o ponto de telefone não se apresenta a 1,10 m, mas a 1,15 m.

- **Apto. : 802**

Observações:

- 1) Não há parede entre o home office e a sala (idem apto. 1003).
- 2) Na suíte 1: idem apto. 1003, 902.
- 3) Na suíte 3, o ponto lógico não está a 0,15 m, mas a 0,30 m; a tomada a 0,80 m do piso não apresenta cota 0,35 m, mas 0,80 m.

V

- **Apto. : 803**

Observações:

- 1) Não há a parede entre o home office e a sala (idem apto. 1003, 802).
- 2) Na suíte 1: idem apto. 1003, 902, 802.
- 3) Na suíte 3: idem apto. 802.

- **Apto. : 804**

Observações:

- 1) No quarto 1: idem apto. 1101, 1104, 1001, 1004, 904, 801.
- 2) Não há a marcação da arandela a 0,40 m no banheiro social.
- 3) Na suíte 1: idem apto. 801.
- 4) Na cozinha: idem apto. 804.

### 7° Pavimento

- **Apto. : 701**

Observações:

- 1) No quarto 1: idem apto. 1101, 1104, 1001, 1004, 904, 801, 804.
- 2) Na suíte 1: idem apto. 801, 804.
- 3) No banheiro da suíte 2: idem apto. 1001.

### 2° relatório – 15/10/08

---

### 10° Pavimento

- **Apto. : 1002**

**Observação:** todos os pontos estão de acordo com o projeto.

### 7° Pavimento

- **Apto. : 703**

**Observação:** todos os pontos estão de acordo com o projeto.

- **Apto. : 704**

**Observação:**

1) A tomada média na cozinha não está à distância de 0,25 m da extremidade, mas a 0,50 m.

### 6° Pavimento

- **Apto. : 601**

**Observação:**

1) A tomada média na cozinha não está à distância de 0,25 m da extremidade, mas a 0,50 m.

- **Apto. : 603**

**Observação:** todos os pontos estão de acordo com o projeto.

- **Apto. : 604**

**Observação:**

1) Falta uma tomada baixa a 0,20 m da parede antes do ponto de telefone.

### 5° Pavimento

- **Apto. : 501**

**Observação:**

1) As distâncias entre as tomadas alta, média e baixa são de 0,60m e não, 0,60m e 0,85m.

- **Apto. : 503**

**Observação:** todos os pontos estão de acordo com o projeto.

- **Apto. : 504 (modificado, sem quarto de empregada)**

**Observação:**

1) A tomada média na cozinha não está à distância de 0,25 m da extremidade, mas a 0,50 m.

#### 4° Pavimento

- **Apto. : 401**

**Observação:**

- 1) A tomada média na cozinha não está à distância de 0,25 m da extremidade, mas a 0,50 m.

- **Apto. : 403**

**Observações:**

- 1) O ponto de telefone do home office não está a 0,90 m, mas a 0,75 m da extremidade.
- 2) A tomada média da cozinha não está a 1,50 m, mas a 1,88 m.

- **Apto. : 404**

**Observação:**

- 1) O ponto de internet está a 0,70m da parede, não a 0,60m.

#### 3° Pavimento

- **Apto. : 301**

**Observação:** todos os pontos estão de acordo com o projeto.

- **Apto. : 303**

**Observação:**

- 1) Falta uma toma alta a 0,40 m da tomada baixa na cozinha.

- **Apto. : 304 (modificado, sem quarto de empregada)**

**Observação:**

- 1) A tomada a 0,65m da parede e 0,80m do piso está marcada como tomada baixa.

#### 2° Pavimento

- **Apto. : 201**

**Observação:** todos os pontos estão de acordo com o projeto.



**Figura 4.14 – Instalação elétrica 2**



**Figura 4.15 – Instalação elétrica 3**

### **c) Instalação hidro-sanitária**

Os trabalhos de instalação de água fria e de esgoto seguiam praticamente simultâneos.

