



UFSM

Dissertação de Mestrado

**INTEGRAÇÃO ENTRE PROJETOS NA
ALVENARIA ESTRUTURAL**

Evandro Augusto Buriol

PPGEC

Santa Maria, RS, Brasil

2003

**INTEGRAÇÃO ENTRE PROJETOS NA
ALVENARIA ESTRUTURAL**

por

Evandro Augusto Buriol

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Área de Construção Civil e Preservação Ambiental, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Engenharia Civil.**

PPGEC

Santa Maria, RS, Brasil

2003

**Universidade Federal de Santa Maria
Centro de Tecnologia
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil**

A Comissão Examinadora, abaixo assinada,
aprova a Dissertação de Mestrado

**INTEGRAÇÃO ENTRE PROJETOS NA
ALVENARIA ESTRUTURAL**

elaborada por
Evandro Augusto Buriol

como requisito para obtenção do grau de
Mestre em Engenharia Civil

COMISSÃO EXAMINADORA:

Prof. Odilon Pancaro Cavalheiro
(Presidente/Orientador)

Prof. José Mario Doleys Soares
(UFSM)

Prof. Marcus Vinícius Velda Ramires
(UNISINOS)

Santa Maria, 12 de dezembro de 2003.

AGRADECIMENTOS

Ao programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal de Santa Maria, pelo acolhimento e oportunidade de realizar o meu aperfeiçoamento profissional.

Ao professor Odilon Pancaro Cavalheiro pela oportunidade em realizar este trabalho, além da amizade, orientação, compreensão e incentivo ao longo deste.

Ao Eng^o Civil Marcus Daniel Friederich dos Santos, Mestre em Engenharia Civil pela UFSM e Doutorando na UFRGS, pela oportunidade em visitar diversas obras onde atua como consultor, pela grande contribuição técnica com sua Dissertação de Mestrado na UFSM e pela atenção especial sempre dedicada a todos os colegas.

Aos professores e colegas do curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil, pelo constante apoio e incentivo.

Aos colegas do Grupo de Pesquisa e Desenvolvimento em Alvenaria Estrutural da UFSM - GPDAE, Geziel da Silva, Marco Antonio Pozzobon, Leandro Zampieri Grohmann e Rodrigo Roderico Pereira dos Santos pelas conversas e contribuições na obtenção de mais este trabalho para o grupo.

A todas as construtoras visitadas por permitirem a obtenção dos dados necessários e dedicarem parte de seu tempo para contribuir com a aplicação do questionário durante as visitas.

A todos os profissionais que entenderam os objetivos deste trabalho e tiveram o desprendimento em colaborar com suas

experiências, apresentando suas pesquisas, tecnologias adotadas e também problemas ocorridos em suas obras, oportunizando o andamento deste trabalho que tem como objetivo maior a qualificação dos projetos e execução de obras em alvenaria estrutural.

Aos meus familiares e amigos que acompanharam esta importante etapa da minha vida, pela compreensão demonstrada nos momentos em que estive ausente, pela convivência e pelas palavras de incentivo constantes.

A Deus pela minha existência, saúde, oportunidade, inteligência, pessoas amigas, solidariedade e outras condições, além de todo um campo de trabalhos e estudos que permitiu a conclusão desta Dissertação.

SUMÁRIO

LISTA DE QUADROS	ix
LISTA DE FIGURAS	x
LISTA DE ANEXOS	xv
RESUMO	xvi
ABSTRACT	xvii
1. INTRODUÇÃO	1
1.1 Justificativa da pesquisa	1
1.2 Objetivos	9
1.3 Hipóteses de trabalho	10
1.4 Estrutura do trabalho	11
1.5 Definição da abrangência da pesquisa	12
2. METODOLOGIA	13
3. ELABORAÇÃO DOS PROJETOS	18
3.1 Conjunto de projetos para execução	18
3.1.1 Projeto arquitetônico	20
3.1.2 Projeto estrutural	21
3.1.3 Projeto das instalações elétricas e afins	25
3.1.4 Projeto das instalações hidrossanitárias e afins	29
3.1.5 Projeto de combate a incêndio	37
3.1.6 Projeto de central de gás	37
3.1.7 Projeto de automação predial	38

3.1.8 Projeto de pré-moldados	38
3.2 Integração entre os projetos	40
3.2.1 Coordenação dos projetos	40
3.2.2 Alterações definidas na fase de integração	44
3.2.3 Elaboração do projeto executivo	46
4. EXECUÇÃO DOS PROJETOS	48
4.1 Disposição dos projetos na obra	49
4.2 Instalações elétricas e afins	53
4.2.1 Blocos especiais	56
4.2.2 Posicionamento dos eletrodutos	60
4.2.3 Localização dos pontos	64
4.2.4 Colunas de distribuição	67
4.3 Instalações hidrossanitárias e afins	72
4.3.1 Blocos especiais	73
4.3.2 Paredes hidráulicas	79
4.3.3 Prumadas	80
4.3.4 Passagem das tubulações horizontais	87
4.3.5 Forros rebaixados	96
4.3.6 Água pluvial	99
4.3.7 Gás central	100
4.4 Instalação de pré-moldados	102
5. CONFLITOS E SOLUÇÕES	105
5.1 Conflitos	105
5.2 Soluções para evitar alguns conflitos	107
5.2.1 Verga de porta com apoio de meio bloco	107
5.2.2 Passagem de tubulação hidrossanitária junto à estrutura	109

5.2.3 Instalações hidrossanitárias externas às alvenarias	111
5.2.4 Qualificação dos projetos	115
5.2.5 Instaladores permanentes durante a execução	116
5.3 Projeto como construído - <i>as built</i>	117
6. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	119
6.1 Conclusões	119
6.2 Recomendações	123
6.2.1 Recomendações para qualidade dos projetos	123
6.2.2 Recomendações para qualidade da execução	123
6.2.3 Recomendações para trabalhos futuros	124
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	126
ANEXO	129

LISTA DE QUADROS

QUADRO 2.1 – Caracterização das obras visitadas	14
QUADRO 3.1 – Ordem de elaboração de projetos e respectivos profissionais intervenientes	43

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 2.1 – Tipos de blocos utilizados nas obras	15
FIGURA 2.2 – Gráfico das áreas construídas e tipos de blocos das obras	16
FIGURA 2.3 – Gráfico do número de pavimentos e tipos de blocos das obras	16
FIGURA 3.1 – Furos para passagem de tubulação através da estrutura do primeiro pavimento	22
FIGURA 3.2 – Grandes furos na estrutura do primeiro pavimento	23
FIGURA 3.3 – Tipos de lajes utilizadas nas obras	24
FIGURA 3.4 – Exemplo de projeto de elevação de parede em alvenaria estrutural, contendo o projeto elétrico	27
FIGURA 3.5 – Exemplo de projeto elétrico com eletrodutos distribuídos na laje	28
FIGURA 3.6 – Execução de um <i>shaft</i> projetado para instalações hidrossanitárias	33
FIGURA 3.7 – Colunas hidrossanitárias projetadas em espaços modulares na parede de um banheiro	35
FIGURA 3.8 – Lajes pré-moldadas maciças com recortes para ligação entre eletrodutos	40
FIGURA 4.1 – Disposição correta de projetos na obra. Prancha plastificada para proteção do projeto	50
FIGURA 4.2 – Mesa com projeto plastificado em uso e espaço para ferramentas e demais projetos	51

FIGURA 4.3 – Projeto em péssimo estado de conservação e apresentação, sendo utilizado na obra	52
FIGURA 4.4 – Instalação de grande quantidade de eletrodutos na laje	54
FIGURA 4.5 – Sobreposições entre eletrodutos distribuídos na laje	54
FIGURA 4.6 – Rasgos indevidos executados nas alvenarias para passagem de eletrodutos	55
FIGURA 4.7 – Tipos de blocos cerâmicos oferecidos por diferentes fabricantes	58
FIGURA 4.8 – Cortes em blocos de concreto para pontos elétricos e telefônicos	59
FIGURA 4.9 – Espera de eletrodutos locados em desacordo com a modulação	61
FIGURA 4.10 – Instalação de eletrodutos sem padronização	62
FIGURA 4.11 – Bloco cortado para passagem de eletroduto horizontal.....	63
FIGURA 4.12 – Junta com excesso de argamassa (a) e juntas quebradas para passagem de eletrodutos (b)	64
FIGURA 4.13 – Eletroduto para tomada do condicionador de ar sem passagem pela contra-verga da janela	66
FIGURA 4.14 – Eletrodutos com passagens corrigidas em vergas de portas	67
FIGURA 4.15 – <i>Shaft</i> para instalações localizado na circulação, com acesso para pessoas	68

FIGURA 4.16 – Execução de <i>shafts</i> para colunas das instalações elétricas localizados na circulação	69
FIGURA 4.17 – Colunas de tubos de PVC para posterior passagem de eletrodutos	70
FIGURA 4.18 – Caixas de instalações elétricas e telefônicas localizadas na circulação	71
FIGURA 4.19 – Passagem de eletroduto em desacordo com a modulação	72
FIGURA 4.20 – Blocos com vazado horizontal: (a) paredes executadas com os blocos; (b) vistas dos blocos	74
FIGURA 4.21 – Ensaio de resistência à compressão axial de bloco cerâmico especial, com vazado horizontal para a passagem de tubulações	75
FIGURA 4.22 – Ensaio de prismas de três blocos superpostos - junta longitudinal de assentamento, situação de obra	75
FIGURA 4.23 – Blocos cerâmicos com 9cm de espessura para instalações hidrossanitárias	76
FIGURA 4.24 – Blocos de concreto com 9cm de espessura para instalações hidrossanitárias	77
FIGURA 4.25 – Blocos especiais para execução de instalações hidrossanitárias verticais	78
FIGURA 4.26 – <i>Shafts</i> para instalações hidrossanitárias em alvenaria estrutural	81
FIGURA 4.27 – Execução de um <i>shaft</i> para instalações hidrossanitárias	82

FIGURA 4.28 – Colunas para instalações hidrossanitárias em vãos das alvenarias	83
FIGURA 4.29 – Tubulação no interior da parede, aderida ao graute devido à falta de proteção	84
FIGURA 4.30 – Vaso sanitário com saída horizontal	85
FIGURA 4.31 – Esperas para instalações hidrossanitárias externas, fixadas na alvenaria	86
FIGURA 4.32 – Esperas para instalações hidrossanitárias executadas anteriormente ao radier	88
FIGURA 4.33 – Gabarito metálico de modulação e esperas para instalações	88
FIGURA 4.34 – Esperas para instalações hidrossanitárias localizadas em desacordo com a modulação	89
FIGURA 4.35 – Instalações hidrossanitárias executadas externamente às alvenarias	90
FIGURA 4.36 – Instalações hidrossanitárias executadas com PVC e PEX externamente	91
FIGURA 4.37 – Instalações hidrossanitárias executadas com PVC e PEX externamente	92
FIGURA 4.38 – <i>Shafts</i> para instalações hidrossanitárias a serem instaladas externas à alvenaria	93
FIGURA 4.39 – Instalações hidrossanitárias horizontais no interior da alvenaria	94
FIGURA 4.40 – Corte indevido de parede para passagem de tubulações hidrossanitárias esquecidas.....	95

FIGURA 4.41 – Esperas para passagem de tubulações hidrossanitárias deixadas na laje	97
FIGURA 4.42 – Instalações hidrossanitárias horizontais sob a laje, aguardando forro falso para fechamento	97
FIGURA 4.43 – Tubulação da cozinha a ser ocultada por sanca de gesso	98
FIGURA 4.44 – Ralos ligados à coluna pluvial localizada na alvenaria de divisa entre duas sacadas	100
FIGURA 4.45 – Tubulação de gás através dos vazados de blocos	101
FIGURA 4.46 – Lajes maciças pré-moldadas com “dentadas” erradas	103
FIGURA 4.47 – Conexão entre eletrodutos da laje pré-moldada e esperas instaladas na alvenaria	103
FIGURA 5.1 – Sugestão para instalação de eletrodutos ao lado de portas	108
FIGURA 5.2 – Tubulação hidrossanitária passando livremente através da cinta	110
FIGURA 5.3 – Tubulação hidrossanitária instalada abaixo da cinta.. ..	110
FIGURA 5.4 – Tubo de PVC “chumbado” na cinta com direção em desacordo com os demais	111
FIGURA 5.5 – Sugestão de “banheiro padrão”	113

LISTA DE ANEXOS

ANEXO A – Questionário aplicado junto às obras	129
--	-----

RESUMO

Dissertação de Mestrado
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil
Universidade Federal de Santa Maria, RS, Brasil.

INTEGRAÇÃO ENTRE PROJETOS NA ALVENARIA ESTRUTURAL

AUTOR: EVANDRO AUGUSTO BURIOL

ORIENTADOR: ODILON PANCARO CAVALHEIRO

Data e Local da Defesa: Santa Maria, 12 de dezembro de 2003.

O emprego do sistema construtivo em alvenaria estrutural é crescente no Estado do Rio Grande do Sul. O interesse por este sistema deve-se à racionalidade do seu processo construtivo aliado à expectativa de se obter qualidade com menores custos na construção. Os projetos em alvenaria estrutural devem conter plantas baixas, elevações de todas as paredes e detalhes construtivos, além das especificações e demais documentos que os acompanham. Sendo assim, neste trabalho procurou-se identificar, em vinte canteiros de obras de alvenaria estrutural no Rio Grande do Sul, as causas que provocam erros construtivos que não deveriam ocorrer, por este sistema ser baseado na modulação e racionalização, princípios que pressupõem projetos detalhados. Foi elaborado um questionário para ser aplicado durante as visitas às obras, visando identificar estes erros. Este questionário aborda a etapa de projetos e a execução da obra, direcionando seu objetivo principal para as interferências das instalações elétricas, hidrossanitárias e afins durante o processo construtivo. A partir destes dados buscou-se uma forma de integrar todos os projetos anteriormente ao início da obra. Foram indicados os erros mais comuns e recomendadas algumas medidas para evitá-los. Recomenda-se, no trabalho, de uma maneira geral, mais atenção ao cumprimento das normas técnicas referentes à alvenaria estrutural e às instalações. Conclui-se que é necessário haver uma maior troca de informações entre os projetistas, bem como destes com os executores, proporcionando a elaboração de projetos integrados, aos quais, somados a uma melhor qualificação da mão-de-obra, garantem um processo construtivo ainda mais qualificado e racionalizado.

ABSTRACT

Master Thesis
Civil Engineering Graduate Program
Universidade Federal de Santa Maria, RS, Brazil

**INTEGRAÇÃO ENTRE PROJETOS NA ALVENARIA
ESTRUTURAL (INTEGRATION AMONG PROJECTS IN STRUCTURAL
MASONRY)**

Author: Evandro Augusto Buriol

ADVISER: ODILON PANCARO CAVALHEIRO

Date and local of examination: Santa Maria, December 12th, 2003.

The use of structural masonry is growing in the state of Rio Grande do Sul. The interest for this system is related to the rationality of its constructive process ally to the expectation of construction with quality and less costs. A structural masonry project must have low plants, elevation of all walls and constructive details, besides the specifications and other documents that come along with the project. Thus, this work aims to identify the reasons why the constructive errors happen, even this system is based on modulation and rationalization, oriented by detailed projects. One questionnaire was elaborated to be applied during building site visits, with the purpose of identifying these errors. This questionnaire involves the project and execution phases, focusing on the interferences of installations, as the electrical and hydro-sanitary, during the constructive process. Having this information, a manner of integrating all the projects at the beginning of the work is aimed. The more common errors are described and some ways to avoid them are recommended. More attention is required for the technical standards related to the structural masonry and to the installations. As conclusions, it should have more information exchange among designers, and among designers and executers, providing the elaboration of integrated projects, which, associated with a better labour, warrants a more qualified and rationalized constructive process.

Capítulo 1

1. INTRODUÇÃO

1.1 Justificativa da pesquisa

É natural que o ser humano enfrente novos desafios em sua vida profissional, procurando sempre obter êxito. Profissionalmente deve-se sempre buscar atualização, estar atento a novas tecnologias e adquirir o conhecimento necessário para não ficar ultrapassado. Estudar e pesquisar são procedimentos básicos para os profissionais que querem oferecer qualidade ao seu trabalho, seja projetando, executando ou instruindo para permanecer no mercado de trabalho com dignidade e com a certeza de se estar contribuindo para categoria de classe, na busca do desenvolvimento para toda sociedade.

Os profissionais de engenharia e arquitetura desenvolvem trabalhos que interferem diretamente na qualidade de vida da população. O compromisso desses profissionais com a sociedade talvez seja maior do que imagina-se, não apenas por proporcionar a construção de escolas, pontes, praças, edifícios, etc., mas também o acesso da população à moradia.

Através de citações de outros autores e também do convívio com a sociedade, percebe-se que a indústria da construção civil propicia soluções para algumas necessidades básicas e até instintivas do ser humano, como conforto e segurança. Sendo assim, nosso trabalho profissional contribui com uma grande parcela na elevação da satisfação e qualidade de vida da população.

Observa-se que cada vez mais projetistas e construtores, mesmo sem um conhecimento mínimo dessa nova tecnologia, estão construindo edificações em alvenaria estrutural por ser uma alternativa mais competitiva no mercado. A falta de normalização nacional mais consolidada, a falta de controle do processo construtivo e a falta de qualificação nos projetos estão permitindo a construção de edificações comprometidas, onde poderão surgir patologias de ordem variada.

É cada vez maior o interesse pelo sistema construtivo de alvenaria estrutural. As construtoras e os agentes financiadores, diante das grandes vantagens encontradas, em especial àquelas de origem econômica, vêm apostando no sistema, como forma de oferecer, a qualquer camada social, obras com qualidade e custos relativos menores. (Pozzobon, 2003).

Conforme Ramalho (2003), a alvenaria é um sistema construtivo muito tradicional, tendo sido utilizado desde o início da atividade humana no executar estruturas para os mais variados fins. O sistema construtivo em alvenaria estrutural é utilizado no Brasil desde o início do século XVI. Entretanto, a cronologia das edificações realizadas com blocos vazados estruturais, que podem ser encaradas

como pertencentes a um sistema construtivo mais elaborado e voltado para a obtenção de construções mais econômicas e racionais, é um pouco controversa, mas pode-se supor que os primeiros edifícios construídos no Brasil tenham surgido em 1966, em São Paulo. Foram executados com blocos de concreto e tinham apenas quatro pavimentos.

Segundo Cavalheiro (2000), a construção em alvenaria estrutural não pode ser vista meramente como um conjunto de paredes sobrepostas, resistindo ao seu próprio peso e outras cargas adicionais. Deve ser compreendida como um sistema construtivo racionalizado, projetado, calculado e construído em conformidade com as normas pertinentes, visando funcionalidade com segurança e economia. Para tanto, os projetistas devem ter o cuidado e a sensibilidade de respeitar (dentro do possível) alguns preceitos básicos na condução dos projetos.

“A grande vantagem que a alvenaria estrutural apresenta é a possibilidade de incorporar facilmente os conceitos de racionalização, produtividade e qualidade, produzindo, ainda, construções com bom desempenho tecnológico aliado a baixos custos” (Araújo, 1995 *apud* Pozzobon, 2003).

