

ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

Geovana Luiza Berta

**IMPLEMENTAÇÃO E ACOMPANHAMENTO DE
PROJETOS DE ALVENARIA RACIONALIZADA**

**Monografia apresentada à
Escola Politécnica da Universidade
de São Paulo para obtenção do título de
MBA - TGP**

**ESP/TGP
B461i**



Escola Politécnica - EPBC



31400021901

[1423225]

ESP/TGP

B4622

Serviço de Bibliotecas
Biblioteca de Engenharia Civil

DEDALUS - Acervo - EPEC



31400021901

FICHA CATALOGRÁFICA

Berta, Geovana Luiza

Implantação e Acompanhamento de Projetos de Alvenaria
Racionalizada. São Paulo, 2002.
p.52

Monografia apresentada à Escola Politécnica da Universidade de São
Paulo para a obtenção do título de MBA-TGP

Ad augusta per angusta

AGRADECIMENTOS

A todas as pessoas que direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho, em especial ao meu marido Acácio pela paciência e o incentivo dado para a conclusão deste curso.

SUMÁRIO

RESUMO

CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO

| | |
|------------------------------------|----|
| 1.1 Justificativa | 01 |
| 1.2 Objetivos | 02 |
| 1.3 Estruturação do Trabalho | 02 |

CAPÍTULO 2 – CONCEITOS

| | |
|--|----|
| 2.1 Racionalização Construtiva | 04 |
| 2.2 Vedaçāo Vertical | 05 |
| 2.2.1 Funções | 06 |
| 2.2.2 Requisitos Funcionais | 06 |
| 2.2.3 Classificações | 07 |
| 2.3 Alvenaria | 08 |
| 2.3.1 Propriedades Gerais dos Componentes e das Alvenarias | 10 |
| 2.3.2 Alvenaria Racionalizada | 12 |

CAPÍTULO 3 – PROCESSO DE PRODUÇÃO DAS ALVENARIAS

| | |
|-----------------------------------|----|
| 3.1 Projeto para Produção | 15 |
| 3.1.1 Elaboração do Projeto | 16 |
| 3.1.2 Conteúdo do Projeto | 18 |

CAPÍTULO 4 – ESTUDO DE CASO

| | |
|--|----|
| 4.1 Empresa | 20 |
| 4.1.1 Descrição da Empresa | 20 |
| 4.1.2 Histórico do Projeto de Alvenaria na Empresa | 20 |
| 4.1.3 Estágio atual do Projeto de Alvenaria na Empresa | 21 |
| 4.2 Descrição da Obra | 22 |
| 4.3 Estudo de Caso | 22 |
| 4.3.1 Análise da Produção de Alvenaria | 23 |
| 4.3.1.1 Análise forma-conteúdo do projeto | 24 |
| 4.3.1.2 Análise técnica do projeto | 25 |
| 4.3.1.3 Interação alvenaria-estrutura | 26 |
| 4.3.1.4 Interação alvenaria-instalações hidráulicas | 28 |
| 4.3.1.5 Interação alvenaria-instalações elétricas | 30 |
| 4.3.1.6 Controle do processo da alvenaria | 36 |

CAPÍTULO 5 – CONSIDERAÇÕES FINAIS

| | |
|-------|----|
| | 39 |
|-------|----|

ANEXOS

| | |
|-------------------|----|
| Formulários | 42 |
| Registros | 46 |

BIBLIOGRAFIA

| | |
|-------|----|
| | 49 |
|-------|----|

RESUMO

A necessidade de se reduzir desperdícios e de se construir com qualidade passa a ser fator essencial de sobrevivência para as empresas, neste sentido o projeto de alvenaria se tornou indispensável para a consecução desse objetivo.

Este trabalho irá tratar as dificuldades encontradas na implantação do projeto de produção de alvenaria racionalizada através de um estudo de caso. A análise desse estudo trará subsídios para se identificar os pontos críticos tanto na elaboração quanto na execução dos projetos de alvenaria da empresa estudada.

INTRODUÇÃO

1.1 Justificativa

O cenário atual da construção civil no país é de transformação onde novos conceitos para melhorar o desenvolvimento do setor vêm sendo discutidos e aplicados em algumas empresas construtoras. A necessidade de se reduzir desperdícios e de se construir com qualidade passa a ser fator essencial de sobrevivência para as empresas.

Essa nova postura do mercado vem impulsionando alterações estruturais na organização das empresas quanto à implantação de novos objetivos e métodos para as várias atividades envolvidas no processo.

Um dos caminhos buscados é o da racionalização. Para Rosso (1980) “racionalizar a construção significa agir contra os desperdícios de materiais e mão-de-obra e utilizar mais eficientemente o capital: em sentido lato é portanto a aplicação de princípios de planejamento, organização e gestão, visando eliminar a casualidade nas decisões e incrementar a produtividade do processo”.

Barros (1998) salienta que “o edifício precisa começar a ser racionalizado na sua fase de concepção. É nesse momento que se consegue auferir os maiores ganhos com as ações de racionalização, estendendo, então, tais ações à etapa de produção, a fim de que uma vez implementadas, obtenha-se os ganhos previstos”.

No conjunto de sistemas que compõem o edifício as paredes de alvenaria desempenham um papel importante não apenas como elemento de vedação mas também pela sua inter-relação com os demais subsistemas como esquadrias, instalações elétricas e hidráulicas, revestimentos, além disso, são responsáveis também pelos aspectos relativos ao conforto, à higiene, à saúde e à segurança. Desta forma tem-se na rationalização da alvenaria uma ferramenta importante para o desenvolvimento da indústria da construção.

Este trabalho irá tratar as dificuldades encontradas na implantação do projeto de produção de alvenaria racionalizada através de um estudo de caso. A análise desse estudo trará subsídios para se identificar os pontos críticos tanto na elaboração quanto na execução dos projetos de alvenaria da empresa estudada.

1.2 Objetivos

O trabalho tem como objetivo, estudar a fase de implantação e implementação do projeto de alvenaria em obra, através de um estudo de caso, de forma a verificar as possíveis deficiências existentes tanto na elaboração do projeto quanto na sua execução.

1.3 Estruturação do Trabalho

A proposta da monografia apresenta, através de um estudo de caso, as dificuldades encontradas durante o processo de implantação do projeto de alvenaria.

O trabalho está estruturado em 5 capítulos, no qual o primeiro é referente à justificativa e objetivos do tema proposto. O segundo capítulo diz respeito aos conceitos utilizados para o desenvolvimento do trabalho. O terceiro capítulo trata

especificamente do processo de produção das alvenarias, onde são apresentadas informações necessárias para o desenvolvimento do projeto. O quarto capítulo se refere ao estudo de caso. Neste capítulo será feita análise das dificuldades encontradas durante o processo de implantação do projeto de alvenaria na obra. Esta análise será apresentada através de uma comparação entre o projeto e a execução. Por último, as considerações finais do trabalho.

CAPÍTULO 2

CONCEITOS

2.1 Racionalização Construtiva

O aumento da competitividade no mercado da construção civil tem impulsionado as empresas do setor a reduzir desperdícios e aumentar a qualidade dos produtos, através da implementação de novas técnicas construtivas ou novos processos gerenciais.

Para ROCHA LIMA JR. (1993) os que pretendessem se perpetuar no setor necessitariam trilhar rotinas de ação empresarial orientadas por um vetor de modernidade balizado pela adequação dos métodos de administração e gerenciamento; pela capacidade de entender o relacionamento empreendedor-mercado em toda a sua dimensão e pelo condicionamento dos processos de produção a tecnologias que resultassem numa melhoria no nível de perdas, através da racionalização.

Racionalização de um processo de produção, para ROSSO (1980), “é um conjunto de ações reformadoras que se propõem substituir as práticas rotineiras convencionais por recursos e métodos baseados em raciocínio sistemático, visando eliminar a casualidade nas decisões”. E salienta ainda que “os princípios da racionalização devem ser aplicados ao edifício tanto como produto quanto como processo”, a partir da fase de concepção do projeto.

O conceito adotado neste trabalho para atividade específica de construção é particularizado por SABBATINI (1989):

“racionalização construtiva é um processo composto pelo conjunto de todas as ações que tenham por objetivo otimizar o uso dos recursos materiais, humanos,

organizacionais, energéticos, tecnológicos, temporais e financeiros disponíveis na construção em todas as suas fases”.

2.2 Vedaçāo Vertical

No conjunto de sistemas que compõem o edifício, a vedação vertical é constituída de elementos que definem os ambientes internos e externos e, além disso, é responsável também pelos aspectos relativos ao conforto, à higiene, à saúde e à segurança da habitação.

A importância das vedações verticais vai muito além do que seu custo representa no custo total do edifício, pois¹:

- Determina as diretrizes para o planejamento e programação da execução por estarem no caminho crítico da obra;
- Determinam o potencial de racionalização da produção, na medida em que interferem com as instalações elétricas e hidro-sanitárias, com as esquadrias e com os revestimentos;
- Determinam grande parte do desempenho do edifício como um todo, por serem responsáveis pelos aspectos relativos a habitabilidade (conforto, higiene, saúde, segurança de utilização);
- Tem profunda relação com a ocorrência de problemas patológicos;
- Em muitos casos participam da estrutura (alvenaria estrutural) e em outros casos, são partes acessórias (servem de travamento da estrutura de concreto armado).

¹ Fonte: Manual Técnico de Alvenaria, ABCI, São Paulo, 1990.

2.2.1 Funções da Vedaçāo Vertical

A principal função da vedação vertical está contida na sua própria definição:

“a compartimentação e a definição dos ambientes internos, bem como o controle da ação de agentes indesejáveis do meio externo”.

Além disso:

- ⇒ serve de suporte e proteção para as instalações do edifício (quando embutidas);
- ⇒ cria as condições de habitabilidade para edifícios, juntamente com as esquadrias e os revestimentos (que a rigor fazem parte das vedações).

2.2.2 Requisitos Funcionais

Para que se tenha segurança quanto ao correto desempenho do elemento, a parede de vedação deverá atender a uma série de requisitos funcionais, resumido como se segue:

Quadro 2 – Requisitos funcionais

| |
|---|
| ● Desempenho térmico |
| ● Desempenho acústico |
| ● Estanqueidade à água e controle da passagem de ar |
| ● Proteção e resistência contra a ação do fogo |
| ● Desempenho estrutural |
| ● Controle de iluminação |
| ● Raios visuais |
| ● Durabilidade |
| ● Custos iniciais e de manutenção |
| ● Padrões estéticos |
| ● Facilidade de limpeza e higienização |

Fonte: Fernando H. Sabbatini, in: *Vedações Verticais – Notas de Aula*.

2.2.3 Classificações

As vedações verticais classificam-se²:

1. Quanto à posição no edifício

- Externa (de fachada) – vedação envoltória do edifício
- Interna (divisória) – vedação interna do edifício

2. Quanto à técnica de execução

- Por conformação – vedações obtidas por moldagem a úmido no local – emprega materiais com plasticidade obtida pela adição de água;
- Por acoplamento a seco – vedações obtidas por montagem através de dispositivos (pregos, parafusos, rebites, unhas, etc). Compõe a técnica construtiva conhecida no exterior como "DRY CONSTRUCTION", por não empregar materiais obtidos com adição de água;
- Por acoplamento úmido – vedações obtido por montagem a seco de componentes com solidarização posterior com argamassa ou concreto.