Assim como a atividade do item anterior, essa era destinada à medição e conferência. Também foram listadas, a partir da observação no pavimento, as conexões utilizadas por pavimento.

**Tabela 4.6 – Conexões hidro-sanitárias de um pavimento**

conexão	Quantidade
Caixa sifonada	40
Joelho 45° diâmetro nominal 40 mm	61
Joelho 45° diâmetro nominal 50 mm	38
Joelho 90° diâmetro nominal 50 mm	45
Joelho 45° diâmetro nominal 75 mm	5
Joelho 45° diâmetro nominal 100 mm	20
Joelho 90° diâmetro nominal 100 mm	13
Junção simples diâmetro nominal 50 mm	3
Junção simples diâmetro nominal 100 mm	14
Tê diâmetro nominal 50 mm	8
Tê diâmetro nominal 75 mm	2
Tê diâmetro nominal 100 mm	1
Tê de redução 100-75 mm	3
Tê de redução 100-50 mm	25
Tê de redução 75-50 mm	9

Após a instalação, foi preparado o chamado ausbuit, que é a isométrica vista no local da obra, do 2° ao 5° pavimento. A razão dessa atividade, datada do início de dezembro, é o fato de que as cotas das tubulações do pavimento diferiam alguns centímetros do projeto, para melhor execução. Portanto, todas as isométricas verificadas no local foram esquematizadas, a fim de que componham um arquivo para os futuros moradores e os previnam sobre a localização da tubulação em uma eventual reforma.



**Figura 4.16 – Instalação hidro-sanitária**



**Figura 4.17 – Isométrica do banheiro**

### **c) revestimento de gesso**

A aplicação do gesso, que será em todo o apartamento excluindo as áreas molhadas, iniciou-se em novembro pelo segundo pavimento. Até o início de dezembro, 6 apartamentos já tinham sido finalizados.

No dia 24/11/08, foi calculado o consumo de gesso no apartamento 204.

As áreas revestidas por gesso foram de:

- suíte 02: 44,61 m<sup>2</sup>
- suíte 01: 22,31 m<sup>2</sup>
- hall: 17,51 m<sup>2</sup>
- quarto 01: 21,84 m<sup>2</sup>
- sala: 31,67 m<sup>2</sup>

Total: 137,94 m<sup>2</sup>

Sabe-se que um saco de gesso corresponde a 40 kg. Foram utilizados 85 sacos, totalizando em 3400 kg.

O consumo de gesso foi de  $3400 \text{ kg} / (137,94 \text{ m}^2) = 25 \text{ kg/m}^2$ .



**Figura 4.18 – Aplicação do gesso**

#### 4.5– Conclusões

A experiência do estágio ressaltou a importância da organização em uma obra. Esse contexto promoveu um resultado satisfatório para o aprendizado da estagiária e para o andamento da construção.

Uma vez que muitas atividades eram, na sua maioria, relacionadas à conferência dos serviços, era possível interpretar o projeto observando sua execução. Assim, os serviços eram verificados, conferindo maior segurança à obra, além desse fato possibilitar a experiência em prática almejada por todos os alunos.

Enquanto a teoria é reforçada durante o período acadêmico, o engenheiro precisa aplicar seus conhecimentos para complementar sua formação. É imprescindível, dessa forma, o estágio supervisionado, estabelecendo uma aproximação entre empresa e escola.

Assim, novas informações sobre atualidades em uma construção podem ser facilmente integradas à universidade, reciclando e fortalecendo os conceitos estudados.



#### **4.6 - Referências bibliográficas**

BORGES, ALBERTO DE CAMPOS. Prática das Pequenas Construções. 7 ed. São Paulo, Edgard Blucher, v.1.

FILHO, MILTON BEZERRA DAS CHAGAS. Construção de Edifícios. Notas de aula. Campina Grande, 2008.

[www.fec.unicamp.com.br](http://www.fec.unicamp.com.br)

[www.outeng.com](http://www.outeng.com)