Com relação aos projetos, Modler (2000) trata-os como sendo a porta de entrada de inovações tecnológicas nos sistemas construtivos. O estudo e detalhamento dos aspectos de sua elaboração, de suas interferências nos vários subsistemas e da sua real importância para o bom andamento da produção, podem solucionar problemas bem mais profundos que falhas na compatibilização entre projetos.

Segundo Duarte (1999), projetos coordenados (arquitetônico, estrutural, elétrico e hidrossanitário) conduzem a grandes aumentos de produtividade do trabalho na obra. “Medições realizadas no Brasil indicam que economias de até 30% nos custos de construção podem ser obtidas através do sistema em alvenaria estrutural quando comparado com o sistema tradicional aporricado de concreto” (Duarte, 1999).

A preocupação com a elaboração de projetos executivos bem detalhados é, também, para permitir a elaboração de orçamentos igualmente mais detalhados e com mais precisão, evitando muitas estimativas erradas. Projetos bem detalhados podem tornar a execução da obra um “processo mecanizado”, sem demandar raciocínio de ordem técnica, dos operários, pois os mesmos normalmente não possuem qualificação para tomar decisão, apenas devem executar as informações que lhes são repassadas.

“O passo primordial e fundamental para a racionalização do processo construtivo é sem dúvida a melhoria da qualidade dos projetos” (Franco, 1992).

“Todos os projetos do prédio devem ser integrados ao se tomar a opção pelo uso da alvenaria estrutural. O arquiteto deve conhecer as potencialidades e limitações do sistema e atuar em sintonia com os demais projetistas” (Duarte, 1999).

Santos (1998) observa que na construção civil, o projeto quase sempre é encarado como uma finalidade, e não como um meio para obtenção de um fim, que seria a edificação. Justificando esta afirmativa, cita a carência de projetos executivos, o que acarreta,

muitas vezes, a decisão do “como executar” ser tomada no canteiro de obras e o que é mais grave, quase sempre pelo próprio mestre de obras, ou pelo engenheiro, mas sem um estudo prévio da melhor alternativa.

Para Melhado *et al.* (1995), dentro da atividade de projeto, com vistas à produção de edifícios, cabe destacar o papel do projeto para produção, como sendo uma das ferramentas indispensáveis para a racionalização e conseqüente ganho de qualidade em todo o processo.

Segundo uma pesquisa do Datafolha, publicada em abril de 2002, 59% dos compradores de imóveis das maiores empresas do setor do município de São Paulo declararam ter encontrado algum tipo de problema com o apartamento adquirido, a maioria até seis meses depois da entrega. “Os grandes “vilões”, apontados por 50% dos moradores com defeitos no imóvel, foram os vazamentos, as infiltrações e os defeitos da parte hidráulica (encanamento)” (Quaresma Filho, 2002).

“Numa economia competitiva, como a que atualmente está se configurando, a redução dos custos é um fator decisivo para a sobrevivência das empresas” (Barros, 1996).

Com o surgimento da certificação, que comprova a capacidade das empresas em controlar seus processos construtivos, aliada ao esclarecimento contínuo do cliente com relação aos seus direitos ao adquirir um imóvel, os profissionais passaram a ter uma maior preocupação com sua posição no mercado e as conseqüências de defeitos em suas obras aos olhos dos investidores. (Duarte & Kist, 2002).

Segundo Pozzobon (2003), da preocupação da Caixa Econômica Federal, principal agente financiador no Estado do Rio Grande do Sul, em conceder recursos para execução de obras com qualidade e economia, e do interesse do GPDAE (Grupo de Pesquisa e Desenvolvimento em Alvenaria Estrutural) / UFSM em promover a utilização do sistema de alvenaria estrutural com competência e capacidade técnica pelas construtoras, surgiu o ACORDO DE COOPERAÇÃO TÉCNICA E OPERACIONAL entre a UFSM, o Sindicato da Indústria de Construção Civil (SINDUSCON/RS) e a Caixa Econômica Federal (CAIXA/RS), o qual, através de um contínuo monitoramento e controle tecnológico das obras realizadas no Estado do Rio Grande do Sul, tem auxiliado no aprendizado do sistema, procurando garantir um produto final com qualidade e economia de recursos.

Considerando-se que a construção civil, no que se refere à construção de edifícios, ainda apresenta altos custos de produção devido aos desperdícios e uso de mão-de-obra pouco qualificada, que nem sempre determina desempenho satisfatório das edificações, não propiciando muitas vezes, a satisfação do usuário, fica evidente que são necessários investimentos na modernização dos processos construtivos e na qualificação dos projetos e da mão-de-obra.

Para Dórea (1999) *apud* Duarte & Kist (2002), as falhas de projeto, aliadas à falta de controle na execução, correspondem, em geral, a 70% das patologias em edificações, sendo consideradas como vícios construtivos, de responsabilidade direta dos respectivos profissionais.

O conceito de desenvolvimento sustentável tornou crescente a preocupação com o meio ambiente. A destinação dos entulhos provenientes da construção civil requer locais adequados. As edificações construídas em alvenaria estrutural são “obras limpas”, pois apresentam grande redução na produção de entulhos, devido a sua racionalidade que não requer cortes de paredes para executar as instalações e, também, utiliza pouca madeira para fôrmas e escoramentos, quando comparadas às construções no sistema de concreto armado e alvenarias de vedação com tijolos ou blocos.

Segundo Mutti *et al.* (1999), a coordenação dos projetos eleva a qualidade do projeto global e melhora a qualidade da obra. Medidas de racionalização e controle de qualidade dependem de especificações claras e perfeitamente definidas. Para planejar uma execução eficiente o projeto deve apresentar todas as informações necessárias.

Novos edifícios já prevêm shafts reservas e outros recursos para substituição de redes e equipamentos de automação predial quando for necessário. A preocupação com a atualização tecnológica cresce e muda aspectos de projeto. Se os custos da automação não são altos, o valor fica ainda menor se defrontado com a valorização do imóvel. O espaço pode valorizar até 20%. Além disso, hoje é difícil comercializar um edifício de alto padrão sem automação. (Leal, 2002).

Conforme Franco (1992), a busca pelo aprimoramento de nossas atividades deve estar sempre presente no desenvolvimento de nosso trabalho. Dominar os materiais, projetar com segurança e economia, calcular as dimensões e os esforços, elaborar planos e

especificações, adquirir os insumos necessários e utilizá-los corretamente, controlando o processo construtivo, isto é, que não seja conduzido pelos operários, é tarefa do profissional para dar dignidade ao seu exercício e servir efetivamente ao homem.

O sistema construtivo em alvenaria estrutural está baseado nos princípios de racionalização e industrialização da construção civil, razões que lhe conferem um lugar de destaque entre os demais sistemas. Conforme pode-se constatar neste e em outros trabalhos, a construção civil requer atualização permanente, devido ao surgimento de novos materiais, novas necessidades dos usuários e oferta de novas tecnologias.

Conforme Santos (1998) concluiu em sua dissertação de mestrado, “as obras estão explorando apenas parte do potencial construtivo do sistema de alvenaria estrutural”. Estas considerações afirmam a importância em pesquisar e estudar, além da certeza de que este sistema construtivo ainda requer muitos trabalhos.

Procurou-se reforçar a justificativa deste trabalho, com a inclusão de citações de vários autores sobre pontos importantes do sistema construtivo em alvenaria estrutural, que no fundo mostram a importância do projeto geral, ou seja, a integração entre as diversas e específicas partes que o compõem.

Espera-se que esta dissertação possa ser utilizada com finalidade acadêmica e também como auxílio à projetistas e construtores de alvenaria estrutural a encontrarem neste texto simples, alternativas para melhor desenvolver seus projetos, procurando evitar conflitos ao executar suas obras.

1.2 Objetivos

O objetivo deste trabalho é a realização de um levantamento da forma como foram projetadas e estão sendo executadas as instalações elétricas, hidrossanitárias e afins, em obras no sistema construtivo de alvenaria estrutural em andamento, no estado do Rio Grande do Sul.

Aborda-se neste trabalho, de forma mais aprofundada, as instalações elétricas, hidráulicas e afins enfocando, primordialmente, a integração entre projetos de instalações na alvenaria estrutural.

Serão apresentados os resultados de um levantamento realizado em 20 obras para analisar como estão sendo desenvolvidos os projetos para construções em alvenaria estrutural, com relação às instalações, com o objetivo de melhorar a qualidade dos projetos e, conseqüentemente, das edificações. Será analisada, também, a importância da integração entre os projetos, anteriormente ao início das obras, para evitar o surgimento de conflitos durante a execução.

Algumas obras serão analisadas com o objetivo de verificar se os projetos são executados sem alterações ou se ainda são necessárias decisões no canteiro de obras, durante a execução.

Uma vez feitas as devidas análises será possível identificar os principais conflitos entre os projetos e apresentar algumas soluções para integrá-los ainda na fase inicial destes, evitando o “retrabalho” e o desperdício gerado pela falta de integração. É objetivo deste trabalho, também, destacar a importância da integração entre os projetos e apresentar algumas orientações e soluções para os principais conflitos apresentados. Alertar-se-á para novas tendências

de mercado, como a produção de “edifícios inteligentes”, não apenas em alvenaria estrutural, mas para todo e qualquer sistema construtivo.

1.3 Hipóteses de trabalho

Considerar-se-á que todas as obras possuam projetos definidos, porém nem sempre qualificados suficientemente para evitar o surgimento de conflitos durante a execução das obras. Entende-se aqui que obra é um “canteiro de obras”, podendo contemplar um ou mais prédios em construção.

Na realidade os projetos devem ser concluídos, com todas as suas particularidades definidas, anteriormente ao início da obra. Os conflitos surgem devido a superposições e alterações de projetos, nem sempre permitidas, resultando em problemas geralmente resolvidos na obra, durante a execução, e, nem sempre por um profissional.

Estes conflitos podem ser evitados realizando-se uma análise para integração dos projetos anteriormente ao início da obra, determinando-se as correções necessárias e até mesmo optando-se pelo uso de outras técnicas construtivas, de forma que todos os projetos possam ser integrados de forma harmônica possibilitando a execução da obra de forma seqüencial, objetiva e organizada, idêntica a um processo industrial.

Pressupõe-se, igualmente, encontrar falta de previsão de manutenção e conservação das instalações existentes e a execução de futuras instalações, principalmente no que se refere à automação

predial, para evitar a necessidade de intervenções que possam gerar altos custos e prejudicar a arquitetura da edificação.

O levantamento de dados, realizado com a aplicação de um questionário, junto às obras, mostrará o perfil das mesmas através do nível de detalhamento de seus projetos, processo de execução e seu padrão de qualidade.

Parte-se do princípio que as visitas técnicas às obras permitirão visualizar de forma mais detalhada a execução dos projetos, além de possibilitar o contato com pessoas que realizam os serviços e que também contribuirão com seus conhecimentos e suas opiniões, fornecendo dados para melhorar a qualidade dos mesmos.

1.4 Estrutura do trabalho

Este trabalho foi dividido em uma seqüência lógica composta por sete capítulos e possui, em anexo, o questionário aplicado durante as visitas às obras.

O **Capítulo 1** contém os objetivos, justificativas, hipóteses, estrutura deste trabalho e a abrangência da pesquisa. Demonstra, também, o quanto é importante a elaboração e integração entre projetos, para evitar conflitos durante a execução.

O **Capítulo 2** mostra como foram realizados os levantamentos de dados a partir das visitas às obras.

A elaboração de todos os projetos necessários para a execução de uma obra é abordada no **Capítulo 3**, onde se justifica a importância

de realizar-se a integração entre os projetos anteriormente ao início da obra.

O **Capítulo 4** trata da sistemática de execução dos projetos detalhados no Capítulo 3.

Durante a execução da obra surgem os principais conflitos, os quais são relacionados no **Capítulo 5**. Indica-se, neste capítulo, algumas soluções para os conflitos observados e aborda-se o projeto como construído (*as built*) para ser entregue aos proprietários.

O **Capítulo 6** compreende as conclusões e recomendações deste trabalho.

1.5 Definição da abrangência da pesquisa

Esta pesquisa foi realizada no Estado do Rio Grande do Sul. Foram analisados, em cinco regiões do estado, 20 canteiros de obras com prédios de dois ou mais pavimentos, com finalidade residencial ou residencial/comercial, em fase de construção.

Considerou-se que obras com apenas um pavimento não apresentam grandes dificuldades com relação às instalações, uma vez que suas tubulações horizontais são projetadas com facilidade sob o piso ou sob a cobertura, e, suas tubulações verticais se resumem à alimentação dos pontos, não havendo prumadas de distribuição entre pavimentos.

Capítulo 2

2. METODOLOGIA

Este trabalho foi realizado a partir de um levantamento de dados, através da aplicação de um questionário (Anexo I) composto de 137 perguntas, em 20 obras em construção, utilizando o sistema construtivo de alvenaria estrutural com blocos de concreto ou cerâmicos.

A aplicação do questionário foi realizada junto a um profissional ou estagiário da área e preenchido pelo autor. O tempo para preenchimento do questionário foi, em média, de 45 minutos.

Na mesma visita em que se aplicava o questionário era realizado um levantamento fotográfico de detalhes de interesse para a pesquisa. Algumas obras foram visitadas em mais de uma oportunidade.

Este trabalho contém, igualmente, fotos e relatos colhidos em obras que se encontravam ainda na fase de projetos ou estavam em construção, nas quais, porém, não havia um estagiário ou profissional na obra, no momento da visita, para responder ao questionário. Desta forma estas obras não estão quantificadas neste trabalho, porém, algumas deram excelentes contribuições.

O Quadro 2.1 apresenta, resumidamente, as características básicas das obras visitadas.

Através do Quadro 2.1 observa-se que 13 obras (65%) possuem o primeiro pavimento residencial, tendo as fundações, incluindo as vigas junto ao piso, como única estrutura de concreto armado. As 7 obras (35%) que apresentam pilotis no primeiro pavimento (térreo ou subsolo) necessitaram deste espaço, sob a construção, para atender o número necessário de garagens. Esta estrutura de concreto armado encarece a obra e, quando possível, a opção preferencial é a execução das garagens externas ao prédio.

QUADRO 2.1 – Caracterização das obras visitadas.

Obra	Cidade	Tipo de Bloco	Nº de Prédios	Nº de Pav.	Área (m ²)		Primeiro Pav.
					Unid.	Total	
A	Santa Maria	Cerâmico	1	4	-	784,00	Pilotis
B	Santa Maria	Cerâmico	33	2	-	14.368,88	Resid.
C	Santa Maria	Cerâmico	1	4	-	1.002,98	Pilotis
D	Canoas	Cerâmico	1	4	-	950,00	Resid.
E	Santa Maria	Cerâmico	1	5	-	2.600,00	Pilotis
F	Porto Alegre	Concreto	4	7	-	14.000,00	Resid.
G	Cachoeirinha	Concreto	160	2	46,875	7.500,00	Resid.
H	Viamão	Cerâmico	170	2	44,22	7.517,40	Resid.
I	Porto Alegre	Concreto	145	2	61,40	8.903,00	Resid.
J	Santa Maria	Cerâmico	3	5	-	5.411,08	Pilotis
K	Santa Cruz	Concreto	1	9	-	3.504,00	Resid.
L	Santa Maria	Cerâmico	150	2	100,00	15.000,00	Resid.
M	Santa Maria	Cerâmico	2	4	640,00	1.280,00	Resid.
N	Santa Rosa	Cerâmico	1	5	-	2.900,00	Pilotis
O	Porto Alegre	Concreto	2	8	-	4.600,00	Resid.
P	Caxias do Sul	Concreto	2	8	-	7.000,00	Res./Pil.
Q	Porto Alegre	Concreto	1	11	-	4.200,00	Pilotis
R	Porto Alegre	Concreto	2	5 / 6	-	2.200,00	Pilotis
S	Porto Alegre	Concreto	182	2	65,00	11.830,00	Resid.
T	São Leopoldo	Cerâmico	2	4	470,00	940,00	Resid.

O Quadro 2.1 e a Figura 2.1, mostram o equilíbrio na opção em utilizar blocos de concreto, 9 obras (45%), e blocos cerâmicos, 11 obras (55%). As 7 obras em Santa Maria utilizaram blocos cerâmicos; este fato deve-se a fabricação local destes blocos, associado à falta de fábrica de blocos de concreto na região. Todas as obras com mais de 4 pavimentos tipo optaram por blocos de concreto.

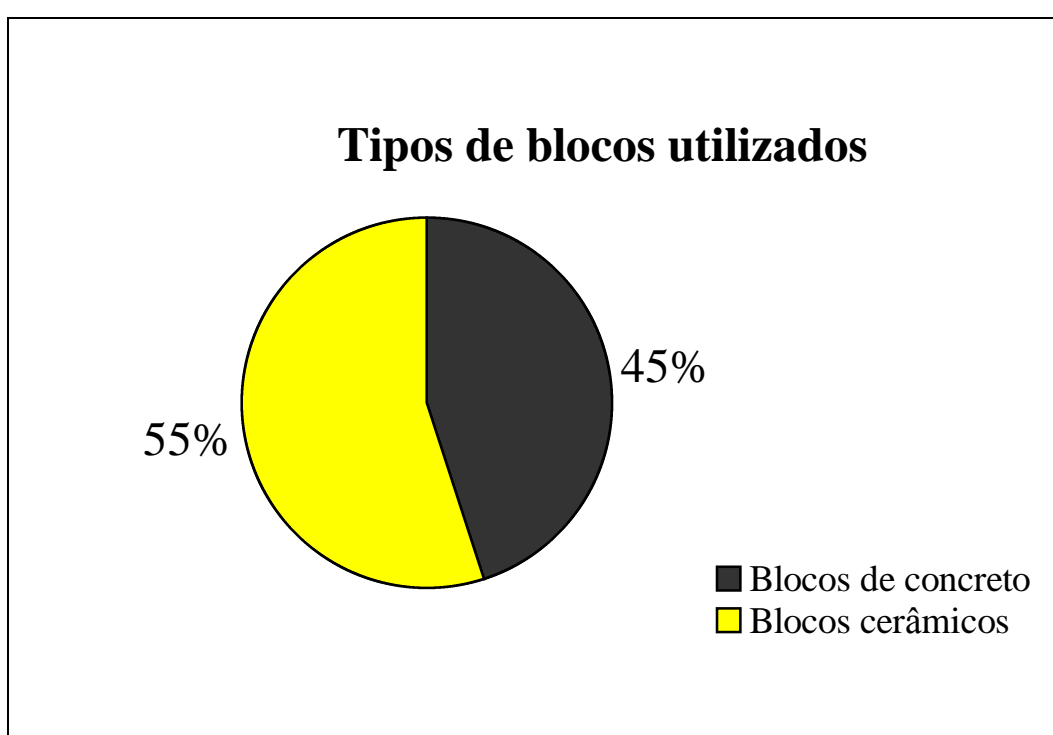


FIGURA 2.1 – Tipos de blocos utilizados nas obras.