3. Quanto à densidade superficial

- Leve – vedação de baixa densidade superficial. O limite convencionado é em torno de 60 a 100 kg/m² (NBR 11.685). Não podem ter função estrutural;
- Pesada – vedação com densidade superior ao limite convencionado. Podem ou não ter função estrutural.

4. Quanto à estruturação

- Estruturada – possui uma estrutura reticular para suporte dos componentes de vedação. Ex.: divisória de gesso acartonado;
- Auto-suporte (também denominadas autoportantes) – não possui uma estrutura complementar, pois a vedação se auto suporta. Ex.: alvenaria;
- Outras – por exemplo pneumática (vedação na qual o suporte é fornecido por pressão de ar interna superior à pressão atmosférica);

² Fonte: Fernando H. Sabbatini, in: Vedações Verticais – Notas de Aula.

5. Quanto à continuidade do pano (em relação à distribuição dos esforços)

- Contínua – a absorção dos esforços se dá no pano como um todo. Ex.: alvenaria, paredes maciças;
- Descontínua – a absorção dos esforços é feita pelos componentes (placas ou painéis) e distribuídos por estes à estrutura da própria vedação. Necessariamente existem juntas, que podem ser aparentes ou não, entre os componentes. Ex.: divisória leve modulada (com juntas aparentes) e divisória leve de gesso acartonado;

6. Quanto à continuidade superficial (em relação à visibilidade das juntas)

- Monolítica - sem juntas aparentes. Ex.: alvenaria e divisórias leves de gesso acartonado.
- Modular – com juntas aparentes. Ex.: divisória leve modulada; painéis pré-fabricados de fachada.

7. Quanto à removibilidade

- Fixa – irremovível sem destruição. No caso de ser removida seus componentes dificilmente são recuperáveis, gerando muito entulho. Normalmente precisa de acabamentos complementares (como revestimentos). Ex.: alvenaria;
- Desmontável – é desmontável com alguma degradação, gerando, no entanto, pouco volume de entulho. Para a sua montagem requer a reposição de algumas peças. Ex.: divisória leve modular de gesso acartonado;
- Removível – é montada e desmontada com facilidade, sem degradação.
- Móvel – normalmente só de compartimentação – tipo sanfona, de correr.

2.3 Alvenaria

Tradicionalmente pesadas, espessas e rígidas, as alvenarias evoluíram para as lâminas consideravelmente delgadas dos dias atuais. Sua utilização como principal material de construção acompanha o homem desde a antigüidade. Tem-se notícia da sua utilização

a partir de 10.000 A.C, nas construções persas e assírias com tijolos secados ao sol, e de tijolos queimados em fornos a 3.000 A.C.

Sua evolução tecnológica se deu através do desenvolvimento de materiais com pequena massa específica (concretos celulares) e de componentes vazados (blocos de concreto, cerâmica ou sílico-calcários). Aproximadamente a partir da metade do século XX, ocorreu verdadeira revolução na técnica das alvenarias.

Para Sabbatini (1984) a alvenaria pode ser entendida como um componente construído em obra através da união entre tijolos ou blocos por juntas de argamassa, formando um conjunto rígido e coeso.

As alvenarias, em função da natureza dos seus componentes (materiais pétreos), apresentam bom comportamento referente às solicitações de compressão, o que não ocorre quando submetidas às solicitações de tração, flexão e cisalhamento. O conjunto alvenaria sendo composto por materiais com propriedades físicas diferentes (componentes de alvenaria e argamassa de assentamento) apresentam geralmente características heterogêneas e anisotrópicas. Diversos outros fatores influenciam o comportamento mecânico das paredes, tais como:

- Geometria, rugosidade superficial e porosidade do componente de alvenaria;
- Índice de retração, potencial de aderência e potencial de retenção de água da argamassa de assentamento;
- Esbeltez, eventual presença de armaduras (alvenarias armadas e parcialmente armadas), número e disposição das paredes contraventantes;
- Amarrações, cintamentos, disposição e tamanho dos vãos de portas e janelas;
- Enfraquecimentos provocados pelo embutimento de tubulações, rigidez dos elementos de fundação, geometria do edifício, etc.

2.3.1 Propriedades Gerais dos Componentes e das Alvenarias

Alguns cuidados deverão ser tomados na escolha dos componentes das alvenarias, uma vez que há no mercado diversas opções de blocos e tijolos, com diferentes características.

No quadro abaixo estão descritas algumas das propriedades que no geral devem ser analisadas antes da aquisição.

Quadro 3 – Propriedades gerais dos componentes de alvenaria

| | |
|---|--|
| • Ergonomia | Tamanho, textura, forma e peso do bloco influem na produtividade; |
| • Regularidade geométrica | Blocos regulares permitem assentamento uniforme (economia de argamassa de assentamento e de revestimento) viabilizando ainda revestimentos em gesso; |
| • Fornecimento / embalagem | Bons acondicionamentos (paletização etc.) facilitarão a integridade dos blocos e o transporte até os pavimentos; os diferentes tipos de blocos apresentam diferentes resistências ao manuseio (quebras, lascamento de cantos); |
| • Forma do bloco, absorção de água e aderência | Os componentes de alvenaria devem apresentar um valor mínimo de absorção de água (abaixo do qual não haverá adequada penetração de nata de aglomerante nos seus poros) e, idem, um valor máximo (para que não ocorra intensa retirada de água da argamassa, prejudicando a hidratação do aglomerante); para mesmas condições de assentamento (mesma argamassa, etc), quanto maior a área de contato argamassa/bloco, maior a aderência; a penetração de argamassa em ranhuras ou furos de alguns blocos pode melhorar consideravelmente a aderência; |

| | |
|--|---|
| ⦿ Movimentações higroscópicas | Os materiais porosos, constituintes dos blocos, sofrem em maior e menor escala variações volumétricas em função do teor de umidade; produtos sujeitos a grande retração de secagem, ou que absorvam mais umidade (incidência de chuva no canteiro ou na própria parede recém erguida), tenderão a secar na parede acabada, induzindo com maior probabilidade a formação de fissuras e destacamentos; |
| ⦿ Movimentações térmicas | Frente a oscilações da temperatura, os materiais constituintes dos blocos apresentarão diferentes variações dimensionais, podendo induzir destacamentos entre alvenaria e estrutura (paredes de vedação) ou entre paredes ligadas com juntas a prumo; as pinturas externas das paredes influenciarão decisivamente a escala das movimentações (quanto mais escura a cor, maior a absorção de calor, maior as movimentações térmicas); |
| ⦿ Tamanho do bloco e “flexibilidade da parede” | Como regra geral, a capacidade das alvenarias absorverem deformações impostas (recalques, etc) é regida pelas juntas (deformabilidade da argamassa, tipo de junta – a prumo ou em amarração, espessura e quantidade de juntas; para idênticas condições de assentamento, portanto, quanto maior a dimensão do bloco, menor o número de juntas e, comparativamente, menor o poder de absorção de movimentações); |
| ⦿ Peso próprio das paredes e dimensionamento da estrutura | Blocos mais leves proporcionarão, no caso de alvenarias de vedação, a redução de seção dos componentes estruturais, passando a ter maior importância no projeto estrutural a consideração da ação do vento e ação do fogo; a partir de uma certa flexibilidade da estrutura deve-se também considerar o eventual papel contraventante das alvenarias e a necessidade de adoção de uma série de detalhes para vinculação à estrutura; |

| | |
|-------------------------------|--|
| ⦿ Desempenho térmico-acústico | O desempenho térmico dependerá da inércia térmica (função da massa da parede e do calor específico do material) e da presença de camadas confinadas de ar; do ponto de vista da isolamento aos ruídos aéreos (“Lei das Massas”), ocorrendo o inverso em relação aos ruídos por impactos; o desempenho acústico será muito influenciado por frestas ou descontinuidades das juntas de assentamento, eventual reverberação nos furos dos blocos e presença de revestimentos; |
| ⦿ Outras características | Na escolha dos blocos deve-se ainda considerar resistência sob ação do fogo, capacidade de fixação de peças suspensas (armários, redes de dormir), efetividade de ligações com marcos ou contra-marcos, facilidade de embutimento de instalações, resistência a cargas laterais, incorporação de equipamentos às paredes (exaustores, caixas de aparelho de ar condicionado, suportes de filtro de água, papeleira, saboneteira, arandelas). |

Fonte: Thomaz, E. *Como construir Alvenarias de Vedaçao*. Revista Téchne nº15 e nº16, Editora Pini. São Paulo, 1995

2.3.2 Alvenaria Racionalizada

Racionalizar a alvenaria, ou melhor, a sua produção, pode ser sintetizada na palavra planejamento. Essa conclusão parece óbvia em um primeiro momento, contudo ao se aprofundar mais no conceito de planejamento e paralelamente se observar como estão sendo desenvolvidos os processos, e em particular, a alvenaria, chega-se a conclusão do quanto se deve mudar e aprender para que a racionalização seja utilizada de forma mais eficiente.

Em princípio, tem-se três pontos básicos ou diretrizes para que se possa chegar no objetivo de um processo racionalizado. É importante observar que não existe uma hierarquia nessas diretrizes, mas sim uma interdependência e às vezes uma

sobreposição das atividades. A atenção durante o processo de racionalização deve estar focada nas diretrizes de projeto, diretrizes de execução e diretrizes de controle.

Na fase do projeto de alvenaria a linha que servirá de guia para o profissional pode ser resumida em três tópicos³:

- Durante a concepção do edifício, viabilizar a compatibilização da vedação com a estrutura, as esquadrias, as instalações e os revestimentos;
- Estudar a possibilidade de uso dos componentes de alvenaria com modulação flexível: cerâmicos seccionáveis, concreto com submódulos e concreto celular autoclavado;
- Buscar a elaboração do projeto para a produção compatível com as características de produção da empresa que retrate as reais condições de execução.

Observa-se aqui a importância de se conhecer o modo como a empresa construtora trabalha e não apenas os conceitos técnicos de projeto. A utilização, por exemplo, de um elemento construtivo diferente, ou até mesmo novo, sem o devido treinamento da mão de obra pode acarretar perdas e atrasos na obra gerando dúvidas quanto à importância do projeto.

Durante a execução, novamente verifica-se a necessidade de planejamento, mas agora com um enfoque específico. As ações serão norteadas pelos suprimentos e pela mão de obra. Do lado dos materiais deve-se ter um planejamento voltado para o atendimento das especificações de projeto, o mesmo procedimento deve ser adotado quanto aos equipamentos. No que tange à mão de obra às atenções deverão ser voltadas para o treinamento contínuo e específico.

³ Fonte: Mércia M.S.B. de Barros, in: Seminário Vedações Verticais – Tecnologia e Gestão na Produção de Edifícios, pp.21-48.

É de relevante importância que durante a execução os responsáveis estejam sempre se reportando aos projetistas como forma de se aumentar à eficácia do projeto bem como sua eficiência.

E por fim as diretrizes de controle que permeiam as demais, definindo responsabilidades, padronizando as formas de acompanhamento das atividades, recebendo, tratando e gerando as informações para o andamento da obra.

PROCESSO DE PRODUÇÃO DAS ALVENARIAS

3.1 Projeto para Produção

No processo construtivo tradicional, os métodos utilizados para os serviços de execução das alvenarias de vedação (entre outros) são caracterizados pela falta de organização, padronização do processo de execução e fiscalização dos serviços.