Pode-se observar na Figura 2.2 que as duas obras com maiores áreas construídas utilizaram blocos cerâmicos. São dois condomínios residenciais horizontais constituídos de dezenas de unidades. A Figura 2.3 mostra o número de pavimentos e tipos de blocos das obras.

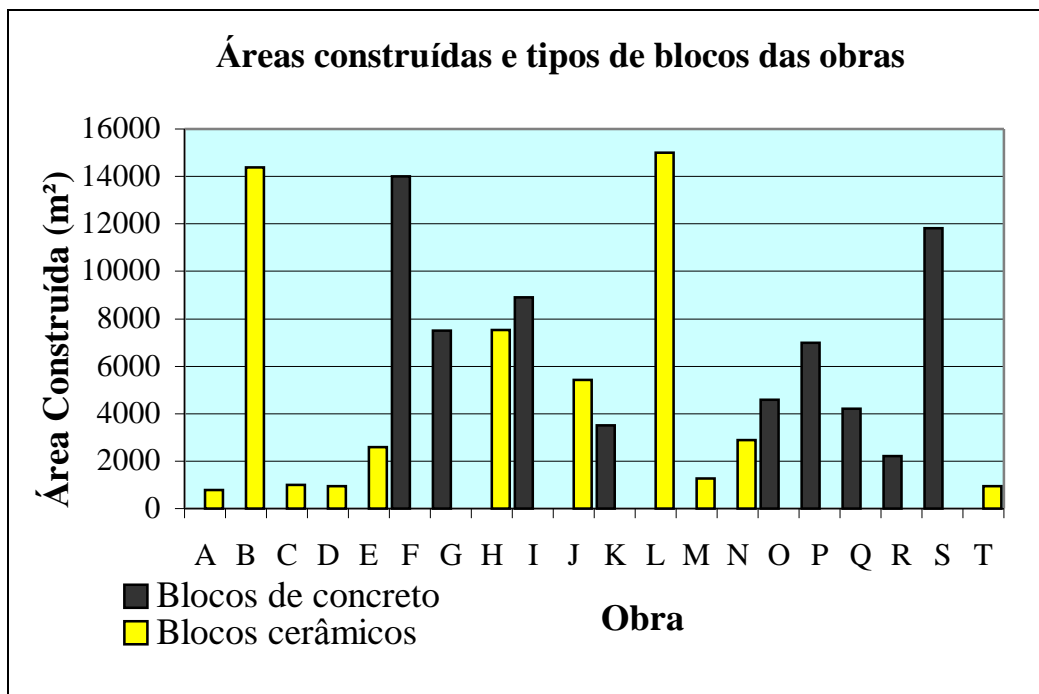


FIGURA 2.2 – Gráfico das áreas construídas e tipos de blocos das obras.

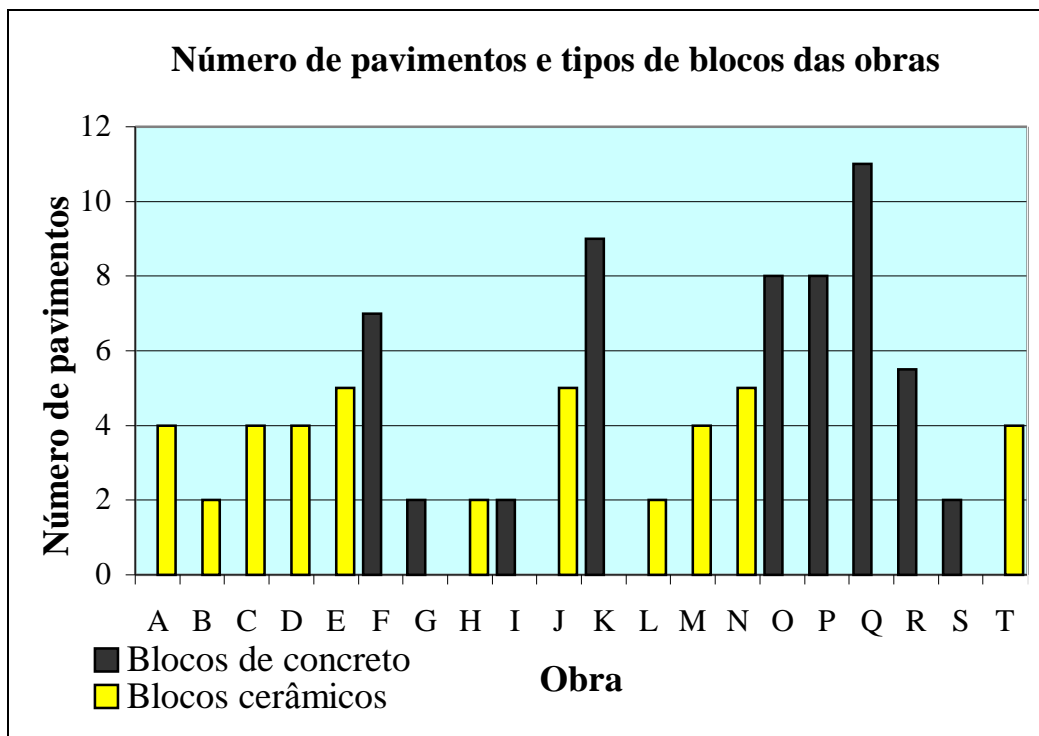


FIGURA 2.3 – Gráfico do número de pavimentos e tipos de blocos das obras.

A preferência por blocos de concreto, na execução de obras com mais de 4 pavimentos tipo ficou evidenciada através da Figura 2.3. As seis obras, com maior número de pavimentos tipo, foram construídas com blocos de concreto.

É importante salientar a possibilidade de se executar obras com maior número de pavimentos utilizando-se blocos cerâmicos, não havendo limitação a 4 pavimentos tipo. Uma construtora possui projeto para construir, em breve, um prédio com 8 pavimentos tipo, utilizando blocos estruturais cerâmicos.

Capítulo 3

3. ELABORAÇÃO DOS PROJETOS

3.1 Conjunto de projetos

Considera-se que um processo construtivo racionalizado deve ter como ponto de partida a elaboração de todos os projetos anteriormente ao início da obra. Estes devem contemplar todas as etapas da obra, se adequarem à modulação dos blocos e ainda devem estar integrados de forma a evitar conflitos durante a execução da obra.

Os projetos, com exceção das plantas de situação e de localização, devem ser apresentados em escala mínima de 1:50, conforme os Códigos de Edificações da maioria dos municípios do Rio Grande do Sul. Porém, no sistema construtivo em alvenaria estrutural, recomenda-se adotar a escala de 1:25 para plantas baixas das fiadas e elevações das paredes, devido ao grande detalhamento dos projetos.

A elaboração dos projetos, segundo um projetista e coordenador dos projetos de uma das obras visitadas, o qual tem escritório que presta estes serviços, inicia com um *check list*, onde são questionadas todas as necessidades junto ao cliente. São realizadas,

no mínimo, duas reuniões para definição dos projetos, com a presença de todos os envolvidos. Nestas reuniões são decididos todos os detalhes da obra como, por exemplo, número de pavimentos, tipo de apartamento, tipo de bloco, solução para instalações (*shafts*, tubulações externas, paredes hidráulicas, blocos especiais e outros), modulação das esquadrias, etc ...

O coordenador dos projetos participa sempre de toda e qualquer reunião. Posteriormente ao levantamento de todas as necessidades é elaborado o ante-projeto arquitetônico, o qual é submetido a uma análise prévia junto à Prefeitura Municipal. A partir da aprovação deste é elaborado o projeto arquitetônico, a modulação final e a paginação, lembrando que já estão definidos os locais de *shafts* e outras instalações. Os projetos estrutural e das instalações são elaborados ao mesmo tempo, sobre os projetos de modulação, sempre com acompanhamento do coordenador.

Durante a execução da obra, ao se executar o primeiro pavimento tipo, quando se tratar de prédio elevado, é realizada uma revisão em todos os projetos, corrigidas eventuais falhas ou melhorada alguma solução adotada inicialmente. Elabora-se um conjunto de projetos novos de acordo com as alterações, elimina-se os projetos anteriores e, a partir do segundo andar, não haverá mais alterações; estes já podem ser considerados os projetos *as built*.

Segundo este profissional, os projetos elaborados e planejados com antecedência eliminam os imprevistos, garantem menos desperdícios e permitem a elaboração de um orçamento preciso e minucioso, garantindo a lucratividade.

Como premissa básica, é proibido qualquer tipo de instalação em diagonal ou horizontal (fora de adequada canaleta grauteada) passando pelo interior das alvenarias, pois estas implicam em perda de seção transversal da parede, o que não é permitido neste sistema construtivo. Também, em caso de manutenção futura das mesmas, não seria permitido cortar as alvenarias para realização dos trabalhos, pois a estabilidade estrutural da obra poderia ficar prejudicada, considerando a redução da área resistente.

Todos os projetos necessários devem ser elaborados, detalhados e ter suas especificações técnicas concluídas antes do início da obra.

3.1.1 Projeto arquitetônico

O projeto arquitetônico condiciona o desenvolvimento dos demais projetos, estabelecendo as características da edificação. O arquiteto deve conhecer as particularidades deste sistema construtivo e atuar em sintonia com os demais projetistas, pois o sucesso do empreendimento depende da eficiente elaboração do projeto arquitetônico, o qual influenciará em todos os demais. Algumas restrições e previsões devem ser consideradas durante a elaboração do mesmo, destacando-se:

- impossibilidade de remover alvenarias estruturais;
- impedimento de cortes horizontais ou inclinados nas alvenarias estruturais;
- previsão de passagem para as tubulações.

O projeto arquitetônico deve compreender as plantas baixas de primeira e segunda fiadas dos blocos (ou mais, dependendo dos tipos de blocos especiais disponíveis), elevações de todas as paredes e ainda detalhes de amarração entre paredes. Deve ser apresentada também a convenção utilizada para elaboração do projeto.

Entre as obras visitadas, apenas 3 (15%) não foram previstas para serem construídas com o sistema de alvenaria estrutural. Destas, uma teve seus projetos alterados anteriormente ao início da obra. Porém, as outras duas precisaram ter seus projetos de modulação ajustados por meio de compensadores, medindo 4 cm, para se adaptarem às medidas do projeto aprovado.

Durante a execução das obras estes projetos eram apresentados de diversas formas, sendo pranchas plastificadas em 11 obras (55%); pastas plastificadas em 3 obras (15%); pastas sem proteção em 4 obras (20%); plantas baixas em pranchas plastificadas e elevações em pasta plastificada em 1 obra (5%) e prancha sem proteção em 1 obra (5%).

3.1.2 Projeto estrutural

Nas obras onde se adota o sistema construtivo de alvenaria estrutural, normalmente tem-se uma estrutura de concreto armado que compreende as fundações e vigas de fundação, podendo compreender, também, um pavimento com estrutura de concreto armado, em casos de garagens com pilotis ou finalidade comercial no primeiro pavimento. Nos demais pavimentos tem-se apenas alvenaria, podendo ser armada ou não. Entre as obras visitadas, 4 obras (20%) eram de

alvenaria estrutural armada, 13 obras (65%) de alvenaria estrutural com armadura construtiva e 3 obras (15%) sem armadura vertical. Estas 3 últimas possuíam apenas dois pavimentos e destinação residencial.

Em alguns casos, onde se tinha estrutura de concreto armado no primeiro pavimento, observou-se a passagem de tubulação pelas vigas. Segundo o responsável técnico por uma das obras, este procedimento não foi informado ao responsável pelo cálculo estrutural. Esta negligência pode comprometer a estrutura.

Em outra obra, onde foi verificado este tipo de passagem pela estrutura, o responsável técnico pelo cálculo estrutural foi informado da necessidade das passagens de tubulação através das vigas. Na Figura 3.1 (a) pode-se observar tubos de PVC fixados no interior das fôrmas das vigas, os quais servirão de passagem para a tubulação de esgoto. Na Figura 3.1 (b) observam-se furos de 200mm executados na estrutura.

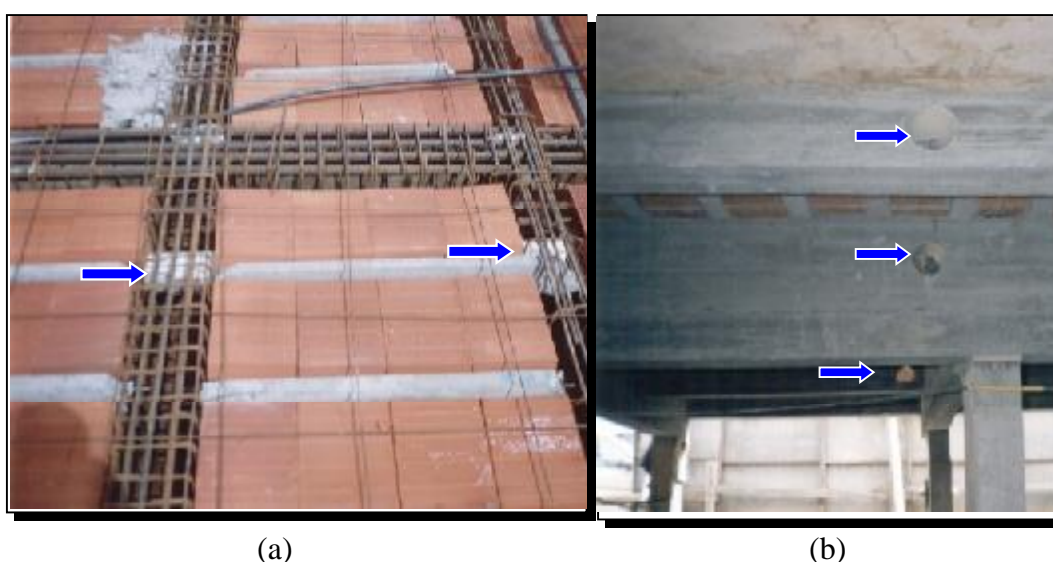


FIGURA 3.1 – Furos para passagem de tubulação através da estrutura do primeiro pavimento.

Na Figura 3.2 pode-se observar que os furos na estrutura, para passagem da tubulação de esgoto, são significativos, podendo comprometer a estrutura caso não sejam considerados no cálculo estrutural e executados conforme detalhamento estrutural.



FIGURA 3.2 – Grandes furos na estrutura do primeiro pavimento.

Deve-se lembrar, que mesmo não havendo estrutura de concreto armado nos demais pavimentos, todas as obras de alvenaria estrutural têm armadura localizada nas canaletas das vergas, contra-vergas, cintamento, escadas e laje; podendo, em alguns casos, estes elementos serem substituídos por peças pré-moldadas.

O grande problema decorrente do grauteamento horizontal é o prejuízo para passagem das instalações nos vazados dos blocos. Quando são utilizadas peças pré-moldadas elas devem prever furos para passagem das instalações.

O tipo de laje utilizada nas obras apresentou três técnicas, sendo laje concretada no local em 7 obras (35%), pré-laje revestida

com camada de concreto em 8 obras (40%) e laje maciça pré-moldada em 5 obras (25%).

Através da Figura 3.3 percebe-se que há um grande equilíbrio na escolha da técnica para execução das lajes. Apenas uma obra com mais de 4 pavimentos tipo optou pelo uso de pré-laje, sendo, também, a única obra visitada a utilizar vigotas treliçadas com 3cm de concreto pré-moldado e camada com 7cm de espessura de concreto lançado na obra.

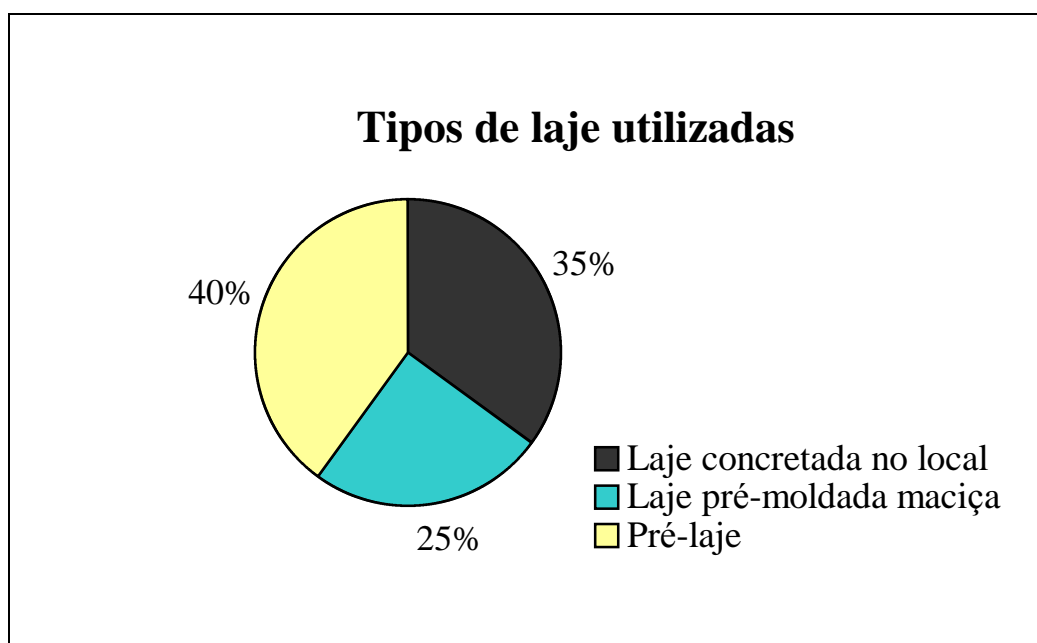


FIGURA 3.3 – Tipos de lajes utilizadas nas obras.

As lajes pré-moldadas maciças apresentaram espessuras entre 8 e 9cm. As lajes moldadas no local foram concretadas com camadas entre 8 e 12cm. As demais pré-lajes, não treliçadas, receberam camadas entre 4 e 6cm de concreto, percebendo-se a preocupação de alguns profissionais com a possível redução na resistência à

compressão, provocada por eletrodutos locados junto à camada de concreto, na área central das lajes.

A laje moldada no local oferece maior resistência à ação do vento, sendo esta a técnica mais utilizada nos prédios com maior altura. A laje pré-moldada maciça requer equipamento especial para realizar seu assentamento sobre a alvenaria, sendo utilizada em obras com grande área construída, onde é compensado o custo deste equipamento.

3.1.3 Projeto das instalações elétricas e afins

Neste item aborda-se o projeto das instalações elétricas, telefônicas, descargas atmosféricas, antenas, automação predial, etc.

Para Santos (1998), na fase de projeto é de grande importância a determinação e locação de colunas montantes e de distribuições para a passagem de fios, cumprindo as finalidades para as quais foram previstas. Estas são compostas de tubulações com fios que alimentam circuitos elétricos, telefônicos, televisão, etc., que originam um volume de tubulações significativo e que deve ser considerado durante a fase de projeto.

Este projeto é lançado e detalhado sobre o projeto arquitetônico, obedecendo a mesma modulação. Somente uma construtora lançou o projeto apenas nas plantas baixas das fiadas, as demais lançaram, também, nas elevações, marcando os eletrodutos e as caixas. A passagem dos eletrodutos deve ser bem definida na fase de projeto,

pois cortes posteriores para as instalações constituem uma prática que não condiz com os princípios de racionalização.

“A instalação elétrica deve ser distribuída através da laje, descendo (ou subindo) com os dutos para as tomadas ou pontos de luz, sempre na vertical. Jamais as paredes devem ser rasgadas horizontalmente ou em direção inclinada” (Duarte, 1999).

Em 6 obras (30%) foi projetado *shaft* para instalação das prumadas de energia elétrica e instalações telefônicas, localizado na circulação. Estas obras possuem uma quantidade elevada de tubulações, sendo 5 obras com 7 pavimentos ou mais, acumulando muitas tubulações, principalmente nos primeiros pavimentos.

Na Figura 3.4 (Pozzobon, 2003) pode-se observar o quanto detalhado é o projeto em alvenaria estrutural, razão pela qual requer atenção durante a elevação, pois qualquer esquecimento vai determinar “retrabalho”, gastos não previstos e perda de tempo, podendo ainda gerar outras patologias como redução na capacidade resistente da alvenaria, fissuras devido a pancadas durante os rasgos na parede, etc.

Muitos produtores de blocos cerâmicos oferecem blocos cortados na posição das caixas para interruptores e tomadas. Os blocos de concreto não apresentam essa possibilidade, devendo ser cortados na obra.

Atualmente é necessário um maior número de pontos nas dependências, não apenas pontos de eletricidade mas, também, telefônicos, antenas, interfones, etc. Esta necessidade é para qualquer sistema construtivo. Porém, no sistema construtivo em alvenaria

estrutural, devido às dificuldades em se realizar tubulações horizontais percebe-se o aumento ainda maior do número de eletrodutos na laje, se comparado a obras convencionais.

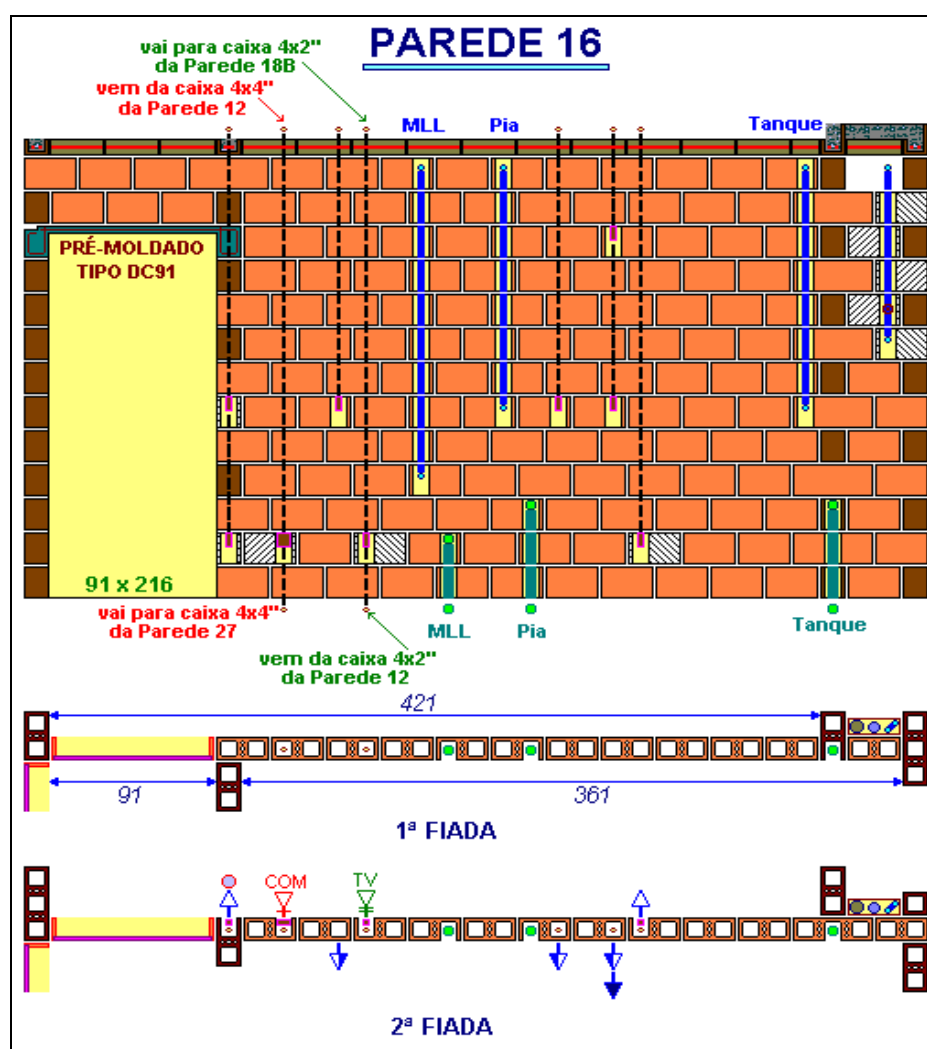


FIGURA 3.4 – Exemplo de projeto de elevação de parede em alvenaria estrutural, contendo o projeto elétrico.

A Figura 3.5 apresenta um projeto elétrico onde estão contidos os pontos de instalações elétricas, instalações telefônicas e pontos para

antena. A grande concentração de eletrodutos, visualizada na referida figura, pode reduzir a resistência da laje, implicando em cuidados especiais, os quais são abordados neste trabalho.

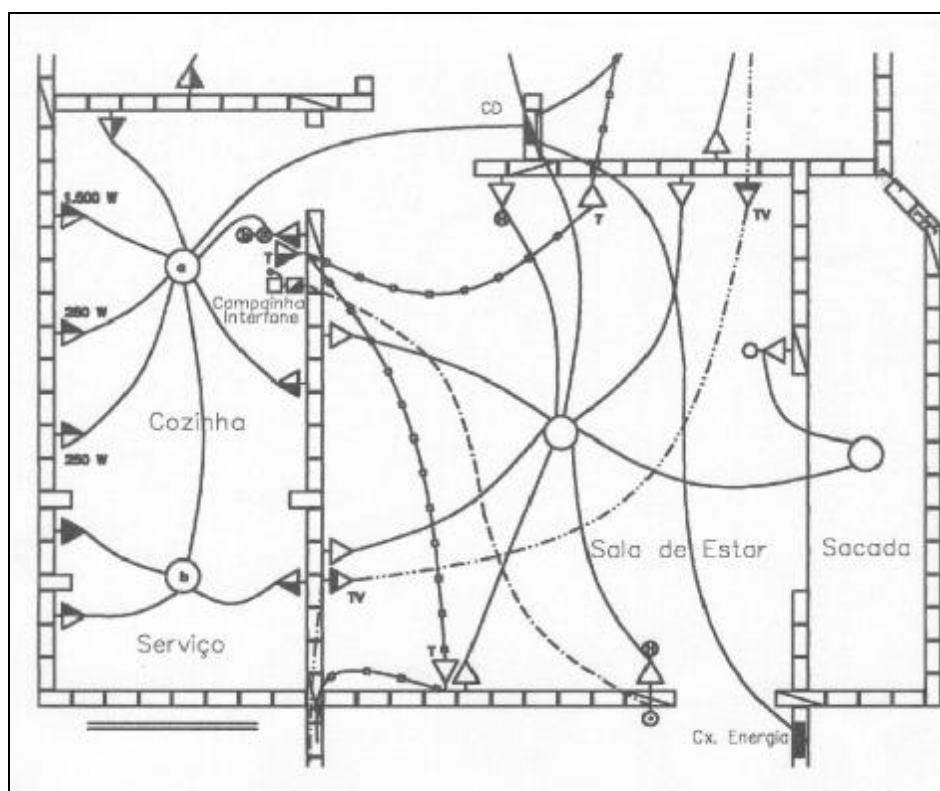


FIGURA 3.5 – Exemplo de projeto elétrico com eletrodutos distribuídos na laje.

O projeto de descargas atmosféricas é elaborado separadamente dos demais. Esta instalação geralmente é executada externamente à alvenaria, não causando nenhuma interferência neste sistema construtivo. Em uma obra o aterramento foi realizado através da ferragem das colunas grauteadas e saindo para haste de aterramento junto ao solo. Nas demais obras, onde este projeto foi necessário, o seu aterramento foi executado através de cabo externo às paredes da obra, não interferindo nos demais projetos.

“O concreto, sendo alcalino e higroscópico, quando enterrado, tende a absorver umidade e apresentar uma resistividade bem baixa, na faixa de 30 a 100 Ω .m, melhor do que a maioria dos terrenos normalmente encontrados.” (Leite & Pereira Filho, 1996).

Conforme Leite & Pereira Filho (1996), pode-se utilizar a própria ferragem da fundação do edifício como aterramento, observando-se, ainda, as vantagens de não oferecer custo adicional (já existe por motivos estruturais), não ser aparente e ser estável e, ainda, não requerer manutenção (exceto, talvez, na conexão externa, se não forem tomados os cuidados básicos). Ao conduzir uma carga impulsiva, como um raio, a ferragem do concreto pouco se aquece. Isto se deve ao pequeno tempo de aplicação da carga que, embora de até dezenas de kA, fornece pouca energia ao eletrodo, pois se dissipa rapidamente. Se a ferragem estiver interligada, ou seja, se a amarração ou soldagem dos ferros garantir a continuidade elétrica ao longo da mesma, o aterramento pode ser calculado.

3.1.4 Projeto das instalações hidrossanitárias

Para definir o projeto hidráulico o projetista de instalações deverá interagir com o projetista de alvenaria estrutural. Nesta interação deverá ser definido a quem caberá o detalhamento do projeto executivo. Deve-se tentar, sempre que possível, passar as tubulações verticais pelos *shafts*. Quando o projeto arquitetônico permitir que se utilize uma única parede comum a todas as áreas com instalações hidráulicas, pode-se utilizar o recurso de fazer as ligações das mesmas às prumadas dispostas externamente e rentes à parede, permitindo o seu

fechamento com outra parede ou painel removível (parcial ou totalmente) usada para manutenção. Esta solução permite trabalhar com *kits* pré-fabricados e fazer inspeções na instalação, sem necessidade de se remover o acabamento. Todo o trecho horizontal da instalação deverá ser projetado para passar entre a laje do teto e o forro rebaixado (em geral com gesso) (Pozzobon, 2003).

O grande problema de passagem das tubulações em alvenaria estrutural refere-se às instalações hidrossanitárias, pelo fato destas possuírem diâmetros maiores e poderem apresentar problemas de vazamento ou qualquer outro que requeira manutenção. É importante salientar que eventual necessidade de cortes para manutenção, em caso de vazamentos, poderá atingir a integridade das paredes e alterar a sua função estrutural. Portanto, o projeto das instalações hidrossanitárias deve prever o embutimento da forma mais racionalizada possível, podendo empregar uma das seguintes soluções para sua localização: paredes não estruturais, “shafts” hidráulicos, enchimentos, sancas, forros falsos, etc. (Accetti, 1998).

A NBR 10837/89 (NB-1228) - Cálculo de alvenaria estrutural de blocos vazados de concreto - restringe o uso de canalizações nas alvenarias, conforme item 5.4.2 *Aberturas e canalizações embutidas*, constando, entre outras restrições que não são permitidos condutores de fluídos embutidos nas paredes de alvenaria e não são permitidas canalizações embutidas horizontalmente nos pilares (considerados como sendo trechos de parede de pequeno comprimento) e nas paredes resistentes. Considerando que as mesmas restrições são válidas também para alvenaria estrutural com blocos cerâmicos,

constatou-se que alguns projetistas desconsideraram esta norma técnica, em algumas obras visitadas e, como consequência, poderá haver comprometimento futuro das alvenarias resistentes onde estes procedimentos incorretos foram adotados.

O uso de paredes não estruturais, ou seja, paredes hidráulicas com blocos especiais, por exemplo, onde são permitidos cortes para embutimento de canalizações horizontais, deve ser definido ainda no projeto arquitetônico, pois estas paredes não poderão receber cargas das lajes e terão amarração diferenciada para não absorver cargas das paredes estruturais. Este tratamento diferenciado dado às paredes não estruturais causa uma perda de racionalidade no processo construtivo, uma vez que se torna necessário prever o fechamento destas paredes junto às lajes e sua amarração às demais paredes estruturais, sem que recebam carregamento destas lajes e paredes. Deve-se limitar o número de paredes hidráulicas para não sobrecarregar as paredes estruturais.

A técnica mais utilizada para instalação das prumadas hidrossanitárias foi o uso de *shafts* hidráulicos, projetados em 12 obras (60%); a passagem das prumadas através da alvenaria foi projetada em 7 obras (35%); 1 obra (5%) projetou as prumadas fixadas às alvenarias externas da obra. Observa-se que, das 7 obras onde foram projetadas prumadas pelo interior da alvenaria, 6 obras possuem apenas 2 pavimentos.

Normalmente os *shafts* hidráulicos são projetados junto ao box do banheiro e na área de serviço. A grande vantagem desta técnica é a

possibilidade de ser visitável para manutenção, não necessitando demolição de alvenarias e revestimentos. Nesta técnica as prumadas verticais são fixadas no *shaft* e as tubulações horizontais para distribuição são fixadas sob a laje até a posição vertical do ponto, descendo ou subindo até o ponto desejado, externamente, junto à alvenaria, ou pelo interior da alvenaria.

Nas obras onde se utilizaram *shafts*, foi projetada a instalação da tubulação de distribuição pelo interior da alvenaria em 7 obras, a tubulação externa à alvenaria em 3 obras e nas outras 2 foram projetados blocos com 9cm de espessura no “caminhamento” das tubulações pela alvenaria, sendo utilizados blocos com 14cm de espessura no restante da alvenaria. As descidas e subidas de tubulação pelo interior dos blocos foram projetadas de duas maneiras, utilizando-se blocos hidráulicos ou instalando-se os tubos durante a elevação da alvenaria. São fabricados blocos hidráulicos que possuem ranhuras em uma parede lateral para facilitar a abertura de uma célula do bloco.

Embora aborde-se o projeto das instalações hidrossanitárias neste item, apresenta-se algumas fotos de execução das obras, por entender-se que estas ilustram melhor as situações abordadas, além de serem coloridas e apresentarem facilmente as 3 dimensões.

Na Figura 3.6 observa-se as esperas deixadas durante a elevação das alvenarias, com os mesmos blocos da elevação, para posterior execução do fechamento do *shaft*. A parede interna do *shaft* recebeu revestimento com impermeabilização.



FIGURA 3.6 – Execução de um *shaft* projetado para instalações hidrossanitárias.

As paredes internas dos *shafts* devem ser impermeabilizadas para evitar que, em caso de pequenos vazamentos, ocorram infiltrações nas alvenarias, podendo, inclusive, a água destes vazamentos deslocar-se de um pavimento para outro inferior e infiltrar-se junto à laje, dificultando a localização de sua origem.

Além desta possibilidade de comunicação de vazamentos, outra desvantagem do *shaft* é a transmissão de sons, se cuidados especiais não forem adotados.

Em 1 obra com mais de 4 pavimentos foram projetadas as instalações através das alvenarias, seccionando-se verticalmente as mesmas nos pontos onde se localizavam as prumadas. O seccionamento, aqui, não deve ser entendido como “corte” e sim um espaço modular projetado. Esta técnica também foi projetada em alguns pontos de outra obra, com mais de 4 pavimentos, onde a técnica principal empregada foi o uso de *shaft*.

As grandes desvantagens desta técnica são a necessidade de romper a alvenaria em caso de manutenção e o seccionamento da alvenaria que diminui sua capacidade de carga, não somente à compressão como ao cisalhamento, pois a parede não pode ser considerada contínua no cálculo estrutural, e sim, paredes de pequena extensão, conforme esteja seccionada. Estas tubulações devem ser protegidas com papel, plástico ou outro material, para não ocorrer aderência à argamassa de fechamento. Recomenda-se deixar barras de aço entre fiadas e posteriormente fixar tela de estuque junto à coluna, para evitar o descolamento ou fissuras no revestimento.

A Figura 3.7 ilustra a passagem dos tubos para alimentação de água, as colunas de queda do esgoto e as colunas de ventilação. Também se observam os furos deixados na laje para passagem da tubulação. É deixado um tubo de PVC de 150mm de diâmetro, para posterior locação da caixa sifonada no box (à esquerda) e um tubo de PVC de 100mm para o vaso sanitário.



FIGURA 3.7 – Colunas hidrossanitárias projetadas em espaços modulares na parede de um banheiro.

Em 6 obras (30%) foi projetado aquecedor de água, sendo que em 1 obra foram projetados 2 aquecedores, um no banheiro e outro na área de serviço, alimentando também a cozinha. Nas demais obras foram projetados aquecedores de acumulação localizados nas áreas de serviço.

A instalação de aquecedor de água, em alguns casos, requer criatividade para se chegar com a tubulação de água quente até os banheiros. Em uma obra a tubulação PEX passou embutida na verga da sala de estar, livre, no interior de outra tubulação de diâmetro maior, e ainda passou por um dormitório e pela circulação para chegar ao banheiro social. No dormitório e na circulação a tubulação foi

fixada junto à laje para posteriormente receber roda-forro, ficando esta oculta.

É recomendado que o projeto arquitetônico contemple, quando possível, o(s) banheiro(s) ao lado da área de serviço/cozinha, pois desta forma a tubulação pode deslocar-se livremente sobre o forro rebaixado, além de reduzir a extensão da tubulação, gerando economia de materiais na instalação, e, de água e energia durante o uso posterior. Nas obras onde havia banheiro distante da área de serviço, com tubulação de água quente passando por compartimentos sem forro rebaixado, as tubulações foram projetadas junto ao contrapiso ou junto à laje, ocultadas por roda-forro de gesso.

Em 8 obras (40%), foi projetado o uso de caixa de gordura em cada pavimento, sempre localizada na área de serviço. Outras 7 obras (35%) não projetaram caixa de gordura individual, optando por conduzir os tubos de queda provenientes das cozinhas para caixas de gordura coletivas localizadas no pavimento térreo, conforme recomenda a NBR 8160/99, no item 4.2.6.1, “... as pias de cozinha ou máquinas de lavar louças instaladas em vários pavimentos sobrepostos devem descarregar em tubos de queda exclusivos que conduzam o esgoto para caixas de gordura coletivas, sendo vedado o uso de caixas de gordura nos andares”. As outras 5 obras são unidades residenciais com dois pavimentos e cozinha localizada no térreo.

Apenas 6 obras projetaram ralos nas sacadas, sendo que 3 obras posicionaram a coluna pluvial em *shaft* de área de serviço ou banheiro, localizado ao lado da sacada, 1 obra projetou a coluna em sanca executada no canto da sacada, 1 obra projetou a coluna com

tubo de PVC 50mm pelos vazados dos blocos e a outra obra projetou a coluna na parede divisória entre duas sacadas.

3.1.5 Projeto de combate a incêndio

Em 7 obras (35%) foram projetadas canalizações de combate a incêndio. Nas demais obras as normas foram atendidas com projeto de extintores apenas quando havia exigência de uso destes equipamentos. Em uma das obras a coluna de canalização de combate a incêndio foi prevista numa reentrância localizada na circulação, ficando aparente. Em 5 obras (25%) foram projetadas em *shafts* e em 1 obra (5%) não havia exigência desta canalização por norma, porém foi projetado um tubo para esta finalidade, junto a um *shaft* das instalações hidrossanitárias, como previsão.