Esta questão pode ser analisada sob dois aspectos: o primeiro se refere aos procedimentos adotados nos canteiros, e o segundo, às informações contidas nos projetos ditos executivos enviados à obra.

No primeiro item as soluções adotadas limitam-se a reprodução de práticas correntes na construção civil, de certa forma carente de análise técnica quanto à sua pertinência. No segundo item, quanto aos projetos, estes sim tem grande participação no que diz respeito a possível reversão deste quadro. A insuficiência de informações, de detalhamentos construtivos, especificações de materiais e técnicas a serem utilizadas, pode ser atribuída ao desconhecimento técnico e pela falta de acompanhamento da obra por parte dos projetistas, das inúmeras e variadas influências físicas a que estão expostas às edificações.

A proposta de se elaborar projetos construtivos, visa resgatar para a fase de desenvolvimento dos demais projetos a responsabilidade pela compilação das informações técnicas e exeqüibilidade das propostas enviadas aos canteiros de obra, dotando-os de instrumentos efetivamente reguladores do processo de execução do edifício.

3.1.1 Elaboração do Projeto

A elaboração do projeto de alvenaria inicia-se com o levantamento de dados referentes aos diversos projetos que constituem o edifício, como por exemplo, arquitetura, instalações elétricas e hidráulicas, estrutura, ar condicionado, etc, através do preenchimento de um *check-list*.

Além das informações contidas nos projetos acima citados cabe a empresa contratante fornecer os dados referentes às diretrizes que deverão ser adotadas tanto para a elaboração do projeto quanto para o processo de produção.

No quadro abaixo estão descritas algumas das informações fundamentais a serem coletadas nos diversos projetos do edifício para o desenvolvimento do projeto de alvenaria.

Quadro 4 – Informações a serem coletadas nos projetos.

| Projeto de Arquitetura |
|---|
| ⦿ Dimensões das paredes (comprimentos, largura e espessura das paredes acabadas) |
| ⦿ Dimensões internas dos compartimentos |
| ⦿ Localização das aberturas de portas, janelas e instalações especiais, dimensão dos vãos |
| ⦿ Tipo e padrão de qualidade dos revestimentos |
| ⦿ Detalhes construtivos de fixação das esquadrias, peças suspensas, etc. |
| ⦿ Tratamento de juntas nas interfaces dos vãos e paredes e também nas ligações das paredes com os componentes estruturais |
| ⦿ Previsão de juntas de controle |
| ⦿ Detalhes arquitetônicos que interfiram nas características e na execução da alvenaria, tais como sacadas, beirais, platibandas, ressaltos e reentrâncias para proteção da fachada |

Projeto de Estrutura

- ⦿ Tipo e dimensões dos componentes estruturais
- ⦿ Verificar se na concepção estrutural a alvenaria funciona como travamento da estrutura

Projeto de Instalações

- ⦿ Disposição e localização dos ramais hidráulicos, previsão de kits hidráulicos
- ⦿ Utilização de shafts verticais
- ⦿ Instalação de peças sanitárias
- ⦿ Passagem de tubulação elétrica
- ⦿ Pontos de luz, tomadas e interruptores
- ⦿ Instalação de incêndio
- ⦿ Instalação de gás
- ⦿ Instalações telefônicas
- ⦿ Equipamentos especiais

Outras Informações

- ⦿ Condições de implantação e orientação da edificação
- ⦿ Materiais e mão-de-obra disponíveis
- ⦿ Equipamentos
- ⦿ Planejamento global da obra
- ⦿ Prazos e custos
- ⦿ Condições ambientais; umidade do ar; índice pluviométrico; temperatura
- ⦿ Sons e ruídos

Fonte: *Fernando H. Sabbatini, José L. W. de Brito e Sílvia M. S. Selmo, in: Recomendações para Construção de Paredes de Vedaçāo em Alvenaria, pp. 94-103.*

3.1.2 Conteúdo do Projeto

Os projetos enviados à obra são desprovidos de informações no que se refere aos processos de execução do edifício. Isto por sua vez gera nos canteiros consultas excessivas dos diferentes projetos dos vários subsistemas. Não raro, são identificados extemporaneamente aspectos que determinarão a alteração de serviços já executados ou que levarão os executores a procederem mudanças nos projetos⁴. Nota-se aí, o enfoque dado ao projeto: sendo este mais como um elemento formal, do que como um suporte das ações necessárias ao andamento da obra.

A proposta do projeto para produção de alvenaria vai de encontro às necessidades da obra, pois fornece apenas as informações pertinentes àquele momento, não repetindo dados já utilizados anteriormente, sintetizando-as em um único documento. Algumas características devem ser observadas para que o objetivo de uma informação eficiente seja atingido. Abaixo estão resumidas as informações necessárias para o projeto para produção de alvenaria.

Quadro 5 – Informações necessárias para o projeto de produção

| |
|--|
| ⦿ Especificação dos componentes de alvenaria: blocos, composição e dosagem da argamassa de assentamento; |
| ⦿ Locação da primeira fiada, a partir do eixo de referência predefinido; |
| ⦿ Planta de primeira e segunda fiada com a distribuição dos componentes; |
| ⦿ Elevações das paredes, identificando o posicionamento das instalações e das aberturas; |
| ⦿ Necessidade de uso de juntas de controle: posicionamento e dimensão; |
| ⦿ Amarrações entre fiadas, amarração da alvenaria com a estrutura; |
| ⦿ Definição quanto ao uso de vergas e contravergas pré-fabricadas ou moldadas no local e o seu posicionamento; |
| ⦿ Definição quanto ao uso de shafts ou embutimento de instalações ou de dutos de prumada. |

Fonte: Mércia M.S.B. de Barros, in: Seminário Vedações Verticais – Tecnologia e Gestão na Produção de Edifícios.

⁴ Fonte: Fernando H. Sabbatini, in: Recomendações para o Projeto Construtivo das paredes de vedação em alvenaria: Procedimentos para elaboração e padrão de apresentação, pp.63

Mostrou-se até agora um resumo dos estudos que estão sendo desenvolvidos com respeito à racionalização da construção em especial a produção da alvenaria de vedação. No próximo capítulo será apresentado um estudo de caso onde cujo objetivo é traçar um paralelo entre o que está sendo desenvolvido nesta área do ponto de vista teórico e a realidade da obra.

ESTUDO DE CASO

4.1 Empresa

Terepins e Kalili Engenharia e Construções Ltda.

Certificação ISO 9002 desde 1999

4.1.1 Descrição da Empresa

Atua há vinte anos no setor da Construção Civil

Área construída já entregue: 245.000m² / aprox. 1.800 unidades

Área de atuação: Edifícios Residenciais, Comerciais, Hotéis e Condomínios Horizontais

Número de funcionários: 100

Mão de obra: terceirizada

4.1.2 Histórico do Projeto de Alvenaria na Empresa

A empresa começou a utilizar o projeto de alvenaria a partir de 1997. O que motivou essa implantação, foi à busca da racionalização entre a alvenaria e os demais subsistemas além dos fatores mercadológicos e a mudança do componente para a produção da vedação vertical – tijolo baiano (oito furos) para o bloco cerâmico 19x39 e 25x25. Essa mudança acarretou a necessidade da adequação de novos processos construtivos, visando aumentar a eficiência do novo componente.

Os projetos iniciais de alvenaria foram desenvolvidos independentemente dos demais projetos, desta forma, tinha-se uma adequação da alvenaria com os demais subsistemas

sem a possibilidade de interferência visando à racionalização, mesmo assim os resultados obtidos foram satisfatórios.

A implantação do projeto na obra se deu sem que houvesse um treinamento prévio das equipes de produção. Contudo, não foi notado nenhum problema de entendimento por parte das equipes, embora os projetos tivessem algumas deficiências de informações, por exemplo, quantitativos, detalhamento de peças pré-moldadas quando necessário etc.

4.1.3 Estágio atual do Projeto de Alvenaria na Empresa

O estágio atual do projeto de alvenaria na empresa pode ser analisado sob dois prismas. O primeiro, sob o ponto de vista cultural da construtora, o projeto de alvenaria não é mais visto como uma novidade, mas sim como uma necessidade. Por outro lado, do ponto de vista técnico propriamente dito, e aí pode-se citar a eficiência e a eficácia da informação, o projeto de alvenaria ainda merece especial atenção para que se defina sua melhor forma e conteúdo se adequando aos interesses da empresa na busca da racionalização da construção.

O fato de se trabalhar com vários projetistas, num primeiro momento sugere a idéia de descontinuidade no processo de definição de diretrizes, contudo embora os conceitos gerais sejam os mesmos para todos, cada um apresenta características distintas em certos aspectos, como por exemplo o tratamento que se é dado para a representação gráfica, as informações técnicas contidas e os detalhamentos, que acabam influenciando a novos procedimentos operacionais, enriquecendo, desta forma, a diversidade de opções, que em última instância facilita o desenvolvimento das premissas para elaboração do projeto de alvenaria na empresa.

O estudo de caso proposto é referente a um empreendimento residencial de alto padrão, a preço de custo, 02 opções de planta com 4 e 3 dormitórios e flexibilidade para personalização das unidades. A escolha da obra se deu por dois motivos: o primeiro por se tratar de um empreendimento cujas características fogem dos padrões usuais da empresa, e o segundo se refere à eficiência do projeto de alvenaria para esse tipo de obra.

4.2 Descrição da Obra

- Condomínio Bellevue Pacaembú
- Localização: rua Traipú, 232
- Área construída: 10.382,14 m²
- Prazo de entrega: 30 meses
- Início da obra: maio / 01
- Número de torres: 01
- Número total de pavimentos: 23 + ático
- Número de unidades por pavimento: 02
- Número total de unidades: 36



Perspectiva do empreendimento

4.3 Estudo de Caso

Para a elaboração do estudo de caso além das visitas à obra, foi fornecido ao engenheiro residente, um formulário para que nele fossem apontados itens positivos e negativos em relação à implantação do projeto de alvenaria (ver anexos).

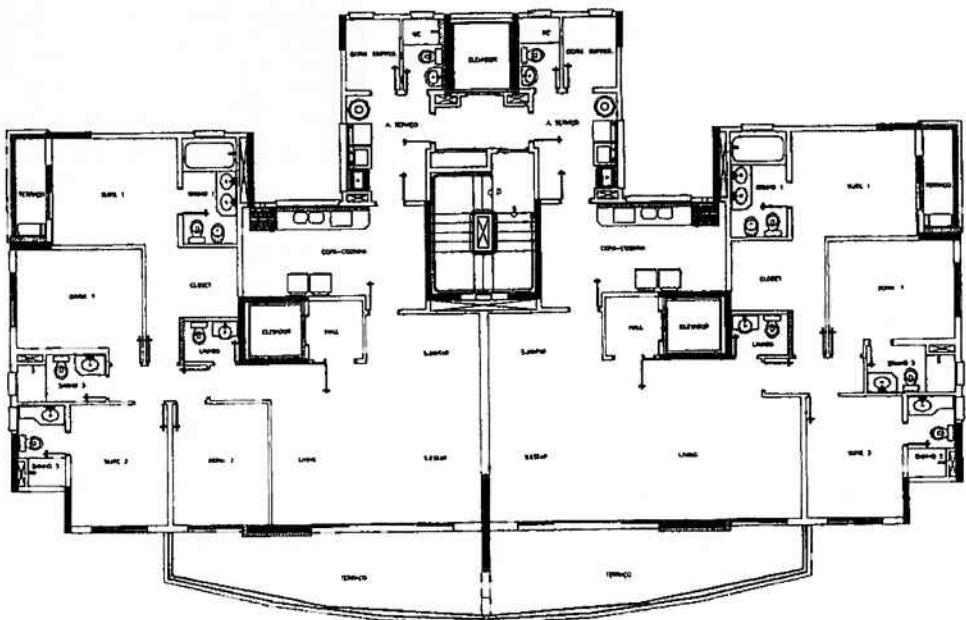
Buscou-se com o questionário entender melhor o uso do projeto na obra, através da análise dos pontos críticos especialmente quanto à interação com os outros subsistemas e o fator produtividade.