3.1.6 Projeto de central de gás

Em 9 obras (45%) foram projetadas instalações de gás central, sendo tubulações de alimentação instaladas externamente, aparentes, em uma obra, tubulações instaladas em *shaft* em 4 obras e tubulações grauteadas no interior da alvenaria em 4 obras. As que foram instaladas no interior dos shafts devem ser separadas das demais tubulações de outras instalações e grauteadas.

É importante lembrar que a NBR 10837/89 (NB-1228), já citada anteriormente, não permite considerar, como estrutural, parede com condutores de fluidos embutidos no seu interior.

A instalação das tubulações horizontais, em cada unidade, foi projetada junto ao piso, chumbada na laje ou no contrapiso. Esta tubulação não deve ficar aderida à laje ou contrapiso, deve receber proteção com plástico, papelão ou material similar, ou, ainda, ser instalada no interior de outra tubulação de diâmetro maior.

3.1.7 Projeto de automação predial

No início deste trabalho foi observada a qualificação que as instalações de automação predial conferem às obras, porém, nenhuma obra visitada apresentou projeto específico de automação predial.

Duas obras deixaram previsão de eletrodutos de descida, de uma polegada de diâmetro, da cobertura até caixas “secas”, para instalações futuras. As 6 obras que possuíam *shaft* para as instalações elétricas, localizados na circulação, disponibilizaram espaço para contemplar outras instalações quando necessário. Em 2 obras estes *shafts* podem ser considerados compartimentos, pois permitem acesso de pessoas através de porta localizada junto à circulação, ao lado da caixa do elevador, contemplando em seu interior as instalações elétricas, telefônicas, hidrantes, entre outras, podendo, ainda, propiciar mais instalações.

3.1.8 Projeto de pré-moldados

Neste item não se consideraram pequenos pré-moldados que não interferem nas instalações, como é o caso das caixas para

instalação do condicionador de ar. Em uma obra foi utilizada apenas a escada pré-moldada, não interferindo no objetivo deste trabalho.

A utilização de lajes pré-moldadas maciças foi observada em cinco obras (25%). Neste sistema é necessário elaborar um projeto bem detalhado da laje, com localização dos recortes, chamados de “dentadas”, para as lajes serem concretadas com os eletrodutos embutidos. Os recortes são deixados junto às extremidades dos eletrodutos, para posterior encaixe entre os eletrodutos de laje com laje, ou, de laje com alvenaria.

Esses encaixes são realizados com pedaços de eletroduto de bitola superior às dos dois a serem encaixados. Qualquer erro na sua locação causa grande dificuldade para correção na obra. Uma vez concretadas as lajes não se pode alterar a localização dos pontos nas paredes. Um projeto bem elaborado e bem executado de laje pré-moldada maciça permite realizar, com facilidade o encaixe entre os eletrodutos da laje com a parede ou entre duas lajes, como se observa na Figura 3.8.

Em uma obra inicialmente foi utilizada verga pré-moldada. O construtor concluiu que o assentamento das vergas demorava muito tempo devido ao seu peso deformar a argamassa de assentamento dificultando sua instalação no nível e prumo, requerendo, então, escoramento. Optou-se, então, pela execução de vergas com canaletas grauteadas no local.

Em uma construção de nove pavimentos, com blocos de concreto, utilizaram-se escadas, lajes e contramarcos pré-moldados.

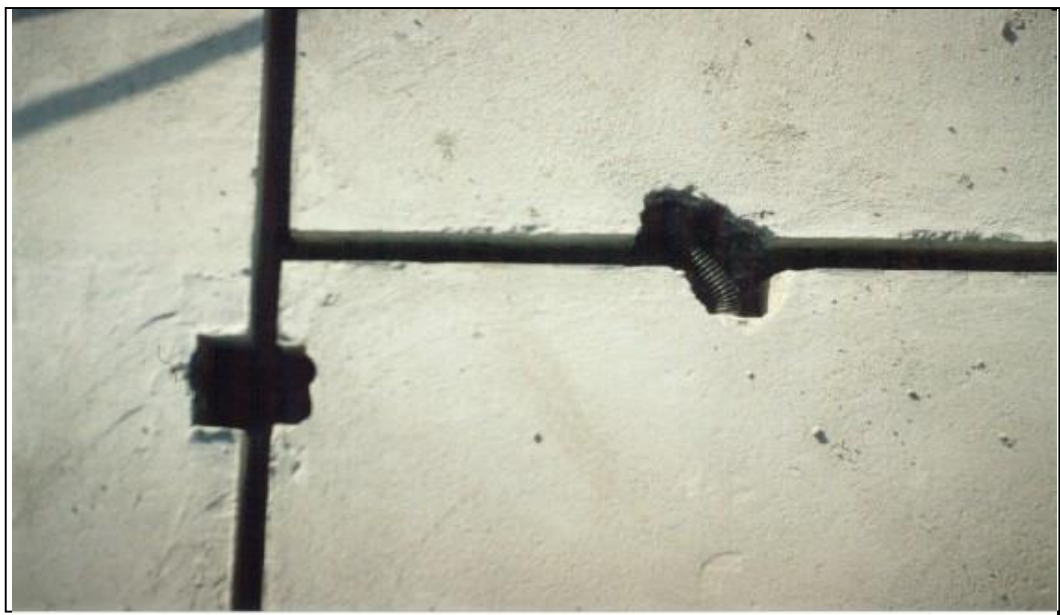


FIGURA 3.8 – Lajes pré-moldadas maciças com recortes para ligação entre eletrodutos.

3.2 Integração entre os projetos

3.2.1 Coordenação dos projetos

Após terminado o anteprojeto, são feitos os projetos complementares (hidráulico, elétrico, etc.). É importante que os responsáveis pelos projetos tenham em mãos o anteprojeto com todas as informações relevantes, e, que sejam coordenados por um único responsável pelo projeto global. Desta forma, serão evitadas interferências de um projeto sobre o outro, tais como passagem de eletrodutos por paredes estruturais, cortes e rasgos desnecessários, etc. (Mutti *et al.*, 1999).

O responsável pela coordenação dos projetos tem como responsabilidade elevar a qualidade do projeto global. Seu trabalho deve ter os seguintes objetivos principais:

- informar as condições requeridas no projeto e o processo construtivo a ser adotado;
- estabelecer uma seqüência lógica na elaboração dos projetos;
- definir a forma de apresentação, especificações e outros requisitos dos projetos;
- garantir contatos e integração entre todos os projetistas;
- criar um sistema de análise e retroalimentação das informações;
- coordenar as decisões quando houver interferência entre projetos elaborados por profissionais distintos;
- garantir a qualidade final do projeto executivo e definir quem fará o seu detalhamento.

Os projetos para o sistema construtivo em alvenaria estrutural devem ser bem detalhados. A rapidez e racionalidade na execução destas obras estão diretamente relacionadas a projetos bem elaborados e bem detalhados. A necessidade de projetos de 1ª e 2ª fiadas, detalhes de amarração e outros, paginação de todas as paredes e projetos complementares implicam em um número elevado de pranchas.

A elaboração do conjunto de projetos para as obras visitadas, com 2 pavimentos, necessitou de 2 a 6 meses e apresentou de 20 até 80 pranchas. As obras com mais de 2 pavimentos necessitaram em média 6 meses para elaboração dos projetos, chegando-se entre 20 e

120 pranchas. A quantidade de pranchas é aproximada, pois em apenas 2 canteiros de obras encontrou-se uma pasta com o conjunto total dos projetos; nas demais foi estimada pelo entrevistado.

O tempo de elaboração dos projetos também é aproximado pois nem sempre o responsável pela execução acompanhou a elaboração dos projetos no escritório. Em 5 obras os projetos foram elaborados por escritórios especializados contratados para esta finalidade já que o entrevistado nem sempre sabia quanto tempo foi necessário e quantos profissionais trabalharam na elaboração dos projetos.

Ficaram bem definidos três métodos de elaboração dos projetos, sendo:

- a) todos os projetos elaborados e compatibilizados por um único profissional. Este método foi utilizado em 1 obra de 4 pavimentos, totalizando (5%);
- b) contratação de um escritório especializado que fornece o conjunto de projetos já finalizados. Esta prática foi utilizada em 10 obras (50%);
- c) elaboração dos projetos por mais de um profissional da própria construtora, podendo alguns profissionais serem contratados. Esta prática foi adotada em 9 obras (45%).

O Quadro 3.1 demonstra a forma de elaboração dos projetos nas obras visitadas. Os projetos elaborados por um mesmo profissional ou escritório foram considerados elaborados simultaneamente pois acredita-se que este profissional tenha eliminado as interferências entre os projetos, entregando-os de forma compatibilizada .

QUADRO 3.1 – Ordem de elaboração de projetos e respectivos profissionais intervenientes.

OBRA		PROJETOS (ordem de elaboração / profissional que elaborou)								
IDENTIFICAÇÃO	PAVIMENTOS	ARQUITETÔNICO	MODULAÇÃO	ESTRUTURAL	ELÉTRICO	HIDROSSANITÁRIO	TELEFÔNICO	COMBATE A INCÊNDIO	CENTRAL DE GÁS	AUTOMAÇÃO PREDIAL
A	4	1º / a	2º / b	3º / a	4º / a	4º / a	4º / a	---	---	---
B	2	1º / a	3º / b	2º / c	3º / b	3º / b	3º / b	---	---	---
C	4	1º/a,b	2º/c,d	3º / e	4º / a	4º / a	4º / a	---	---	---
D	4	1º / a	1º / a	1º / a	1º / a	1º / a	1º / a	---	---	---
E	5	1º / a	2º / a	3º / b	4º / c	4º / d	4º / c	---	5º / e	---
F	7	1º / *	1º / *	1º / *	2º / a	2º / a	2º / a	2º / a	2º / a	---
G	2	1º / a	1º / a	1º / a	1º / a	1º / a	1º / a	---	---	---
H	2	1º / a	1º / a	2º / b	3º / c	4º / d	3º / c	---	---	---
I	2	1º / a	2º / b	3º / c	4º / d	4º / d	4º / d	---	---	---
J	5	1º / a	3º / b	4º / c	2º / d	2º / d	2º / d	2º / d	2º / d	---
K	9	*	*	*	*	*	*	*	*	---
L	2	*	*	*	*	*	*	---	---	---
M	4	*	*	*	*	*	*	---	---	---
N	5	*	*	*	*	*	*	---	---	---
O	8	*	*	*	*	*	*	*	*	---
P	9	*	*	*	*	*	*	*	*	---
Q	11	*	*	*	*	*	*	*	*	---
R	6	*	*	*	*	*	*	*	*	---
S	2	*	*	*	*	*	*	*	*	
T	4	1º / a	2º / *	2º / *	3º / b	3º / c	3º / b	---	3º / b	---

* Projetos elaborados por escritório especializado.

3.2.2 Alterações definidas na fase de integração

Neste item são relatadas algumas alterações que os profissionais consideraram necessárias, ainda na fase de projeto, durante os contatos estabelecidos, no intuito de compatibilizar os projetos.

Na obra “B” o consultor da empresa analisou os projetos e não constatou a necessidade de alterações.

Na obra “C” os projetos elétrico e hidrossanitário determinaram reforços no projeto estrutural nos locais de passagem da tubulação, sendo o projeto estrutural reforçado, ainda na fase de projeto, com o objetivo de evitar danos à estrutura e adaptações na obra.

Na obra “F” os projetos sofreram diversas alterações. A cada uma delas foi elaborado um novo projeto, sendo que esta já se encontrava na quinta alteração.

Na obra “H” o arquiteto que elaborou o projeto arquitetônico concentrou e supervisionou a elaboração dos demais projetos. Foram realizadas alterações nos projetos elétrico e telefônico.

Na obra “T” todos os profissionais mantiveram contatos. Foram efetuadas diversas alterações, na modulação, estrutura e instalações. Este projeto compreende 145 unidades residenciais de 2 pavimentos. Durante estes contatos foi definida a substituição de canalizações que seriam embutidas na laje maciça pré-moldada, tendo sua nova localização sob o piso do térreo.

Ao visitar uma obra na fase de fundações, na qual não foi preenchido o questionário, acompanhou-se uma consultoria para analisar a integração entre os projetos. O projeto previa vergas pré-

moldadas, porém, no detalhamento das vergas não constava nenhum furo para passagem de eletroduto, e no projeto elétrico constavam descidas de eletrodutos, nesta região, para tomada do condicionador de ar. Havia também pontos com baixadas de eletrodutos em local com previsão de grauteamento, não sendo esta prática recomendada, pois o eletroduto pode impedir o fluxo do graute até a base do blocos (laje). O consultor recomendou as devidas correções.

Conclui-se que a melhor forma de desenvolver projetos integrados, é elaborá-los ao mesmo tempo, em paralelo. De forma que nenhum deles seja definido anteriormente à sua análise perante os demais. Os projetos executivos somente devem ser realizados após a definição das condições que cada projeto deve contemplar, ainda na fase de anteprojeto. A integração na fase de anteprojeto dinamiza a confecção dos projetos executivos e evita que algum destes possa estar “desatualizado” e chegue até a obra.

É importante a participação dos profissionais responsáveis pela execução da obra na fase de anteprojeto. Estes contribuem com seu conhecimento prático e iniciam desde cedo sua “familiarização” com a nova obra a ser iniciada.

3.2.3 Elaboração do projeto executivo

Após tomadas todas as decisões na fase de integração entre os projetos, que devem estar perfeitamente definidos e conter todas as informações necessárias para que a execução ocorra de forma planejada e eficiente, procede-se a elaboração dos projetos executivos.

“O projeto executivo é fundamental para que se consiga atingir o máximo das vantagens que o processo construtivo em alvenaria estrutural teoricamente permite. É através dele que se faz a integração entre as soluções do escritório e a sua aplicação. Por isso, esse tipo de detalhamento representa um grande acréscimo no nível de construtibilidade do projeto” (Mutti *et al.*, 1999).

Eu uma obra de 4 pavimentos, constituída de um único prédio, foi observado que um único profissional era responsável pela execução da obra e concentrava todas as decisões referentes aos projetos e a execução, mesmo em caso de contratação de outro(s) profissional(is) para elaboração de alguns projetos.

Nas obras constituídas por mais de um prédio ou por um único prédio com mais de 4 pavimentos, normalmente havia uma equipe de técnicos para elaboração dos projetos e uma equipe para execução da obra. Nestes casos observou-se que as decisões sobre necessidade de alterações após elaborado o projeto executivo eram diversas; em alguns casos tomadas pela equipe que projetou, em outros casos por um consultor contratado para esta finalidade. Observou-se, porém, que prevaleciam com pequena diferença, as decisões tomadas pela equipe de execução da obra.

Independente de quem toma as decisões, percebeu-se a grande importância que os profissionais dedicam aos contatos entre projetistas e executores, sendo muito importante esta troca de informações para melhorar a qualidade de futuros projetos. Esta ética profissional, observada na quase totalidade das obras, demonstra que os profissionais que estão desenvolvendo seus trabalhos neste sistema

construtivo apresentam qualificação, e que há um reflexo direto desta qualidade no produto final que é a obra.

Quatro construtoras apresentaram necessidade de alteração de seus projetos depois de definida a integração entre os projetos, sendo que 3 alteraram os projetos originais e uma apenas assinalou as alterações no projeto existente, porém, esta última informou que estas seriam repassadas para o projeto como construído (*as built*).

Capítulo 4

4. EXECUÇÃO DOS PROJETOS

Na fase de execução dos projetos, quando não devidamente compatibilizados, é que se pode observar o número de interferências entre os mesmos. Nesta fase todo e qualquer problema encontrado deve ser informado ao projetista, para que o mesmo tenha conhecimento dos pontos onde estão ocorrendo problemas.

A mão-de-obra para a construção civil ainda não apresenta a qualificação desejada. Algumas construtoras têm investido em treinamento de pessoal e em novas técnicas, tendo, como retorno destes investimentos, obras com menor desperdício de materiais, execução mais qualificada e, conseqüentemente, menos “retrabalho” e correções de patologias surgidas posteriormente à entrega da obra. Esta realidade é reforçada por um engenheiro e construtor, que há 5 anos, ou mais, adotou o sistema construtivo em alvenaria estrutural, investindo em treinamento de pessoal e oferecendo obras mais qualificadas, com custo competitivo no mercado da construção civil e com menor incidência de conflitos, durante e após a construção da obra.

Neste capítulo são repetidos alguns assuntos já abordados na elaboração dos projetos, no sentido de reforçar algumas constatações importantes e integrar a fase de projetos com a execução da obra.

4.1 Disposição dos projetos na obra

Sabe-se que projetos bem definidos e com escala adequada, facilitam sua interpretação e garantem uma melhor execução da obra. Considerando que um mesmo projeto pode ser utilizado na execução de diversos pavimentos tipo da obra, e que, danos a um projeto pode causar prejuízos à sua interpretação, recomenda-se a proteção dos mesmos.

Durante a execução das obras os projetos eram apresentados de diversas formas, sendo pranchas plastificadas em 11 obras (55%); pasta plastificada em 3 obras (15%); pasta sem proteção em 4 obras (20%); plantas baixas em pranchas plastificadas e elevações em pasta plastificada em 1 obra (5%) e em prancha sem proteção em 1 obra (5%).

Nos canteiros de obras nem sempre se encontram os projetos completos e guardados de forma correta. Em geral o projeto arquitetônico está com o mestre de obras ou com os pedreiros, o elétrico com o eletricitista e o hidrossanitário com o instalador, para que cada um deles acompanhe e execute sua função da melhor forma. É importante existir uma pasta, com todos os projetos completos, à disposição do responsável técnico pela execução, porém, em algumas obras não encontrou-se a mesma.

Observou-se que a prática mais utilizada pelos pedreiros é o uso de plantas baixas e elevações na escala 1:25, fixadas em pranchas e plastificadas, para proteção. Durante a demarcação da primeira fiada é utilizada esta planta específica. Posteriormente utiliza-se a planta de segunda fiada durante a execução desta etapa e, após a execução destas, utilizam-se as plantas das elevações até a conclusão das alvenarias do pavimento que está em execução.

A Figura 4.1 apresenta um projeto em escala 1:25 plastificado e fixado em uma prancha, sendo esta a prática recomendada. A Figura 4.2 além de apresentar prancha com projeto plastificado, também possui espaço protegido para outros projetos a serem usados e para as ferramentas.



FIGURA 4.1 – Disposição correta de projetos na obra. Prancha plastificada para proteção do projeto.



FIGURA 4.2 – Mesa com projeto plastificado em uso e espaço para ferramentas e demais projetos.

Também se encontrou obras com projetos dispostos em pastas comuns, sem nenhum tipo de proteção. Em uma das obras foi observado um projeto em péssimo estado de apresentação sendo utilizado pelo operários da obra, conforme Figura 4.3. Pode-se atribuir diversos erros cometidos durante a execução da obra a projetos com esta apresentação, pois a dificuldade ou impossibilidade de visualizar detalhes e realizar leituras no projeto podem levar a erros grosseiros.