A análise de caso foi estruturada sob dois enfoques, que em última instância se inter-relacionam, visando facilitar a coleta de informações:

1. Análise forma-conteúdo: referente à apresentação gráfica e ao conteúdo do projeto;
2. Análise técnica: refere-se às especificações gerais adotadas para o desenvolvimento do projeto.

4.3.1 Análise da Produção da Alvenaria

O primeiro momento onde o projeto de alvenaria é utilizado na obra é na execução do apartamento modelo, nessa etapa serão levantados os problemas que poderão afetar o cronograma de execução. Nessa obra específica, contudo, um dos maiores problemas para se identificar os gargalos na produção é o fato de se ter uma diversidade de plantas personalizadas. Para ilustrar, o projeto de alvenaria contemplava apenas uma opção de planta com quatro dormitórios e duas suítes, no entanto, a maioria dos proprietários optou pela planta de três dormitórios com três suítes, solicitando mudanças do projeto durante a execução da obra.



Planta do pavimento tipo – opções 01 e 02

4.3.1.1 Análise forma-conteúdo do projeto:

O projeto de alvenaria como documento e sua interação com a obra foi abordado em dois momentos específicos. O primeiro, na chegada do projeto à obra e o segundo, durante sua execução. Para a análise do primeiro ponto foram abordadas basicamente três questões: se houve apresentação do projeto para a equipe de produção, se houve análise prévia do projeto por parte da obra antes da liberação para a produção e se houve algum tipo de alteração no projeto durante a execução.

No que tange à primeira pergunta, embora não tenha havido a apresentação do projeto por parte do projetista, a linguagem clara e de fácil compreensão possibilitou sua implementação sem maiores problemas. Contudo é de suma importância a discussão entre projetista e o responsável pela obra, uma vez que nesse momento o projeto pode ser visualizado com maior clareza. Muitas vezes a obra se apega tão somente ao macro e alguns itens fundamentais passam despercebidos. Outras vezes o projetista se atém a detalhes técnicos que durante a construção se tornam irrelevantes.

Na segunda questão levantada, verificou-se que houve uma análise prévia do projeto por parte do engenheiro residente e o mestre de obras. Os pontos por eles observados tinham como preocupação central à planta de marcação da 1ª fiada onde, a partir daí, foram traçados os critérios para o início da execução da alvenaria. Observou-se que em algumas paredes a planta de 1ª fiada divergia da elevação. Neste caso a obra optou por seguir a planta de marcação da 1ª fiada ignorando as informações de modulação contidas nas elevações.

Quanto a terceira questão, constatou-se que houve sim alteração do que estava especificado no projeto, a mudança mais expressiva foi referente à substituição do bloco que acarretou, por conseguinte, o redimensionamento da modulação. A obra não informou previamente ao projetista a necessidade dessa mudança.

O resultado que se chega no que se refere à análise das informações contidas no projeto em relação às necessidades da obra, foi que no geral, os objetivos foram atendidos, uma vez que o projeto de alvenaria foi desenvolvimento seguindo as diretrizes da empresa, contudo a discussão do documento entre o projetista e a obra se revelou de suma importância para um melhor aproveitamento dos recursos para a produção e a antecipação dos problemas. Outro ponto a ser destacado é o fato de que a presença do projetista durante a execução da alvenaria não foi vista como necessária para se tomar às decisões na obra. No entanto, devido a sua visão global do projeto este profissional consegue antecipar os possíveis problemas decorrentes de uma determinada ação da obra.

4.3.1.2 Análise técnica do projeto:

O segundo momento da análise do estudo de caso é a execução da alvenaria propriamente dita. Procurou-se comparar nesse item as informações contidas no projeto com o que foi executado na obra. Da mesma forma identificaram-se as alterações ocorridas tentando explicitar suas causas e como essas modificações interferiram no processo como um todo.

Partiu-se novamente da análise do projeto desta vez tendo como base às ações a serem implementadas. Inicialmente foram analisadas as interferências entre o projeto de alvenaria e os demais subsistemas. Essa análise foi agrupada em três itens: estrutura, instalações hidráulicas e instalações elétricas. O segundo ponto dessa análise está relacionado quanto à fiscalização do processo. Posteriormente, quais momentos geram mais atrasos no cronograma da execução da alvenaria e finalmente se o projeto de alvenaria tem ajudado para o aumento da produtividade da equipe.

4.3.1.3 Interação alvenaria-estrutura:

A utilização do projeto de alvenaria na interface com o subsistema estrutural se dá tanto no momento da produção da laje como também durante a elevação das paredes, em que há interação com os outros elementos da estrutura, pilares e vigas. As diretrizes adotadas no projeto podem ser resumidas nos tópicos abaixo:

- Locação dos pontos de hidráulica na laje: o projeto adota cotas acumuladas através do eixo de coordenadas (figura 1).
- Locação de pontos de elétrica: através de cotas acumuladas (figura 2).
- Marcação da 1^a fiada: através de cotas acumuladas (figura 3).
- Fixação da alvenaria nos pilares: feita através de tela galvanizada (figura 4).