O projeto apresentado na Figura 4.3 foi bem elaborado e bem detalhado, inclusive apresenta detalhamentos em cores diferentes. A pasta, que pode ser observada sob o projeto, possuía todos os demais projetos anexos. Esta forma de disposição dos projetos na obra não é recomendada. Os projetos foram dobrados inadequadamente, como se

pode observar pelas ondulações existentes, e também foram molhados, contendo “borrões” que impediam completamente a visualização de partes do projeto. Na manhã em que a visita foi realizada, estavam ocorrendo precipitações de pequena intensidade e ocasionais, estando o projeto sobre blocos úmidos e desprotegido de chuvas e ventos.



FIGURA 4.3 – Projeto em péssimo estado de conservação e apresentação, sendo utilizado na obra.

Projetos mal apresentados causam perda de tempo para interpretação e podem ocasionar erros na execução. Dispor de bons projetos na obra é uma iniciativa que apresenta baixo custo e bons resultados, devendo se tornar uma prática comum em todas as obras.

4.2 Instalações elétricas e afins

Muitas falhas encontradas nas instalações elétricas e afins são devidas à execução por pessoal não devidamente qualificado para este trabalho. Em alguns casos, são executados alguns serviços pelos próprios pedreiros. A presença permanente de eletricista na obra confere melhor qualidade na execução das obras, tendo-se observado esta prática em 8 obras (40%), sendo obras com grandes áreas construídas. Nas demais obras, geralmente o eletricista trabalhava anteriormente à execução das lajes, para instalação dos eletrodutos, e, posteriormente, na conclusão das instalações.

Devido às dificuldades em se utilizar eletrodutos horizontais na alvenaria estrutural, percebe-se o aumento do número de eletrodutos na laje, comparado a obras convencionais, como já foi mencionado. Cada ponto requer um eletroduto a partir da caixa da laje, deslocando-se horizontalmente na laje e verticalmente através da alvenaria, tendo-se, assim, diversas caixas das lajes com os oito furos laterais utilizados. Devido ao grande número de eletrodutos presentes na laje se sobrepondo em alguns pontos, a camada de concreto lançada sobre as pré-lajes foi de 5cm a 6cm em 5 obras; 4cm em 2 obras; as demais obras utilizaram pré-laje com vigotas treliçadas, lajes maciças pré-moldadas ou lajes concretadas na obra.

O grande número de eletrodutos demandado nas instalações elétricas é visível na Figura 4.4, onde se tem duas caixas de luz com as oito saídas laterais utilizadas.

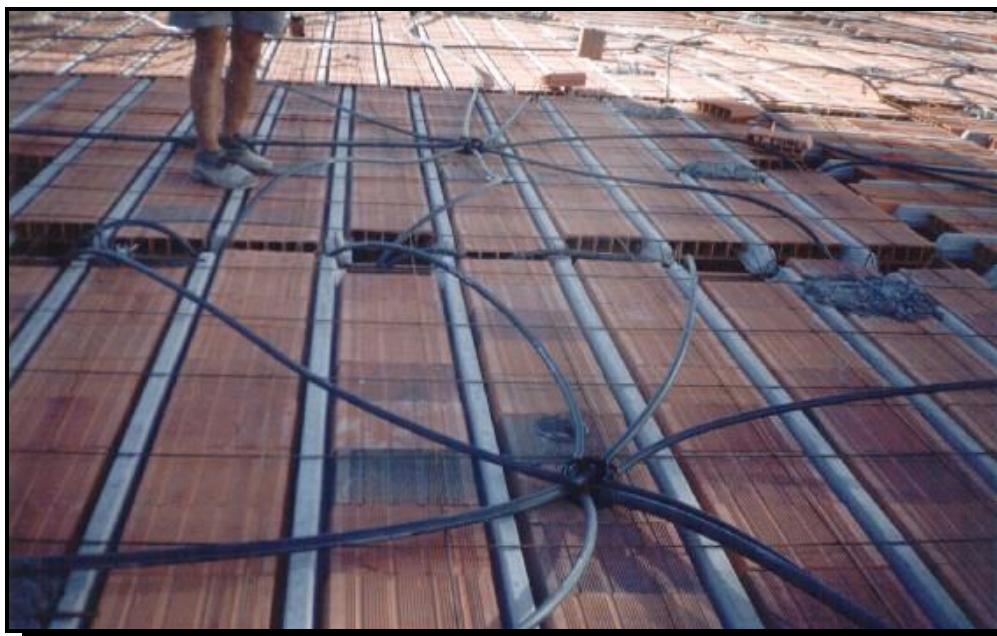


FIGURA 4.4 – Instalação de grande quantidade de eletrodutos na laje.

A sobreposição de eletrodutos pode ser observada na Figura 4.5, onde ocorreram quatro pontos de sobreposição entre dois eletrodutos.



FIGURA 4.5 – Sobreposições entre eletrodutos distribuídos na laje.

Verificou-se, também, que os projetos elétricos e afins apresentavam alguns problemas de concepção, principalmente pela falta de integração com os projetos arquitetônicos, estruturais e hidrossanitários. Muitos erros também são cometidos por esquecimento ou descuido do eletricista em deixar esperas no momento do grauteamento de vergas. A ocorrência da falta de integração entre os projetos e erros do eletricista, foi constatada pela execução de rasgos horizontais e verticais nas paredes. Estes rasgos, conforme Figura 4.6, não devem ocorrer, como já foi dito, pois geram “retrabalho”, não condizem com os princípios da racionalização, geram custos adicionais de tempo e material, atrasam o andamento da obra e podem comprometer significativamente a resistência da alvenaria devido a redução da sua seção.



FIGURA 4.6 – Rasgos indevidos executados nas alvenarias para passagem de eletrodutos.

Os rasgos em alvenaria estrutural podem levar ao comprometimento da capacidade estrutural da parede. Estes procedimentos incorretos devem ser rigorosamente combatidos.

Nas obras com grandes áreas de construção e com grandes equipes de trabalho, observou-se a presença diária do eletricista durante a execução das alvenarias e instalações, apresentando grandes vantagens na qualidade da execução. Isto foi observado em 6 obras. “Esta prática é recomendada para obras que utilizam o sistema construtivo de alvenaria estrutural, porque através do trabalho em conjunto dos pedreiros com os eletricistas, ocorre, conseqüentemente, a integração prática dos projetos, corrigindo possíveis falhas de eventual falta de harmonia na fase de projeto” (Santos, 1998).

Obras de pequeno porte, com equipe reduzida, não possuem eletricista permanente durante sua execução, geralmente este comparece anteriormente à concretagem de cada laje para instalar os eletrodutos, e, posteriormente para instalar a fiação e concluir as instalações elétricas.

4.2.1 Blocos especiais

Nas posições onde são previstos interruptores e tomadas são assentados blocos de instalação (“elétricos”), com corte adequado para a fixação de caixas de luz. As indústrias de blocos de concreto não oferecem blocos especiais com corte para instalação das caixas. Em 4

obras (20%) os blocos de concreto eram cortados antes do assentamento e em 5 obras (25%) os blocos de concreto eram assentados e cortados posteriormente junto à alvenaria. Em 8 obras (40%) executadas com blocos cerâmicos, foram utilizados blocos de instalação oriundos de fábrica e já cortados, em 2 obras (10%) os blocos foram cortados na obra, já assentados e em 1 obra (5%) os blocos foram quebrados na obra com martelo ou ferramenta similar, sendo esta prática não recomendada, podendo, desta forma, comprometer a qualidade da alvenaria.

A Figura 4.7 foi obtida dos catálogos de fabricantes de blocos cerâmicos. O bloco da foto (a) é cerâmico com 14cm de espessura, 19cm de altura e 29cm de comprimento. Os blocos das fotos (b), (c) e (d) são especiais utilizados nas instalações elétricas, com corte para instalação das caixas.

Nas alvenarias com blocos de concreto são adotadas duas formas para executar o corte para caixa de ponto elétrico e telefônico: cortar os blocos ainda no canteiro de obras, anteriormente ao assentamento na alvenaria ou cortá-lo posteriormente ao assentamento, no momento em que serão instalados os eletrodutos.

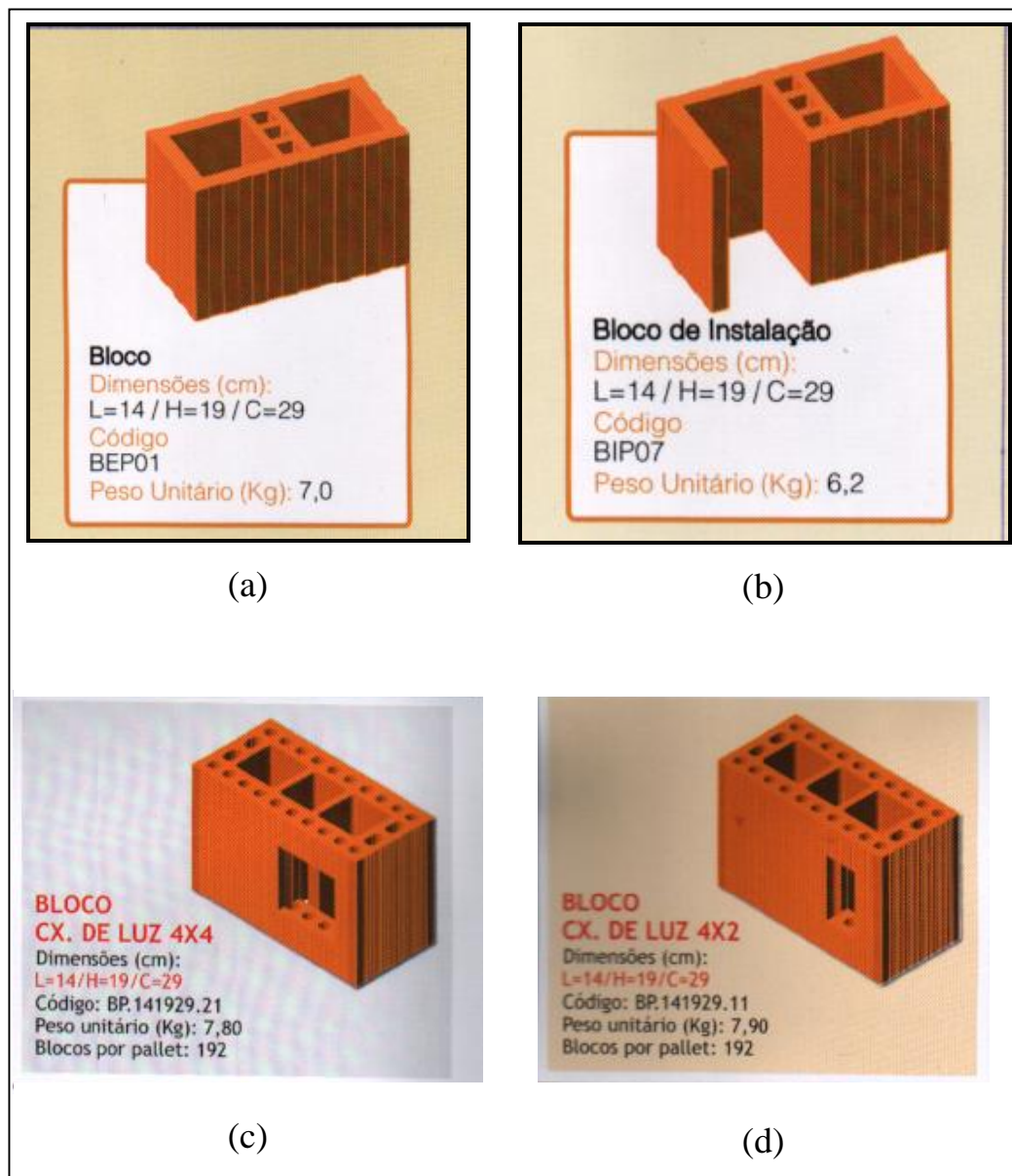


FIGURA 4.7 – Tipos de blocos cerâmicos oferecidos por diferentes fabricantes.

Os cortes nos blocos da Figura 4.8 foram executados após o assentamento e anteriormente a concretagem da laje.



FIGURA 4.8 – Cortes em blocos de concreto para pontos elétricos e telefônicos.

Esta prática de cortar o bloco assentado na parede foi observada, também, em duas obras executadas com blocos cerâmicos, mesmo havendo a possibilidade de utilização de blocos cerâmicos especiais para pontos elétricos. Segundo os construtores que adotaram esta técnica, assentar blocos já cortados durante o levantamento da alvenaria, requer a presença do eletricitista ou mais atenção do pedreiro ao projeto para saber o momento e o local do assentamento dos mesmos além de obrigá-lo a dispor destes blocos, diferenciados dos comuns, para assentar naquele momento, atrasando assim o processo construtivo. Nestas obras os blocos foram cortados na etapa de instalação dos eletrodutos, não havendo erro de locação dos pontos e

tornando o processo mais produtivo, segundo os construtores. Independente destes fatores, há que se considerar, também, o custo maior dos blocos especiais.

Conclui-se que o método a ser aplicado depende da equipe de pessoal disponível na obra e do custo calculado pelo empreendedor quanto à aquisição de blocos especiais ou de se optar em cortá-los na obra. Nas obras onde se tem eletricitista permanente junto à equipe ou operários treinados pode-se optar pelo assentamento de bloco especial. Nas obras onde se optar pelo corte posterior para instalação das caixas, por questões econômicas ou por falta de pessoal qualificado, deve-se utilizar equipamento de corte adequado, sendo vetado o uso de pancadas na alvenaria.

4.2.2 Posicionamento dos eletrodutos

Em geral a instalação elétrica possui todos os seu eletrodutos interligados a partir das caixas das lâmpadas, localizadas nas lajes, e distribuídos a partir delas, descendo para os pontos de interruptores, tomadas e outras caixas. Em 14 obras (70%) todos os eletrodutos da instalação elétrica desciam da laje para os pontos, e nas outras 6 obras (30%) alguns eletrodutos desciam da laje para os pontos e outros subiam do piso para os pontos.

Recomenda-se adotar o uso de todos os eletrodutos descendo da laje para os pontos elétricos. Além de padronizar esta técnica, os eletrodutos serão instalados após o assentamento dos blocos, não ocorrendo erros de locação das esperas deixadas na laje (ou piso).

Evita-se, assim, a perda de tempo para assentar blocos encaixando-se o furo dos mesmos nos eletrodutos já instalados.

A Figura 4.9 mostra eletrodutos que sobem do piso para a alvenaria, posicionados em desacordo com a modulação dos blocos. Neste caso, quando o bloco for locado de acordo com a modulação, os eletrodutos não coincidirão com o vazado, e sim, com as paredes transversais do bloco.



FIGURA 4.9 – Espera de eletrodutos locados em desacordo com a modulação.

A solução adotada para corrigir a posição dos eletrodutos, instalados em desacordo com a modulação dos blocos, pode ser

observada na Figura 4.29, onde são cortados ou quebrados blocos para passagem do eletroduto, mantendo-se a modulação.

A instalação de eletrodutos junto ao rodapé, conforme a Figura 4.10, não é recomendada, pois não é representativa de um sistema padronizado. Também oferece riscos em caso de manutenção ou realização de cortes e furos junto ao rodapé.

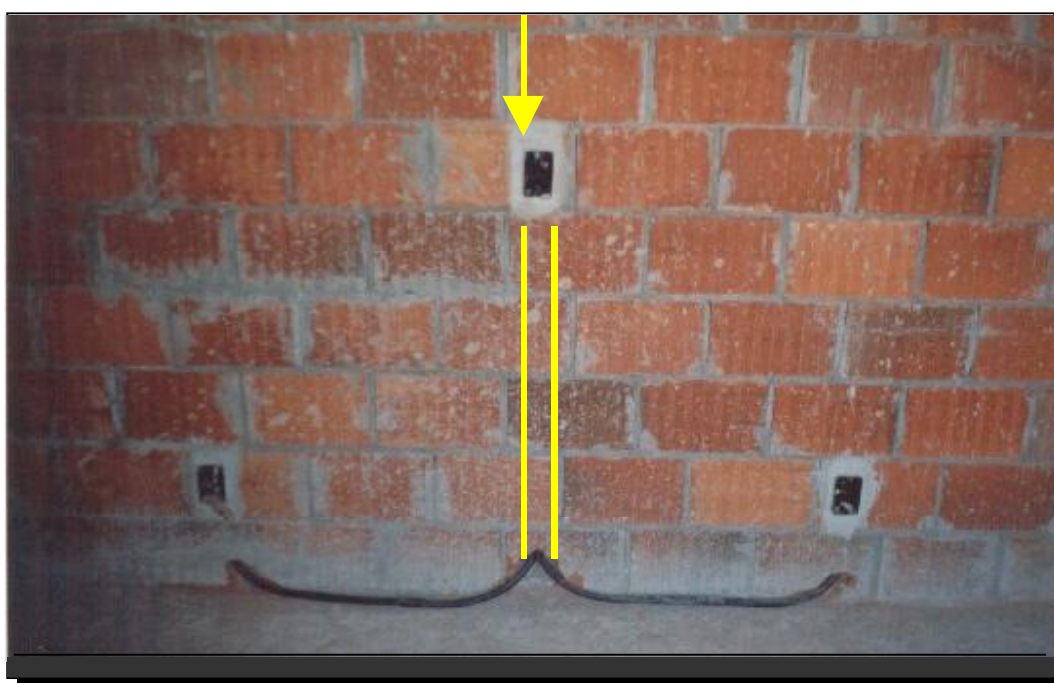


FIGURA 4.10 – Instalação de eletrodutos sem padronização.

Em duas obras foram instalados eletrodutos horizontais, sendo, numa delas, apenas na cozinha, junto à contra-verga da janela, grauteada. A outra obra utilizou blocos com corte prévio nos septos transversais, conforme Figura 4.11, para passagem de eletrodutos em pontos próximos. Pozzobon (2003) recomenda ensaiar prismas de alvenaria a fim de se ter segurança quanto ao emprego desta técnica,

uma vez que não há distribuição de argamassa de assentamento por toda superfície dos septos transversais, reduzindo a capacidade de suporte da alvenaria.

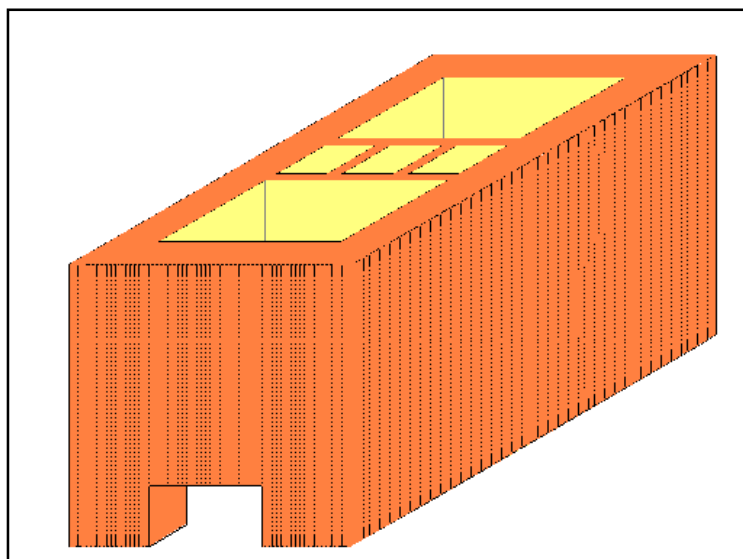


FIGURA 4.11 – Bloco cortado para passagem de eletroduto horizontal.

Os eletrodutos para instalação de ponto telefônico, devido a sua posição mais próxima ao piso, subiam do piso para o ponto em 11 obras (55%), desciam da laje para os pontos em 7 obras (35%), e, em 2 obras (10%) alguns subiam do piso e outros desciam da laje. Estes eletrodutos são poucos, comparados aos da instalação elétrica e podem ser instalados a partir da laje ou do piso. À medida que forem instalados vários pontos recomenda-se descer da laje para o piso, evitando-se a probabilidade de locação do eletroduto em desacordo com a modulação, conforme instalação elétrica.

A passagem dos eletrodutos e de outras tubulações pode ser prejudicada quando os blocos são assentados com excesso de

argamassa, ficando a junta saliente no interior dos blocos, conforme ocorre na Figura 4.12 (a).

O excesso de argamassa ocorre devido ao uso de ferramenta inadequada para esta finalidade e/ou pela desqualificação da mão-de-obra. Como consequência, é necessário quebrar pontos próximo às juntas para proporcionar a passagem das tubulações, conforme se vê na figura 4.12 (b).

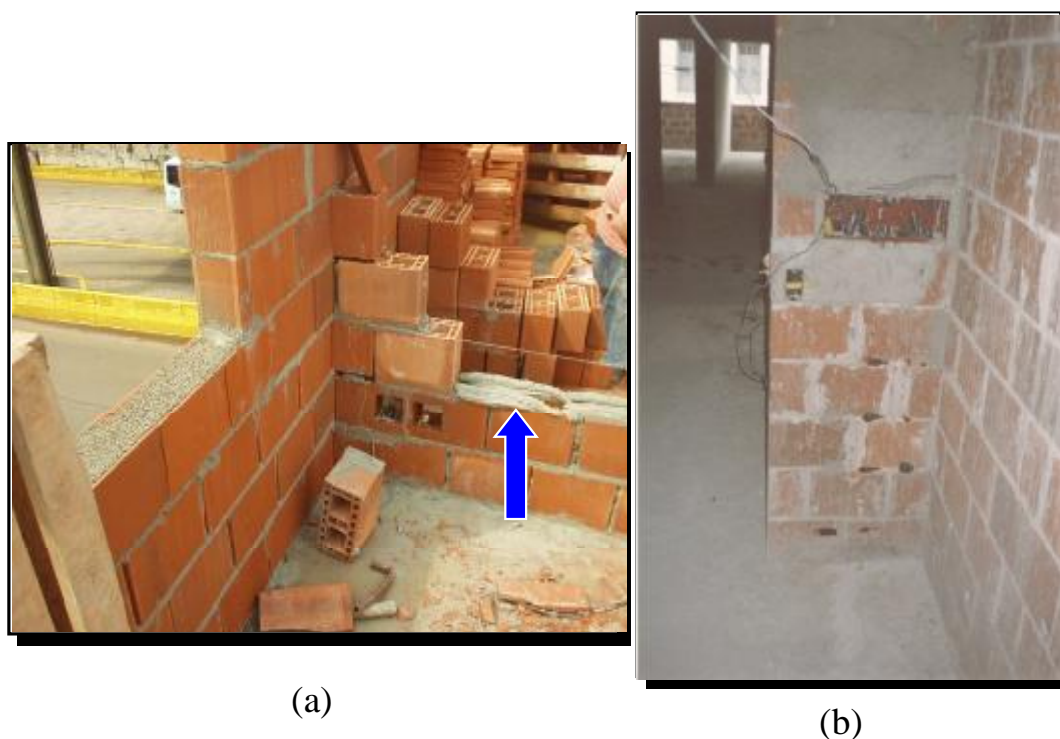


FIGURA 4.12 – Junta com excesso de argamassa (a) e juntas quebradas para passagem de eletrodutos (b).

4.2.3 Localização dos pontos

Em 3 obras (15%) estava previsto apenas um ponto telefônico localizado na sala. Em 10 obras (50%) foram previstos pontos

telefônicos na sala e em um dormitório. Nas outras 7 obras (35%) foram previstos pontos telefônicos na sala e em dois ou mais dormitórios, sendo que em 2 obras previu-se um ponto telefônico também na cozinha.

Apenas 2 obras não previram instalação de condicionadores de ar. Em 10 obras (50%) foi prevista instalação em apenas um dormitório, em 8 obras (40%) foi prevista instalação em 2 ou mais dormitórios. Em 2 obras foi prevista instalação também na sala. As caixas para instalação dos condicionadores de ar estavam localizadas sob as janelas de dormitórios em 16 obras, as outras 2 previram a instalação em parede “cega”, sem janela, junto ao cintamento superior.

A instalação de condicionador de ar sob janela de dormitório requer uma tomada próxima. No momento da concretagem da verga e também da contra-verga geralmente ocorrem erros por esquecimento de se deixar espera para passagem ou o próprio eletroduto instalado.

O esquecimento de passar o eletroduto através da contra-verga da janela, no momento do grauteamento, ocorre com frequência, conforme vê-se na Figura 4.13.

Em todas as obras onde ocorreu este erro, a forma de correção adotada foi cortar a parede do bloco para passagem do eletroduto, sem prejudicar a seção grauteada. Considerando que a parede do bloco tenha 2,2 cm ou mais, dependendo do fabricante, é possível passar até eletrodutos de 1”.



FIGURA 4.13 – Eletroduto para tomada do condicionador de ar sem passagem pela contra-verga da janela.

A passagem de eletrodutos através de vergas de portas também foi esquecida com grande frequência e, como se pode observar na Figura 4.14, a correção requer cortes e atrasa a obra. Na Figura 4.14 (a), os blocos tiveram seus septos transversais cortados internamente durante a instalação da espera de PVC, para passagem posterior do eletroduto junto à verga devido a mudança na direção de descida do eletroduto. Também, os blocos foram quebrados para auxiliar a passagem posterior do eletroduto. Na Figura 4.14 (b), será realizado um corte vertical na parede externa do bloco, ficando o eletroduto junto ao graute da verga.

O mesmo erro que ocorre nos pontos para tomada do condicionador de ar acontece, com frequência, nos pontos para interruptores localizados abaixo das vergas das portas.

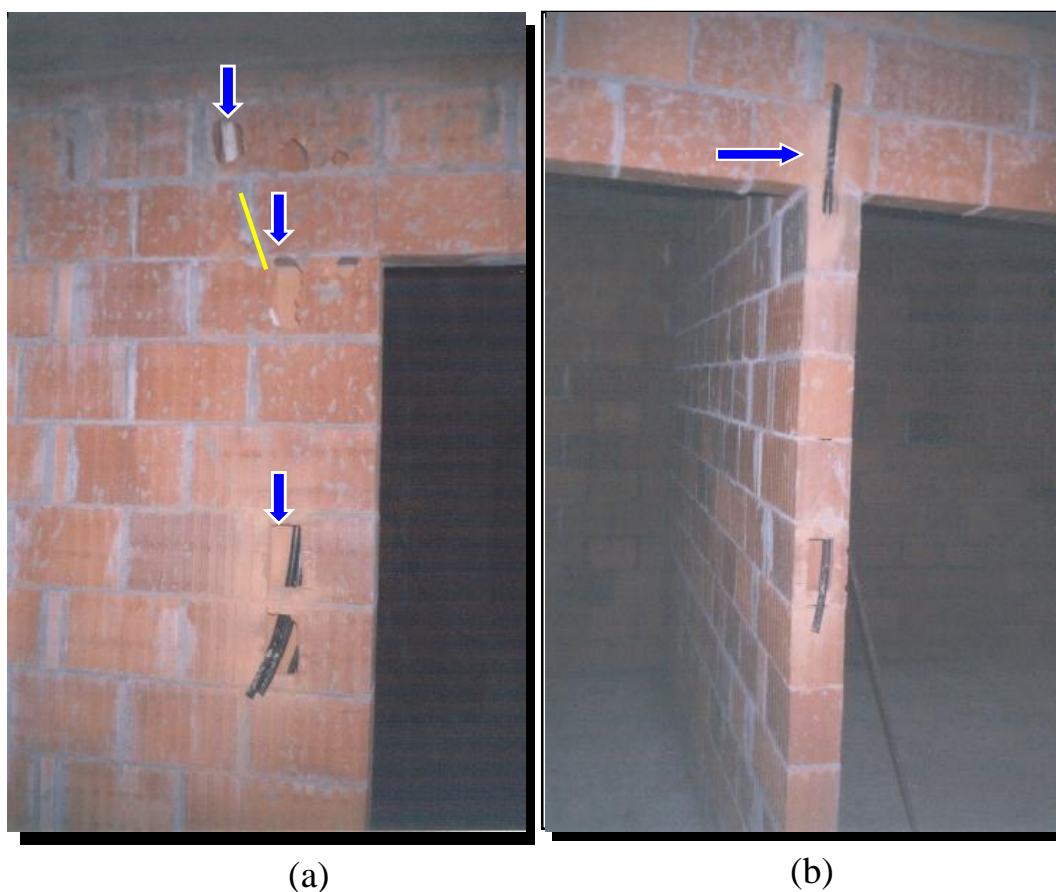


FIGURA 4.14 – Eletrodutos com passagens corrigidas em vergas de portas.

4.2.4 Colunas de distribuição

Obras com mais de 4 pavimentos necessitaram de *shafts* especiais para as instalações elétricas, devido ao grande número de eletrodutos necessários para alimentar as unidades em cada pavimento. Esta constatação foi confirmada em 5 obras com 7 pavimentos ou mais, nas quais foram previstos *shafts* na circulação. O fechamento seria realizado em gesso em duas obras e com porta para acesso às pessoas nas demais obras. Em uma obra foi executado forro

rebaixado nas circulações de todos os pavimentos, ocultando os eletrodutos horizontais que alimentam as unidades residenciais, a partir do *shaft*.

Conforme se pode visualizar na Figura 4.15, o *shaft* permite o acesso de pessoas quando necessário. A porta será instalada ao lado do tubo do hidrante (vermelho), permitindo o livre acesso até o hidrante e isolando as demais instalações. Este *shaft* está localizado na circulação, ao lado da caixa do elevador possibilitando a inclusão de novas instalações que venham a ser necessárias ao prédio, futuramente, além de permitir acesso rápido e sem necessidade de recomposição de gesso ou outros revestimentos posteriormente.



FIGURA 4.15 – *Shaft* para instalações localizado na circulação, com acesso para pessoas.

A Figura 4.16 mostra a organização dos eletrodutos de distribuição, tanto horizontais, a serem protegidos por forro falso de gesso, quanto verticais, os quais passam por *shafts* próprios para suas colunas de distribuição entre pavimentos.



FIGURA 4.16 – Execução de *shafts* para colunas das instalações elétricas localizados na circulação.

Nas demais obras as colunas para alimentação dos pavimentos eram embutidas dentro dos blocos ou em coluna grauteada na mesma espessura da alvenaria, com esperas de tubos de PVC para posterior instalação dos eletrodutos em seu interior.

As caixas de distribuição e CDs devem ser previstas no projeto. Conforme demonstra a Figura 4.17, a caixa possui tamanho modulado de acordo com os blocos e foram deixados tubos de PVC para posteriormente ser realizada a instalação elétrica.



FIGURA 4.17 – Colunas de tubos de PVC para posterior passagem de eletrodutos.

Deve-se tomar cuidado para que os tubos de PVC não seccionem o cintoamento a ser grauteado no interior das canaletas, comprometendo sua resistência estrutural.

Percebe-se na Figura 4.18 que as caixas das instalações elétricas e telefônicas interrompem um vão considerável na seção vertical da alvenaria estrutural. Em geral estas caixas localizam-se em circulações ou caixas de escadarias, sendo que estas alvenarias, em muitos casos,

suportam além das cargas normais da edificação, o peso do reservatório superior de água. Recomenda-se considerar estes vazados das caixas no cálculo estrutural sempre que se tiver concentração de carga nestas alvenarias e caixas com grandes vazados.



FIGURA 4.18 – Caixas de instalações elétricas e telefônicas localizadas na circulação.

A passagem do eletroduto registrado na Figura 4.19 foi executada em desacordo com a modulação dos blocos. As falhas nas instalações de eletrodutos implicam na necessidade de rasgar trechos de alvenaria. Quando necessários rasgos de alvenarias nas instalações elétricos, sempre se têm perdas de mão-de-obra e de materiais, além da possibilidade de comprometer a qualidade final da obra.

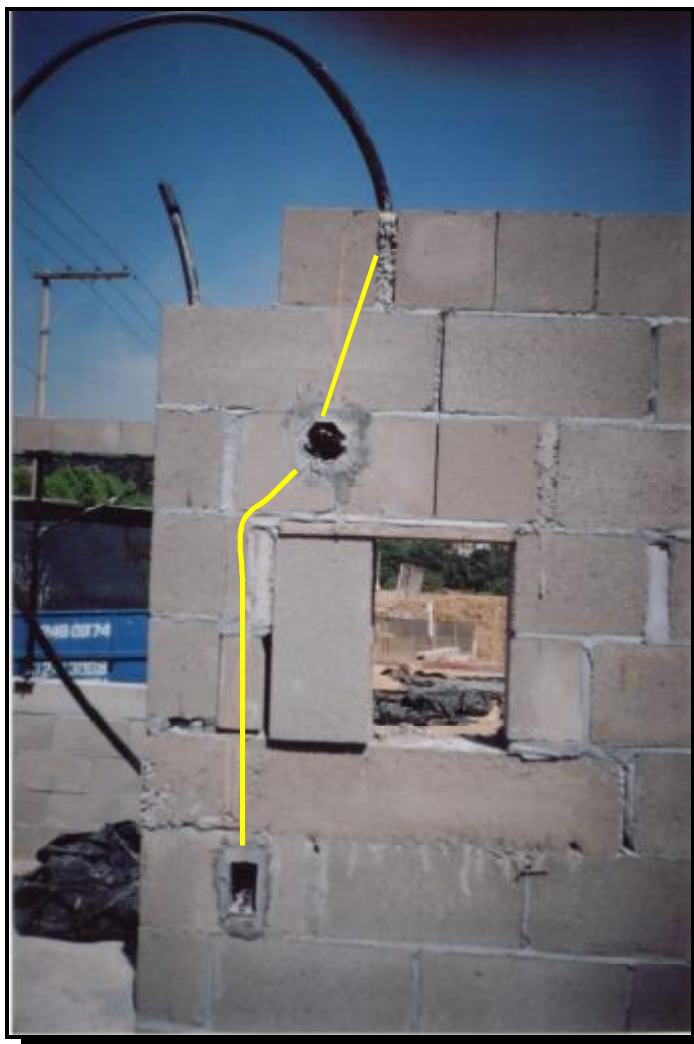


FIGURA 4.19 – Passagem de eletroduto em desacordo com a modulação.

4.3 Instalações hidrossanitárias e afins

Neste item são analisadas as instalações de água fria, água quente, esgoto, águas pluviais e instalações de gás central.

A execução das instalações hidrossanitárias requer muito cuidado, pois a necessidade de correções após a obra concluída geralmente implica no rompimento de revestimento e alvenaria,

gerando muitos custos, além dos problemas que as infiltrações podem causar ao restante da obra.

A alvenaria estrutural permite que quase toda a tubulação seja instalada livremente. Desta forma, pequenas movimentações da obra não causam rompimento de instalações.

A presença permanente de instalador foi observada em 8 obras (40%). Nas demais obras o instalador trabalhava apenas durante as concretagens de lajes e/ou após o levantamento das alvenarias, executando a instalação. Em uma obra, o trabalho do instalador estava previsto para iniciar após a conclusão das alvenarias de todos os pavimentos. As obras com grandes áreas construídas foram as que apresentaram melhor execução destas instalações devido ao processo padronizado, onde qualquer conflito que surgisse fosse corrigido no princípio, na presença permanente do instalador.

4.3.1 Blocos especiais

Em 4 obras (20%) foram utilizados blocos com ranhuras, os quais têm face enfraquecida, removida com facilidade, para execução posterior das instalações hidrossanitárias.

Em uma obra, observou-se o uso de blocos com corte lateral em toda sua extensão, desenvolvido para execução de canalização horizontal, os quais não são recomendados, pois causam perda de seção resistente e, conforme ensaios realizados no Laboratório de Materiais de Construção Civil - LMCC - da UFSM, provocam acentuada diminuição da capacidade resistente da alvenaria. Nesta

obra não foi aplicado o questionário por não se encontrar nenhuma pessoa habilitada para respondê-lo no momento da visita.

Na Figura 4.20 (a) observa-se que a parede externa possui toda a quarta fiada executada com blocos que possuem vazado horizontal na parede lateral para passagem de tubulação hidráulica. Esta parede tem sua resistência à compressão comprometida, não sendo recomendada esta prática para este sistema construtivo.

Na Figura 4.20 (b) observa-se o bloco nas três vistas, onde é visível a grande seção resistente interrompida pelo vazado.

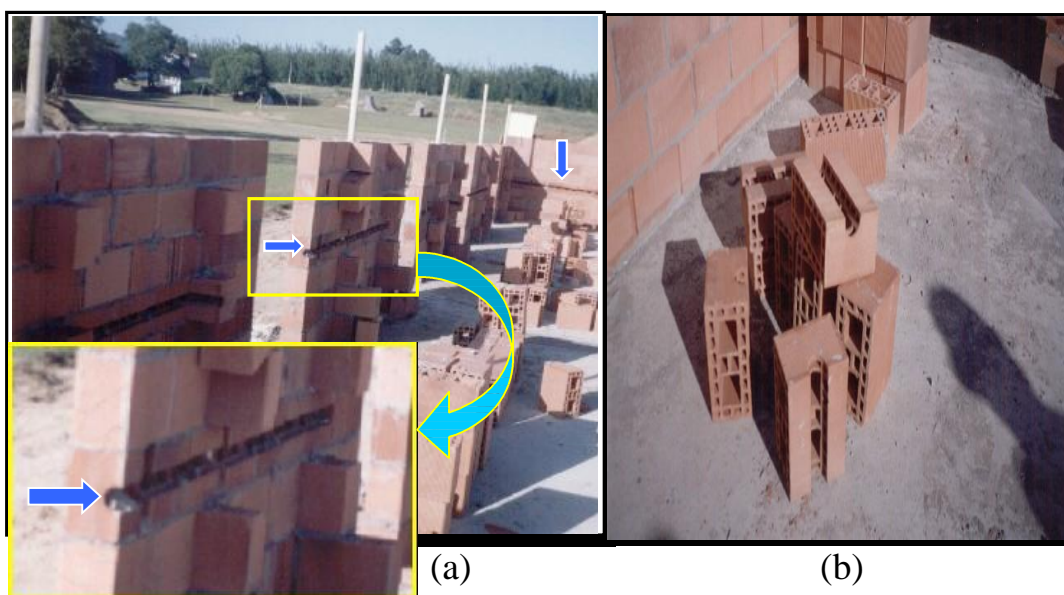


FIGURA 4.20 – Blocos com vazado horizontal: (a) paredes executadas com os blocos; (b) vistas dos blocos.