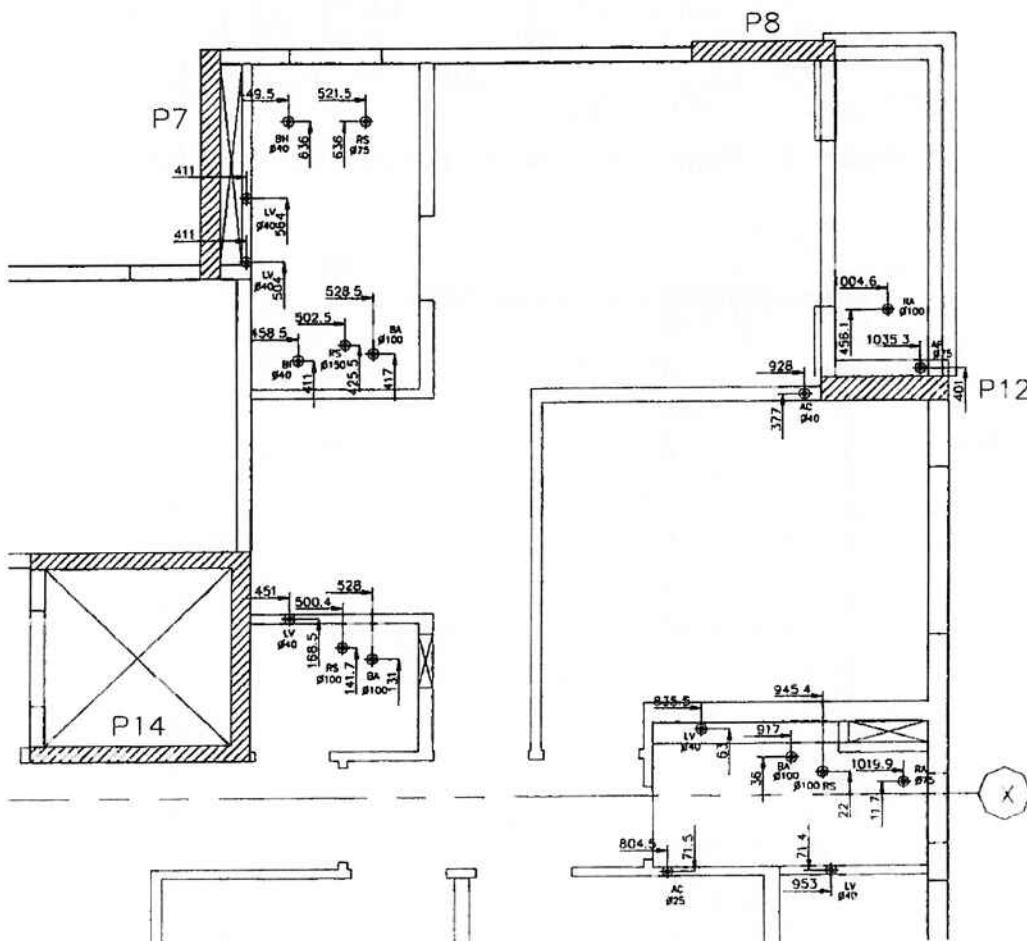


Figura 1 – Planta de locação dos pontos hidráulicos na laje

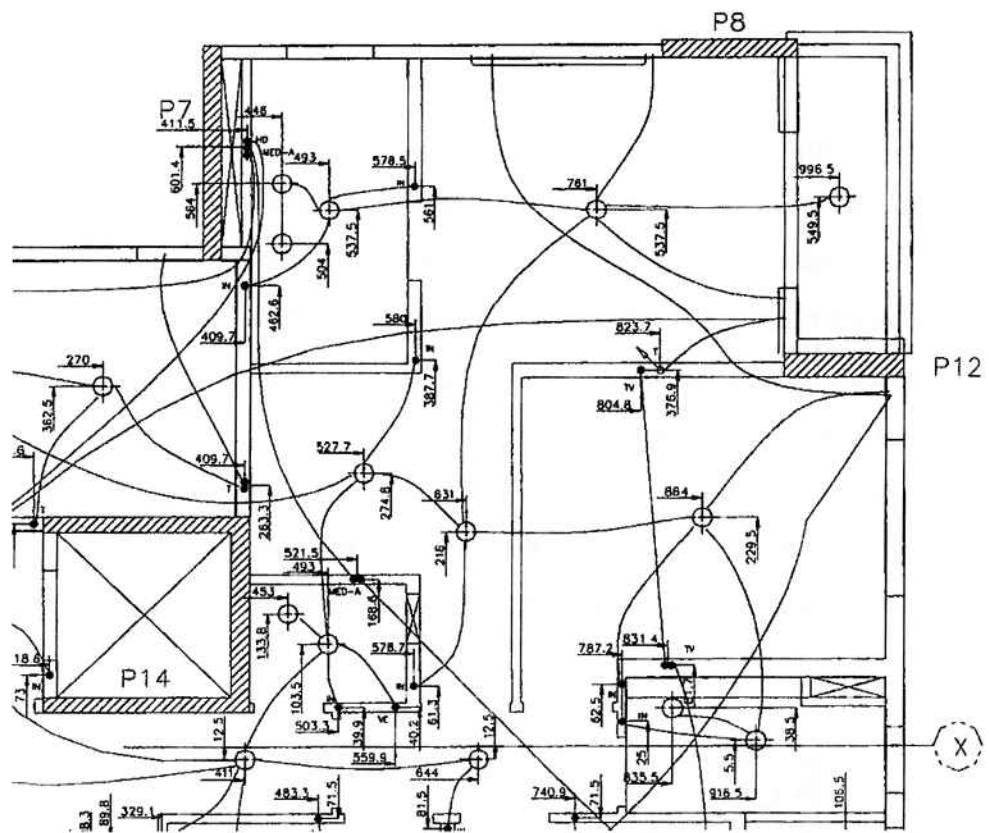


Figura 2 – Planta de locação dos pontos elétricos na laje

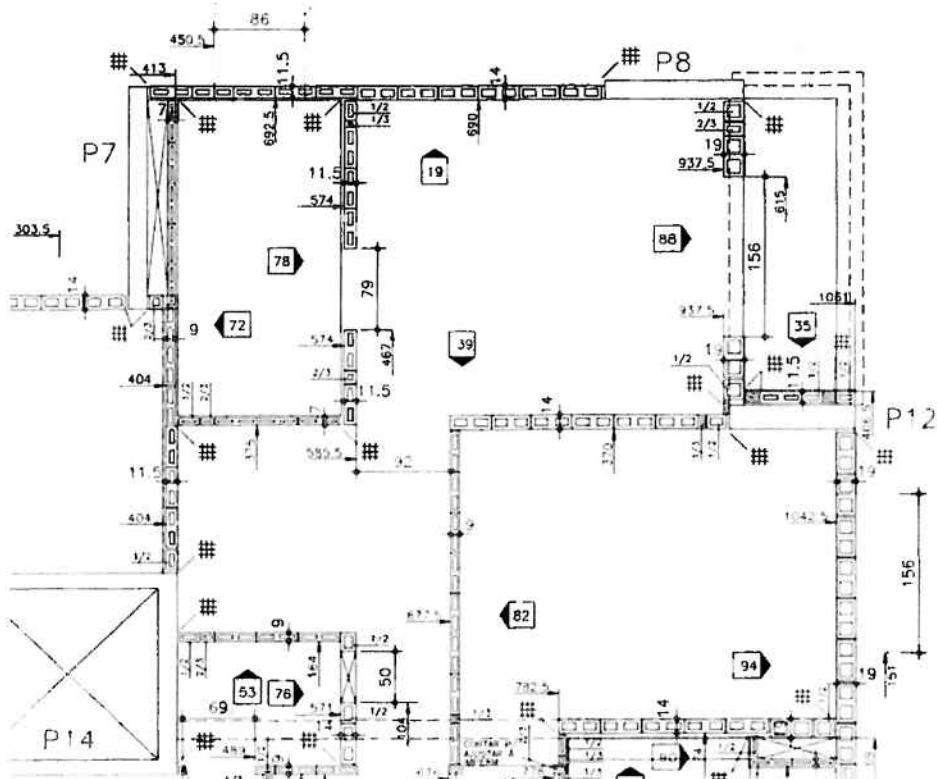


Figura 3 – Planta de marcação da 1^a fiada na laje

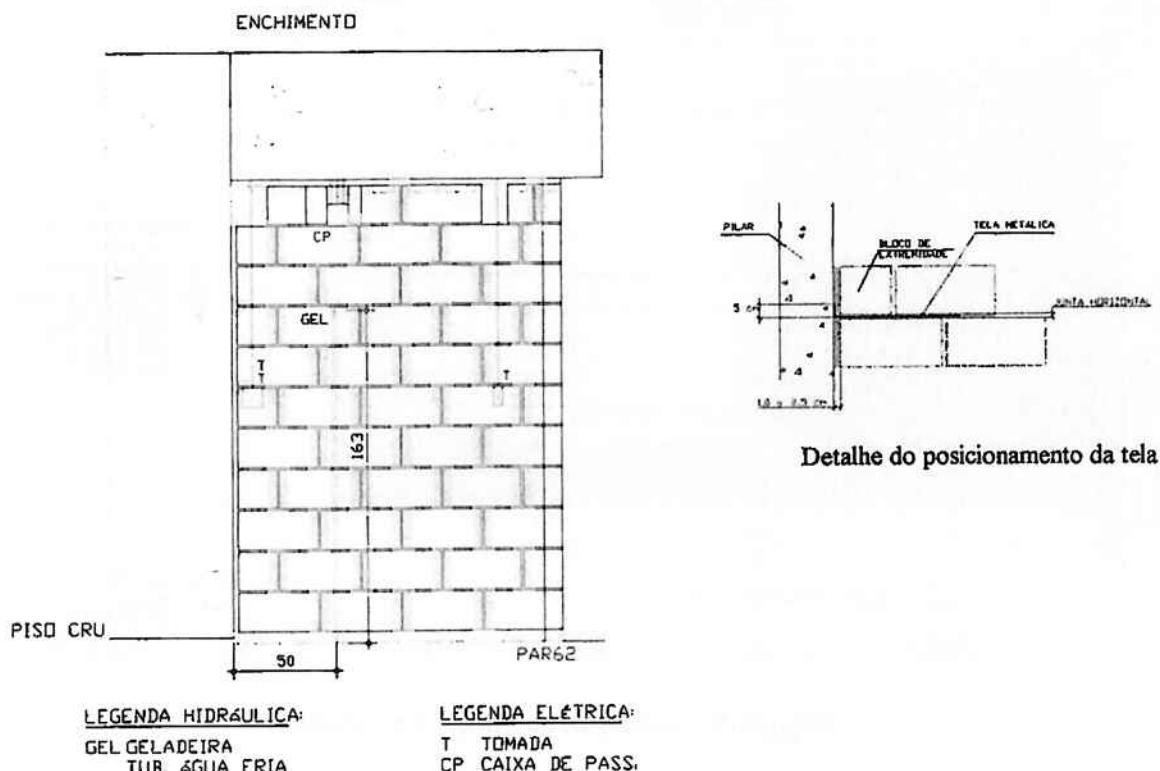


Figura 4 – Fixação da alvenaria na estrutura com tela metálica

4.3.1.4 Interação alvenaria-instalações hidráulicas:

O elemento portante básico das instalações hidráulicas na maioria das obras é a alvenaria, daí a perfeita integração entre os dois projetos é de suma importância para o desempenho eficaz dos dois subsistemas. Temos como diretrizes adotadas no projeto de alvenaria:

- Caminhamento hidráulico: através de rasgos nos blocos (figura 5).
- Arremate da impermeabilização: utilização de bloco com espessura reduzida nas duas primeiras fiadas (figura 5) (foto 1).

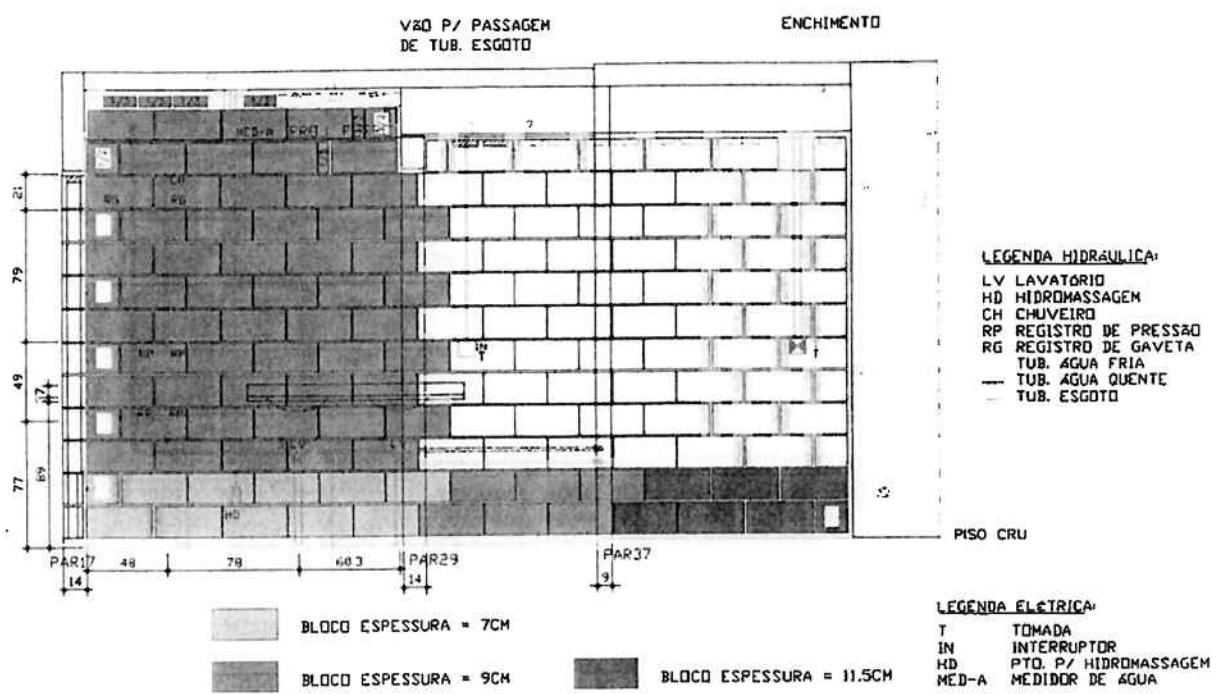


Figura 5 – Exemplo elevação de parede

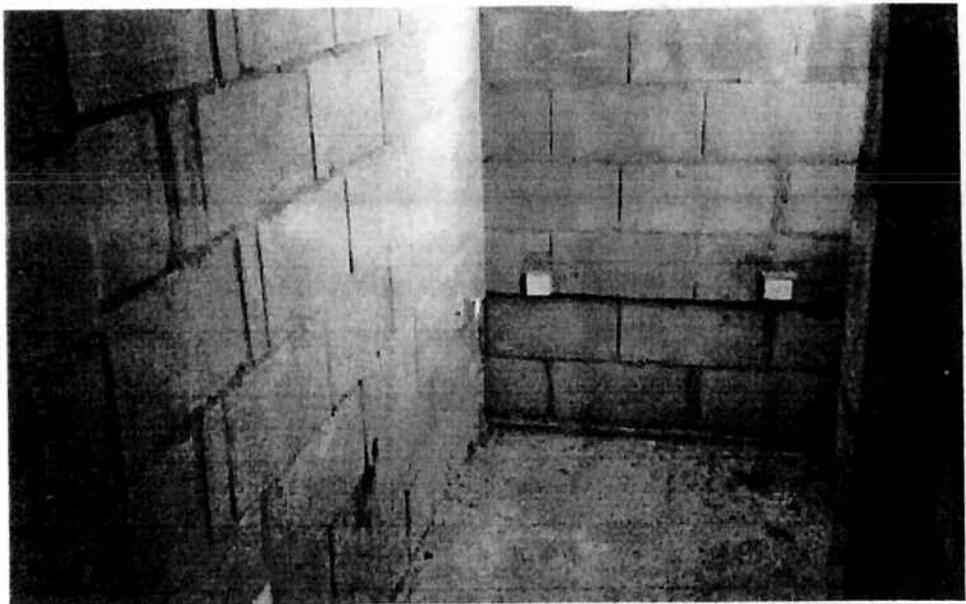


Foto 1 – Arremate para a impermeabilização

4.3.1.5 Interação alvenaria-instalações elétricas:

As diretrizes do caminhamento elétrico presentes no projeto de alvenaria seguem os itens abaixo:

- Caminhamento de elétrica: passagem dos conduítes juntamente com a execução da alvenaria.
- Fixação das caixinhas: utilização de bloco elétrico.

Problemas observados durante a produção da alvenaria:

Interação com a estrutura:

Dois problemas foram observados neste item. O primeiro refere-se a execução da 1^a fiada onde constatou-se dificuldades referentes aos locais onde havia rebaixos na laje, pois foi solicitado em projeto que a altura prevista para o assentamento do bloco deveria ser maior nestas regiões, o que não foi respeitado na execução, ocasionando retrabalho da equipe para ajuste da modulação vertical (figura 6) (foto 2). Verificou-se que a causa específica deste problema foi a falta de atenção durante a execução da 1^a fiada, visto que o projeto contemplava de forma clara o ajuste necessário para o assentamento do bloco. Uma vez que esse problema surgiu na fase de execução do apartamento modelo, não houve atraso no cronograma como também no que se refere aos custos da obra.

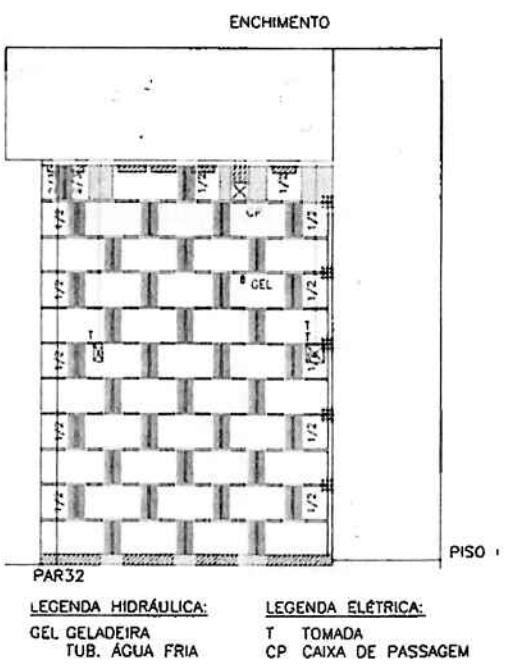


Figura 6 – Exemplo elevação de parede

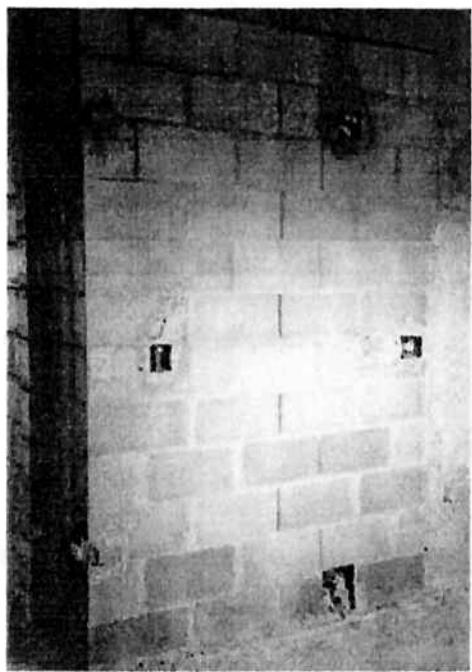


Foto 2 – Parede executada

O segundo problema observado refere-se a elevação da alvenaria, já que o bloco especificado no projeto fora substituído, acarretando a necessidade de ajuste da paginação por parte da equipe de produção (figura 7) (foto 3). A causa específica não surgiu como uma necessidade da obra e nem devido ao custo do componente especificado extrapolar o que fora determinado no cronograma financeiro. No momento em que foi feita a cotação para compra, o departamento de suprimentos identificou um bloco com qualidade semelhante embora com dimensões diferentes das especificadas no projeto, mas com custo menor. Verificou-se com a obra a possibilidade de se adaptar esse componente durante a execução sem que fosse necessária a mudança do projeto. Vale ressaltar que em momento algum o projetista foi comunicado da mudança da especificação do bloco.

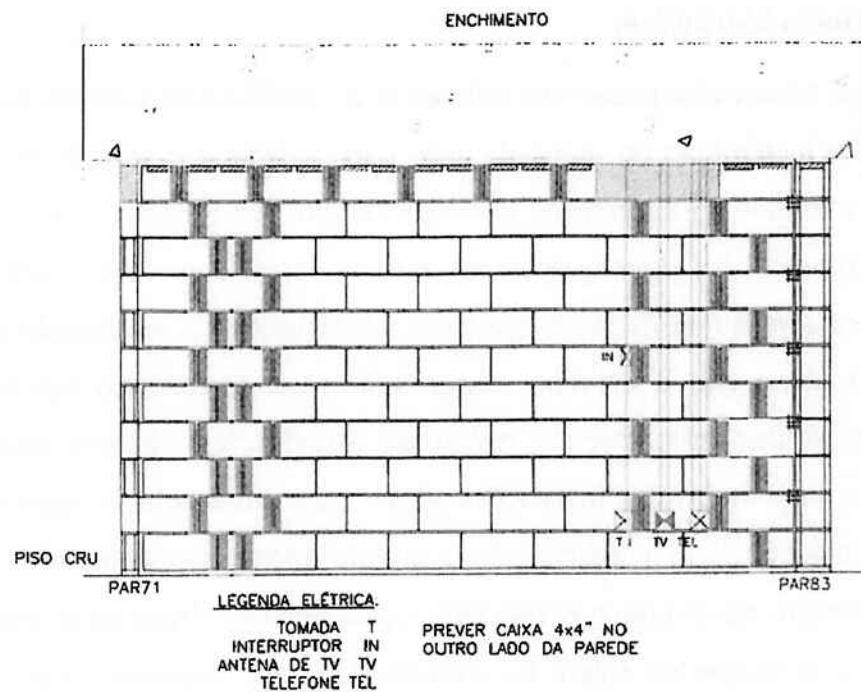


Figura 7 –Elevação da parede

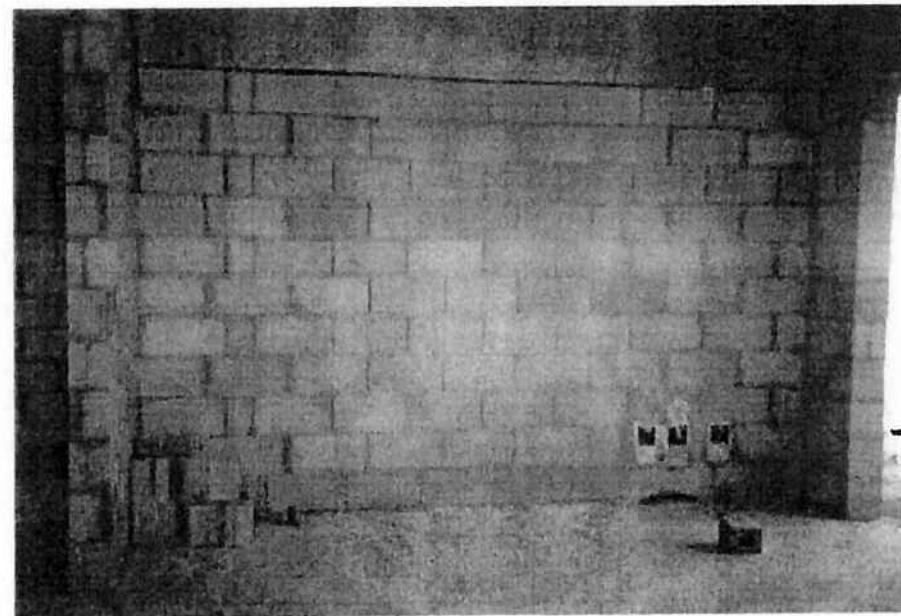


Foto 3 – Ajuste da modulação

Interação com a hidráulica:

Os problemas observados neste item referem-se ao enchimento previsto sob a bancada da cozinha, a localização do ponto de água para o filtro e a solução para saída das tubulações e drenos do sistema de ar condicionado. No primeiro e segundo item, a causa do problema foi consequência de erro no projeto onde o dimensionamento proposto para a máquina de lavar louça era insuficiente e a localização do ponto de água para o filtro sob o caixilho, impossibilitava a fixação do equipamento. As alterações sugeridas pelo projetista não foram satisfatórias, coube a equipe da obra junto com o empreiteiro das instalações adotar uma outra solução para o problema. Quanto ao sistema de ar condicionado o projeto apresentou falhas em dois pontos distintos: primeiro não houve previsão para a passagem do dreno na parede, a solução adotada foi a utilização de rasgos na alvenaria (foto 4). Segundo no que se refere à saída das tubulações o projetista sugeriu deixar um vão na alvenaria que posteriormente seria preenchido com argamassa. Contudo essa solução geraria dois problemas: primeiro quanto ao acabamento da parede e segundo quanto a manutenção da tubulação. A solução adotada na obra foi uma caixa pré-moldada de concreto, demandando do profissional responsável pelas peças pré-moldadas uma quantidade de horas de trabalho adicional que não estavam contempladas no cronograma físico-financeiro original (fotos 5 e 6).



Foto 4 – Solução adotada na obra para o embutimento da tubulação dos drenos.

Foto 5 – Solução adotada na obra para a passagem da tubulação de ar condicionado

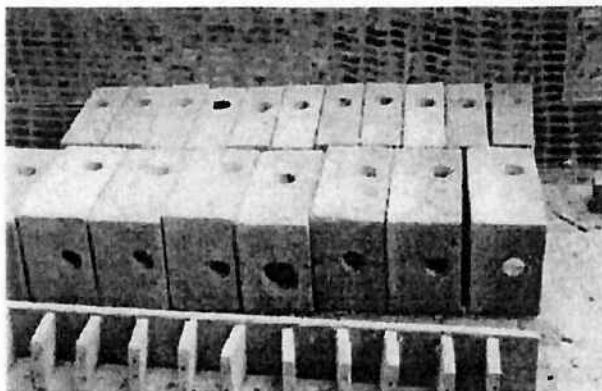


Foto 6 – Caixa pré-moldada executada na obra

Interação com a elétrica:

Encontrou-se também no sistema de instalações elétricas a necessidade de adaptação do projeto de alvenaria às condições da obra. Por exemplo, embora a solução adotada no projeto contemplasse a utilização de blocos elétricos para a fixação das caixinhas, a obra decidiu fixá-las no bloco comum devido ao alto grau de perda de material com a adoção da primeira solução. Esse aumento de perdas na manipulação do bloco elétrico pode ser resultado da falta de treinamento na utilização deste componente. Constatou-se também que o chumbamento da caixinha é feito pela empresa contratada para fazer a instalação elétrica (fotos 7 e 8). Uma solução viável para este caso, seria a utilização de uma central na obra para o corte e chumbamento das caixinhas de elétrica, sendo executado por um profissional que tenha experiência no manuseio dos componentes, bloco e argamassa. Outro ponto divergente entre o projeto e a obra é referente à altura das tomadas baixas. No projeto a altura entre o piso acabado e a face inferior da caixinha, impossibilitava a utilização de um rodapé com altura superior ao da unidade modelo, e por se tratar de um empreendimento de alto padrão, esta possibilidade deve ser levada em conta.

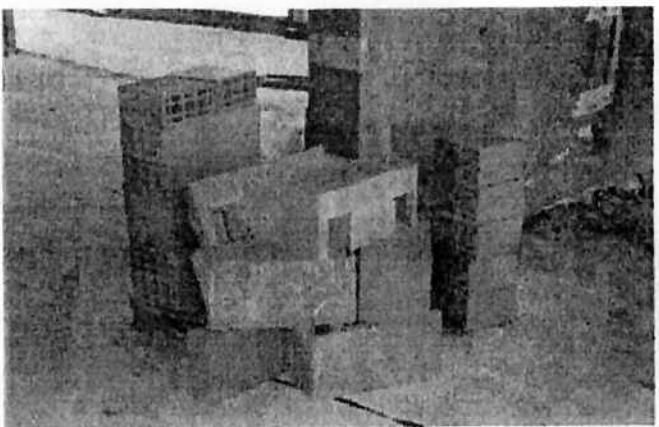


Foto 7 – O corte do bloco para a fixação da caixinha de elétrica é realizado pelo empreiteiro de mão de obra civil.

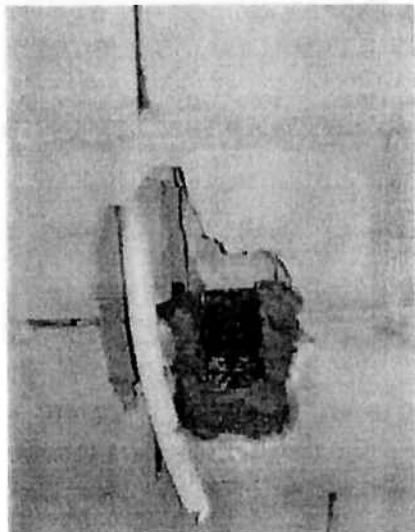


Foto 8 – A fixação da caixinha no bloco é realizado pelo empreiteiro das instalações.

Interação com as esquadrias:

As vergas especificadas no projeto para os vãos das portas embora do ponto de vista estrutural se comportassem de forma adequada, não eram de fácil manuseio devido ao seu peso, dificultando o transporte pela equipe de produção. A verga pré-moldada foi projetada nas dimensões originais para facilitar a modulação da alvenaria, contudo não foi pensado durante o projeto nas questões de produtividade da equipe. Como solução, a obra redimensionou as vergas pré-moldadas, sem o prévio conhecimento do projetista (fotos 9, 10 e 11).



Foto 9 – Verga proposta no projeto de alvenaria.

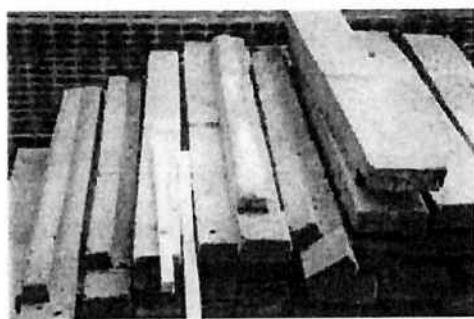


Foto 10 – Verga proposta na obra.

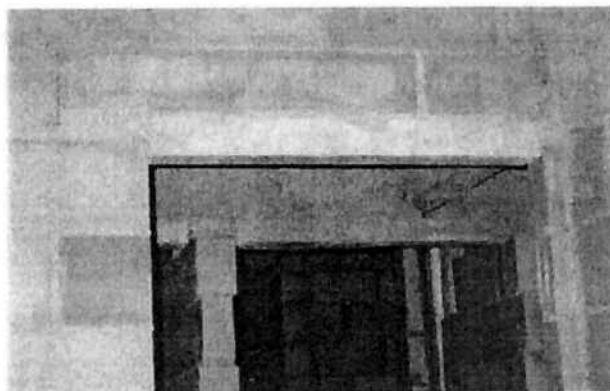


Foto 11 – Verga pré-moldadas na obra

4.3.1.6 Controle do processo da alvenaria:

Um dos principais fatores que asseguram a correta implementação do projeto na obra é a atividade de controle. Esta atividade pode ser abordada de duas maneiras: o controle específico do profissional que está executando a alvenaria e o controle externo que é realizado por um outro profissional.

Na obra estudada, a verificação da execução da alvenaria é feita através da utilização de registros específicos para este serviço (ver anexos), onde o engenheiro residente faz

uma vistoria mais detalhada durante a etapa de execução da 1^a e 2^a fiada. Durante a elevação, cabe ao mestre e ao estagiário à fiscalização dos serviços executados e preenchimento do formulário. Quando da verificação ocorrer situação em que o elemento fiscalizado foge dos limites previamente determinados, o trabalho deverá ser refeito, conforme determinação do engenheiro responsável.

Interferências no cronograma de execução da alvenaria:

A empresa tem como diretriz para o início da execução da alvenaria em um dado pavimento, que pelo menos dois pavimentos tenham sido desformados acima dessa laje. Além disso, nessa obra específica, optou-se por fazer toda a alvenaria externa, devido à personalização das unidades, acarretando determinados momentos de ociosidade da equipe de trabalho. Independente disso, a obra relatou que é na fase de elevação que se detecta a maior perda de rendimento da equipe de produção. Basicamente, devido às interferências com as instalações.

É nesse momento que a equipe de alvenaria interage com a equipe de instalações, ou seja, cria-se uma interdependência. Especificamente nessa obra, devido a fatores exógenos ao trabalho, o responsável pelas instalações entrou em conflito com o responsável pela execução da alvenaria, passando o problema para a frente de trabalho. A consequência disso foi que nos primeiros pavimentos, observou-se uma queda significativa na qualidade das paredes e retrabalhos em alguns andares.

Projeto de alvenaria x produtividade:

O projeto de alvenaria é tido como uma ferramenta fundamental para o aumento da produtividade durante o processo de execução das alvenarias, pois, minimiza a tomada de decisão na obra. Para que de fato isso venha a ocorrer, é necessário que, primeiro, o

documento tenha qualidade. Pode-se relacionar com a qualidade do projeto a clareza de informação e um conteúdo abrangente e segundo lugar, que haja uma interação entre o projetista e a obra, ou seja, que esse profissional tenha pleno conhecimento das diretrizes tanto de projeto quanto de execução da construtora.

Quanto ao caso em estudo, o projeto de alvenaria tem possibilitado aumento da produtividade através dos pontos destacados acima, embora no que se refere à interação entre projetista e obra houve novamente um certo descaso sobre a importância desse relacionamento.

O problema encontrado no projeto que afetava a produtividade foi a dimensão especificada para as vergas dos vãos das portas. Ao serem confeccionadas foi verificado que eram muito pesadas que dificultava o transporte pela equipe de produção. Novamente a obra mudou o projeto original redimensionando esse elemento.

Durante a execução da alvenaria verifica-se ainda que o projeto necessita de ajustes para aumentar sua eficiência seja do ponto de vista das especificações de material, do ponto de vista da locação de elementos ou da manipulação de componentes.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Verifica-se na produção da alvenaria os maiores índices de desperdícios tanto de material quanto de mão-de-obra. Este índice é determinado, sobretudo pela falta de planejamento quanto às definições das soluções construtivas que serão adotadas no canteiro, ausência de fiscalização dos serviços, deficiência na padronização do processo, ficando a critério do pedreiro e/ou mestre no momento da execução dos serviços as decisões a serem adotadas.

Mesmo que a produção específica do vedo não seja o item de maior importância nos custos do edifício como um todo, ao se considerar o conjunto - alvenaria, revestimento e esquadrias – e a integração deste com os demais serviços da obra, tem-se no sistema de vedação vertical uma fase crítica da construção. Daí, qualquer intenção de se aumentar à produtividade ou políticas de racionalização de edifícios, tem que passar necessariamente pelo planejamento e avaliação da produção da vedação vertical.

A elaboração de um projeto que reúna em si todas as informações necessárias para um melhor aproveitamento dos recursos da obra é, portanto, de vital importância para se atingir um grau de racionalização adequado às necessidades do mercado. Contudo esse documento deve ter como características principais a dinâmica e a flexibilidade para poder absorver as possíveis alterações da obra, sejam essas decorrentes da necessidade de redução de custos, por exemplo, através da mudança de componentes ou adaptação a novos equipamentos ou materiais.

Nesse sentido a responsabilidade do projetista de alvenaria vai além da entrega física do documento à empresa contratante, estendendo-se talvez até o final da obra. Uma

das conclusões que se chegou nesse trabalho, é o fato de que na obra o projetista muitas vezes não foi visto como um elemento importante nas tomadas de decisões pertinentes ao projeto durante sua execução. Esse enfoque dificulta o desenvolvimento do projeto uma vez que sua retroalimentação demandará um tempo maior para ser passada ao projetista. Verifica-se também a necessidade de uma discussão mais aprofundada do projeto na fase de implementação na obra, uma vez que muitos problemas que surgiram durante a execução do apartamento modelo, poderiam ter sido previamente detectados.

Um outro ponto a ser destacado como resultado desse trabalho, é o fato de que mesmo que o projeto seja claro e possua as informações pertinentes à obra, a segurança de que o produto acabado fique dentro das expectativas e especificações da empresa, não pode ser garantida. Como exemplo, verifica-se em algumas paredes que o acabamento das instalações elétricas ficou fora dos padrões determinados pela construtora, levando-se a pensar em uma regressão no processo construtivo.

Embora não se possa generalizar o resultado obtido para toda e qualquer obra, concluiu-se que pelo estudo apresentado o projeto de alvenaria contempla a maioria das informações necessárias à obra. Os problemas encontrados aqui, por outro lado, requerem soluções simples, mas cuja implementação tende a ser gradativa.

Por fim, não se buscou exaurir a questão do modo de implementação do projeto de alvenaria na obra, mas sim passar uma experiência visando o desenvolvimento do processo de vedação vertical.

ANEXOS

ANÁLISE FORMAL**PROJETO DE ALVENARIA DE VEDAÇÃO**

| ITENS ABORDADOS | SATISFATÓRIO | | OBSERVAÇÕES |
|--|--------------|-----|-------------|
| | SIM | NÃO | |
| 1. Apresentação gráfica | | | |
| a. Escala do desenho | | | |
| b. Dimensão das pranchas | | | |
| c. Formato do Caderno | | | |
| d. Cores adotadas | | | |
| e. Símbologia adotada | | | |
| f. Preenchimento do carimbo padrão TK | | | |
| g. Índice do Caderno | | | |
| h. Cotas | | | |
| i. Desenhos de fácil compreensão | | | |
| 2. Conteúdo | | | |
| a. Plantas de 1º fiada, furação de hidráulica e elétrica, conferência de estrutura e arquitetura | | | |
| b. Critério para numeração de paredes | | | |
| c. Elevação das paredes | | | |
| d. Detalhes construtivos necessários | | | |
| e. Locação dos pontos das instalações elétricas e hidráulicas | | | |
| f. Locação do caminhamento das instalações | | | |
| g. Locação dos caixilhos e demais aberturas | | | |
| h. Especificações de materiais e equipamentos | | | |
| i. Quantificação de materiais | | | |
| j. Detalhamento de peças pré-moldadas | | | |
| k. Considerações gerais com as diretrizes adotados para a elaboração do projeto | | | |
| l. Níveis e cotas idem demais projetos | | | |
| SUGESTÕES | | | |

ANÁLISE TÉCNICA

| ITENS ABORDADOS | SATISFATÓRIO | | OBSERVAÇÕES |
|---|--------------|-----|-------------|
| | SIM | NÃO | |
| 1. Considerações gerais sobre o projeto | | | |
| a. Especificação do tipo de bloco, espessuras e compensadores (se necessário) | | | |
| b. Espessura dos revestimentos | | | |
| c. Folgas para colocação das esquadrias de alumínio e madeira | | | |
| d. Modulação vertical sob lajes e vigas, portas e janelas | | | |
| e. Folgas das juntas verticais e horizontais, assentamento da 1ª fiada e encunhamento | | | |
| f. Tipo de amarração entre paredes e pilares | | | |
| g. Definição das espaletas (tipo de fixação) | | | |
| 2. Esquadrias | | | |
| a. Detalhamento do tipo de verga e contra-verga a ser utilizado | | | |
| b. Detalhes de fixação portas e caixilhos | | | |
| 3. Instalações elétricas | | | |
| a. Alturas dos pontos | | | |
| b. Definição de como será fixada a caixinha (bloco elétrico ou cortado na obra) | | | |
| c. Especificação do caminhamento das tubulações (rasgos, enchimentos ou rebaixos) | | | |
| 4. Instalações hidráulicas | | | |
| a. Tipo de fechamento do shaft (se houver) | | | |
| b. Detalhamento da fixação de carenagem (se houver) | | | |
| c. Especificação do caminhamento das tubulações (rasgos, enchimentos ou rebaixos) | | | |
| d. Detalhamento de sãncas (se houver) | | | |
| 5. Arquitetura | | | |
| a. Locação das paredes de acordo com o projeto de arquitetura | | | |
| b. Detalhes de fixação de rodapés, soleiras e baguetes | | | |
| I. Níveis e cotas idem demais projetos | | | |
| SUGESTÕES | | | |

ANÁLISE FORMAL**INTERFACE PROJETO DE ALVENARIA X PRODUÇÃO**

| ITENS ABORDADOS | ATENDIMENTO | | OBSERVAÇÕES |
|---|-------------|-----|-------------|
| | SIM | NÃO | |
| 3. Houve apresentação do projeto para a equipe de produção? | | | |
| a. O responsável pela apresentação conhecia bem o projeto? | | | |
| b. Houve alguma dúvida durante a apresentação? | | | |
| c. As dúvidas foram esclarecidas? | | | |
| d. Algum item relevante foi omitido durante a apresentação? | | | |
| e. A linguagem do projeto é de fácil compreensão? | | | |
| f. O conteúdo do projeto está satisfatório? | | | |
| g. As informações contidas no projeto estão coerentes com o processo de produção adotado na obra? | | | |
| 4. Houve análise prévia do projeto antes da liberação para a produção? | | | |
| a. Quem foi o responsável pela análise? | | | |
| b. Alguns pontos críticos foram levantados? | | | |
| c. O projetista foi consultado para dar algum parecer técnico? | | | |
| d. Quem define os critérios de por onde começar a alvenaria? | | | |
| 5. Houve algum tipo de alteração no projeto durante a execução dos serviços? | | | |
| a. O projetista tomou conhecimento da alteração? | | | |
| b. Quem toma a decisão para fazer a alteração? | | | |
| SUGESTÕES | | | |

ANÁLISE TÉCNICA

| ITENS ABORDADOS | ATENDIMENTO | | OBSERVAÇÕES |
|--|-------------|-----|-------------|
| | SIM | NÃO | |
| 1. Houve análise das interferências entre os demais subsistemas? Quem foi o responsável? | | | |
| a. Quanto às interferências com estrutura? | | | |
| O projeto de alvenaria apresentou alguma sugestão de como deveria ser executada tal furação? Ou apenas posicionou o local? | | | |
| Como foi feita a locação das furações de elétrica e hidráulica? | | | |
| Quais os pontos críticos levantados durante a execução das furações? | | | |
| A utilização de cotas acumuladas facilita a execução? | | | |
| b. Quanto às interferências com hidráulica? | | | |
| Está claro no projeto como deverá ser feito o caminhamento dos ramais e sub-ramaís, se através de rasgos, enchimentos, ou rebaixos? | | | |
| Quais os pontos críticos observados durante a elevação da alvenaria? | | | |
| c. Quanto às interferências com elétrica? | | | |
| Está claro no projeto como deverá ser feito o caminhamento das tubulações se através de rasgos, enchimentos, ou rebaixos? | | | |
| Quais os pontos críticos observados durante a elevação da alvenaria? | | | |
| 2. Como é feita a fiscalização da alvenaria? Confrontando a elevação com o que está descrito no projeto ou é observada apenas a conclusão do serviço, etc? | | | |
| 3. Quais os momentos que geram mais atrasos no cronograma da execução da alvenaria? | | | |
| 4. As informações contidas no projeto de alvenaria são claras e precisas ou geram dúvidas quando confrontadas com os demais projetos? | | | |
| 5. O projeto de alvenaria é de fato utilizado em todas as etapas (locação da furação, marcação da 1ª fiada e elevação)? | | | |
| 6. A utilização do projeto de alvenaria é fundamental para o aumento da produtividade durante a execução da alvenaria? | | | |
| 7. O que falta para o projeto ser mais completo? | | | |
| SUGESTÕES | | | |

| | | | |
|--------------|-----|----------------|-----|
| Obra | | Local | |
| Data Início | / / | Data Liberação | / / |
| Data Término | / / | Visto : | |

Instruções:

*Itens 1.1 à 1.3 Inspecionar 25% do lote.

*Na ocorrência de uma não conformidade, definir a disposição conforme PG 13.00.

Conclusão:
Conforme (C)
Não Conforme (NC)
Inspeccionado por: _____ Visto - _____ Data: ___ / ___ / ___

| | | | |
|---|-----------------------|--------------------|--------------------------|
| Disposição: (se não conforme) | Data: ___ / ___ / ___ | Reinspeção: | Data: ___ / ___ / ___ |
| Engenheiro: _____ | Visto _____ | Responsável: _____ | Visto _____ |

Notificação à Coordenação: _____ Sim Não
Análise da relevância para ação corretiva Visto: _____ Data: ____ / ____ / ____
Coordenador: _____

| | | | |
|---|------------------|--|------------------|
| Elaborado / Revisado por: <hr/> Nome / Assinatura | 21/10/99 Data | Aprovado para uso: <hr/> Nome / Assinatura | 21/10/99 Data |
|---|------------------|--|------------------|

BIBLIOGRAFIA

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA CONSTRUÇÃO INDUSTRIALIZADA. **Manual técnico de alvenaria.** ABCI/PROJETO, São Paulo, 1990.

BARROS, M.M.S.B. **O desafio da implantação de inovações tecnológicas no sistema produtivo das empresas construtoras.** In: Seminário Vedações Verticais Tecnologia e Gestão na Produção de Edifícios, São Paulo, 1998. **Anais.** São Paulo. EPUSP/PCC, 1998. p. 249-284.

BARROS, M.M.S.B. **O processo de produção das alvenarias rationalizadas.** In: Seminário Vedações Verticais Tecnologia e Gestão na Produção de Edifícios, São Paulo, 1998. **Anais.** São Paulo. EPUSP/PCC, 1998. p. 21-48.

BARROS, M.M.S.B. **Metodologia para a implantação de tecnologias construtivas rationalizadas na produção de edifícios.** São Paulo, 1996. Tese (Doutorado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.

BARROS, M.M.S.B.; SABBATINI, F.H. **Diretrizes para o processo de projeto para a implantação de tecnologias construtivas rationalizadas na produção de edifícios.** Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP – BT/PCC/172, 1996, 24p.

CARDOSO, F.F. **O computador e o projeto do edifício.** Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP – BT.08/87, 23p.

GRAEF, E. A. **Edifícios.** São Paulo, Projeto Editores Associados, vol. 7, 3^a edição, 1986.

CASTRO, T.L. Manual de técnicas construtivas. Portugal, Edições CETOP, 1989.

FERREIRA, A.B.H. Novo dicionário da língua portuguesa. Rio de Janeiro, Nova Fronteira, 1993.

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

FRANCO, L.S. O projeto das vedações verticais: característica e importância para a racionalização do processo de produção. In: Seminário Vedações Verticais Tecnologia e Gestão na Produção de Edifícios, São Paulo, 1998. *Anais*. São Paulo. EPUSP/PCC, 1998. p. 221-236.

FRANCO, L.S.; AGOPYAN, V. Implementação da racionalização construtiva na fase de projeto. Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP – BT/PCC/94, 31p.

LORDSLEEN JÚNIOR, A. C. Execução e inspeção de alvenaria racionalizada. São Paulo: O Nome da Rosa, 2000. Coleção primeiros passos da qualidade no canteiro de obras. CTE, 104p.

LORDSLEEN JÚNIOR, A. C. Sistemas de recuperação de fissuras da alvenaria de vedação: avaliação da capacidade de deformação. São Paulo, 1997. Tese (Mestrado) Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.

MELHADO, S.B. Qualidade do projeto na construção de edifícios: aplicação ao caso das empresas de incorporação e construção. São Paulo, 1994. Tese (Doutorado) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.

MELHADO, S.B.; AGOPYAN, V. O conceito de projeto na construção de edifícios: diretrizes para sua elaboração e controle. Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP – BT/PCC/139, 23p.

MELHADO, S.B.; BARROS, M.M.S.B.; SOUZA, A.L.R. Projeto e inovação tecnológica na construção de edifícios. Implantação no processo tradicional e em processos inovadores. Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP – BT/PCC/145, 73p.

MELHADO, S.B.; BARROS, M.M.S.B.; SOUZA, A.L.R. Qualidade do projeto na construção de edifícios: diretrizes para elaboração do projeto de alvenaria de vedação. São Paulo, EPUSP, 1995. (Relatório Técnico do Convênio EPUSP-CPqDCC/SCHAHIN CURY, Projeto EP/SC-01).

ROSSO, T. Racionalização da construção. São Paulo, FAU/USP, 1980. 300p.

SABBATINI, F. H.; SILVA, M.M.A. Recomendações para o projeto construtivo das paredes de vedação em alvenaria: Procedimentos para elaboração e padrão de apresentação. São Paulo, EPUSP/PCC, 1991.

SABBATINI, F.H. A industrialização e o processo de produção de vedações: utopia ou elemento de competitividade empresarial? In: Seminário Vedações Verticais Tecnologia e Gestão na Produção de Edifícios, São Paulo, 1998. Anais. São Paulo. EPUSP/PCC, 1998. p. 01-19.

SABBATINI, F.H. **Desenvolvimento de métodos, processos e sistemas construtivos – formulação e aplicação de uma metodologia.** São Paulo, 1989.
Tese (Doutorado) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.

SABBATINI, F.H.; AGOPYAN, V. **Desenvolvimento de métodos, processos e sistemas construtivos.** Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP – BT/PCC/32, 31p.

SABBATINI, F.H.; BARROS, M.M.S.B.; SILVA, M.M.A. **Recomendações para construção de paredes de alvenaria.** São Paulo, EPUSP/PCC, 1988. (Documento 1D, Projeto EP/En-1).

SOUZA, R. et al. **Qualidade na aquisição de materiais e execução de obra.** São Paulo, Pini, 1996.

SOUZA, U.E.L. **Produtividade e custos dos sistemas de vedação vertical.** In: Seminário Vedações Verticais Tecnologia e Gestão na Produção de Edifícios, São Paulo, 1998. **Anais.** São Paulo. EPUSP/PCC, 1998. p. 237-248.