Pozzobon (2003) apresentou alguns resultados de ensaios realizados com estes blocos, chegando a conclusão que ocorrem perdas de resistência estrutural na ordem de 50%. Os ensaios estão detalhados nas Figuras 4.21 e 4.22.

Nas Figuras 4.21 e 4.22, percebe-se que a ruptura do bloco ocorre junto ao vazado horizontal.



FIGURA 4.21 – Ensaio de resistência à compressão axial de bloco cerâmico especial, com vazado horizontal para a passagem de tubulações.

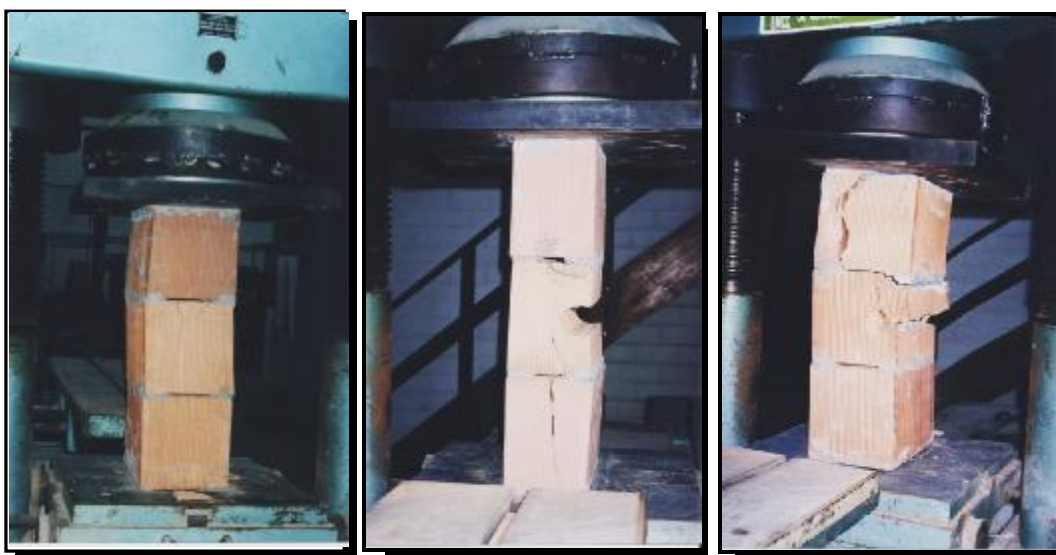


FIGURA 4.22 – Ensaio de prismas de três blocos superpostos - junta longitudinal de assentamento, situação de obra.

O uso destes blocos não condiz com os princípios da alvenaria estrutural. Esta prática não deve ser utilizada em nenhuma hipótese, devendo ser severamente vetada para não comprometer o sistema construtivo em alvenaria estrutural. As tubulações devem ser instaladas através de outras técnicas abordadas neste trabalho.

Em duas obras foram utilizados blocos com 9cm de espessura no “caminhamento” das tubulações.

Na Figura 4.23 pode-se observar que todos os blocos, por onde passa a tubulação de água fria para alimentação da caixa de descarga acoplada e do lavatório, possuem 9cm de espessura, enquanto os demais blocos possuem 14cm. As tubulações para esgoto passarão através da laje, como se pode observar na espera para o vaso sanitário.

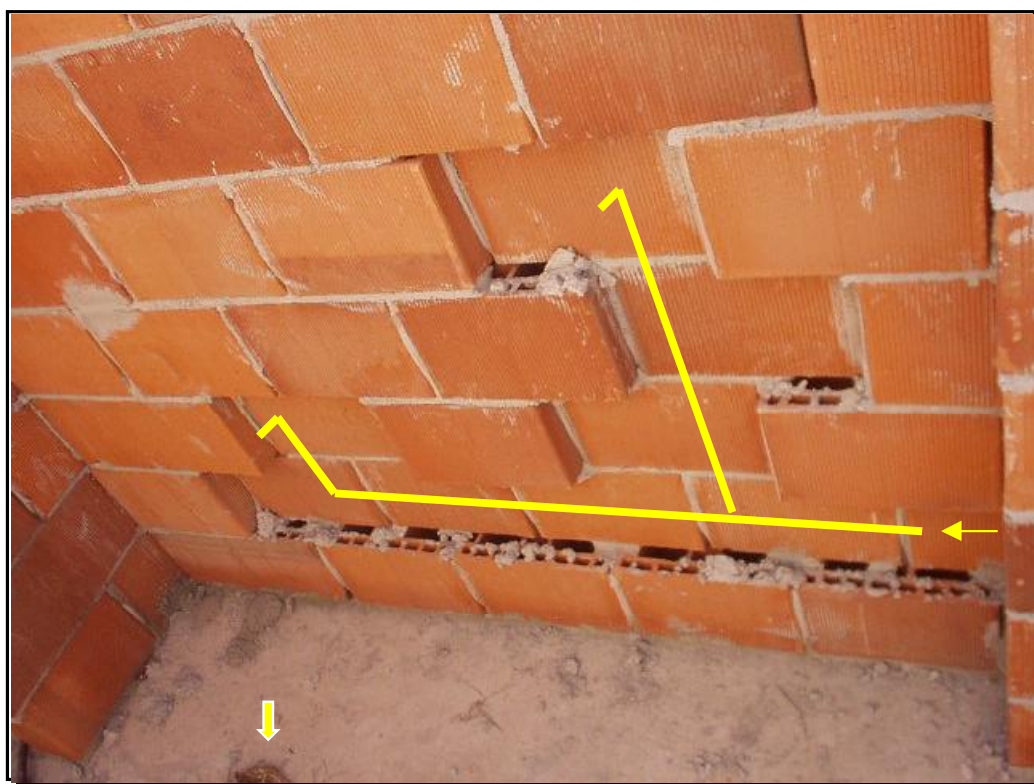


FIGURA 4.23 – Blocos cerâmicos com 9cm de espessura para instalações hidrossanitárias.

As alvenarias executadas com assentamento de blocos com espessuras diferentes requerem alguns cuidados devido à interrupção na transmissão das cargas. Preferencialmente, devem ser consideradas paredes hidráulicas sem carregamento. Esta técnica não foi considerada na obra da Figura 4.23, pois a parede é estrutural, apesar de ser visível a interrupção na transmissão do carregamento através das paredes externas dos blocos, devido ao seu desalinhamento vertical.

A parede da Figura 4.24 não foi considerada hidráulica, devido aos pequenos espaços verticais deixados com blocos de 9cm e, também, à carga menor aplicada nesta parede, comparada às demais. Porém, nesta mesma obra se tem uma parede de divisa entre lavanderias considerada como hidráulica.



FIGURA 4.24 – Blocos de concreto com 9cm de espessura para instalações hidrossanitárias.

Em 4 obras foi observada a utilização de blocos especiais para execução das instalações hidrossanitárias verticais, sendo este mesmo bloco utilizado para instalação de caixas para pontos das instalações elétricas e telefônicas. Os blocos utilizados possuem ranhuras verticais para enfraquecimento de uma parede lateral de um sépto, a qual é facilmente retirada com uma pancada de pequena intensidade, após a alvenaria estar executada e curada, resultando em um bloco conforme a Figura 4.25 (b).

A Figura 4.25 (a) ilustra uma parede onde foram retirados as paredes dos séptos dos blocos e estão instaladas as tubulações. Esta técnica requer atenção no momento do assentamento dos blocos especiais de forma que fiquem alinhados verticalmente.



(a)



(b)

FIGURA 4.25 – Blocos especiais para execução de instalações hidrossanitárias verticais.

Todas as construtoras que adotaram esta técnica construtiva consideraram estas paredes como estruturais, porém, recomenda-se que sejam consideradas hidráulicas.

4.3.2 Paredes hidráulicas

Conforme já mencionado na fase de projetos, o uso de paredes hidráulicas requer alguns cuidados especiais, para não prejudicar o processo construtivo e não atrasar a execução da obra. Em apenas uma obra visitada foram previstas paredes hidráulicas. Todos os demais projetistas optaram por instalações que não necessitassem de uma parede não estrutural (hidráulica).

Na única obra em que se optou pela utilização de parede hidráulica entre lavanderias, foram utilizados blocos de 9cm de largura no “caminhamento” das tubulações e blocos de vedação com 14cm de largura para sua elevação. A amarração com as demais paredes foi executada com tela metálica e sua amarração com a laje, através de argamassa expansiva.

Recomenda-se o uso de *shafts* para instalação das prumadas e apenas a utilização de alguns vazados dos blocos para instalações das descidas até os pontos, dentro das peças. As paredes que possuem tubulação sob pressão no interior dos vazados não podem ser consideradas estruturais, de acordo com a NBR 1228/89, podendo ser consideradas seccionadas nestes pontos para fins do cálculo estrutural.

4.3.3 Prumadas

A forma mais utilizada, nas obras pesquisadas, para instalação das prumadas de alimentação dos pavimentos foi o *shaft*. A distribuição das tubulações verticais para alimentação de água, numa mesma peça da obra, era instalada junto ao *shaft*, no interior dos blocos, após sua distribuição horizontal, ou, ainda, externas à alvenaria.

Na Figura 4.26 (a) vê-se um *shaft* com as tubulações verticais livres e com abertura para inspeção, sendo esta a técnica recomendada para sua execução. Na Figura 4.26 (b) vê-se um *shaft* onde as tubulações estão aderidas a argamassa de fechamento junto à laje e não há abertura para inspeção, sendo este um *shaft* que não utiliza toda a sua potencialidade de qualidade. A opção pelo fechamento total do *shaft* se deu por ser uma solução de menor custo, prevalecendo o fator econômico em detrimento da qualidade, principalmente com relação a eventual manutenção futura.

A Figura 4.27 mostra um *shaft* com as alvenarias e o revestimento executados. As instalações ficam livres dentro do *shaft* e, também, sobre o forro falso, ainda não executado. Ao lado do *shaft* observa-se o fechamento em chapa de fibra, especial para box de chuveiro. Este fechamento permite acesso ao *shaft* para que sejam executadas vistorias e eventuais consertos nas instalações, através da “janela” para inspeção localizada no alto ou retirando-se o mesmo, o qual é fixado através de parafusos. A “janela” para inspeção com pequenas dimensões, fixada ao fechamento em acrílico, localiza-se

próxima ao registro do ramal de alimentação de água para o banheiro, e, da tomada para o chuveiro, após concluída a instalação, conforme indicado na Figura 4.27.



FIGURA 4.26 – *Shafts* para instalações hidrossanitárias em alvenaria estrutural.

Quando a tubulação hidrossanitária é instalada no interior dos blocos especiais, com suas faces cortadas, ou em colunas ocupando um vão da alvenaria, devemos proteger a tubulação para evitar que haja aderência à argamassa de vedação, fixando a tubulação à parede. Com este cuidado a tubulação não será afetada por pequenos

movimentos oriundos de recalques, vibrações ou movimentação da parede, evitando trincas e mesmo ruptura da tubulação.



FIGURA 4.27 – Execução de um *shaft* para instalações hidrossanitárias.

Na Figura 4.28 observa-se a distribuição das tubulações hidrossanitárias horizontais sob a laje, as quais serão ocultadas por

forro rebaixado. Nesta parede do banheiro foram deixadas duas colunas verticais para instalação das tubulações das prumadas, uma junto ao box e outra junto à saída do vaso sanitário. Conforme está indicado na figura, o ramal de ventilação não foi conectado à coluna de ventilação acima, na borda do vaso sanitário, conforme prevê a NBR 8160/99.



FIGURA 4.28 – Colunas para instalações hidrossanitárias em vãos das alvenarias.

Em algumas obras com apenas dois pavimentos observou-se a falta de cuidados para proteger a tubulação com diâmetro maior que 75 mm, a qual é instalada em vãos de seccionamento, projetados na modulação da alvenaria. Estas tubulações não são protegidas para evitar que fiquem aderidas à argamassa ou graute de fechamento do vão, conforme Figura 4.29. Também não foi utilizada tela de estuque,

junto a estes vãos, em outras unidades em fase de conclusão, a fim de evitar o possível fissuramento do revestimento.



FIGURA 4.29 – Tubulação no interior da parede, aderida ao graute devido à falta de proteção.

Em uma obra onde os tubos de queda foram instalados no interior da alvenaria, optou-se pela instalação de vaso sanitário com

saída horizontal, o qual conecta-se diretamente ao tubo, de acordo com a Figura 4.30. No chuveiro foi instalado piso-box com ligação horizontal direta ao tubo de queda, no interior da alvenaria. No lavatório foi adotado a mesma técnica. A desvantagem desta instalação é a ausência de ralo no banheiro, para prevenção em caso de vazamentos e também para limpeza. Porém, não há necessidade de instalação de forro rebaixado no pavimento inferior.



FIGURA 4.30 – Vaso sanitário com saída horizontal.

Outra técnica utilizada em uma obra visitada, foi a instalação executada externamente ao prédio, fixada nas paredes dos poços de iluminação e ventilação. Este método é de fácil execução e não ocupa área útil da obra, porém a tubulação exposta tem menor durabilidade e

está desprotegida. Também não é esteticamente recomendado e sua manutenção é prejudicada pelo difícil acesso, havendo riscos e exigindo equipamento de segurança para realização dos serviços.

Na Figura 4.31 nota-se as esperas dos tubos para posterior execução das colunas verticais a serem instaladas nas alvenarias do poço de iluminação e ventilação.

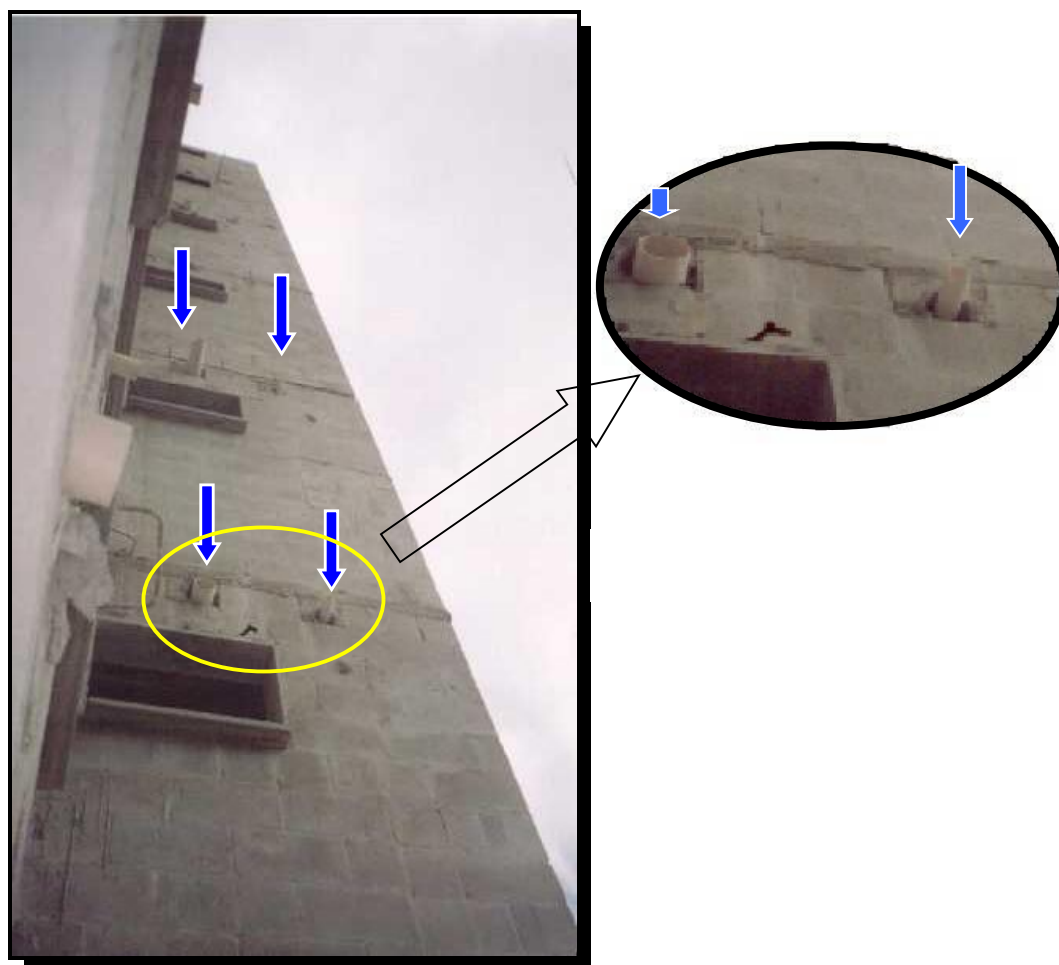


FIGURA 4.31 – Esperas para instalações hidrossanitárias externas, fixadas na alvenaria.

4.3.4 Passagem das tubulações horizontais

Nas obras visitadas onde foram construídos conjuntos de unidades residenciais, conjugadas ou não, com 2 pavimentos, foram adotados vários métodos para instalação das tubulações.

Em 2 obras (10%) onde foram construídas mais de 140 residências com dois pavimentos de alvenaria, com blocos de concreto e com fundações do tipo radier, a distribuição horizontal das tubulações, para posterior ligação às colunas verticais, foi realizada anteriormente ao concreto do radier, sendo adotado um sistema de demarcação dos vazados dos blocos através de um gabarito metálico, com medidas equivalentes à modulação, para que não houvesse erros de locação. Junto ao concreto foram deixadas esperas com mangas de bitola superior a da tubulação de água e, posteriormente, foi instalada a tubulação livremente, não fixada à pavimentação.

Nas obras onde foi executado radier, conforme Figuras 4.32 e 4.33, as tubulações para alimentação de água passavam pelo interior de tubulações de maior diâmetro deixadas no radier. As tubulações elétricas e hidrossanitárias foram locadas com utilização do gabarito metálico, o qual possui forma semelhante a uma planta baixa de fiada, tendo duas barras metálicas longitudinais, representando as paredes laterais dos blocos e barras transversais, soldadas às longitudinais, representando os septos transversais dos blocos. Sua escala é real, conforme pode ser observado na Figura 4.33 e, uma vez disposto no local onde será executada a alvenaria, ficam identificados os vazados, permitindo a instalação das tubulações adequadas à modulação.



FIGURA 4.32 – Esperas para instalações hidrossanitárias executadas anteriormente ao radier.



FIGURA 4.33 – Gabarito metálico de modulação e esperas para instalações.

Mesmo utilizando-se o gabarito ocorreram erros na locação das tubulações para as instalações. Estes erros tiveram origem, principalmente, na falta de qualidade da mão-de-obra na execução, conforme pode ser constatado na Figura 4.34.

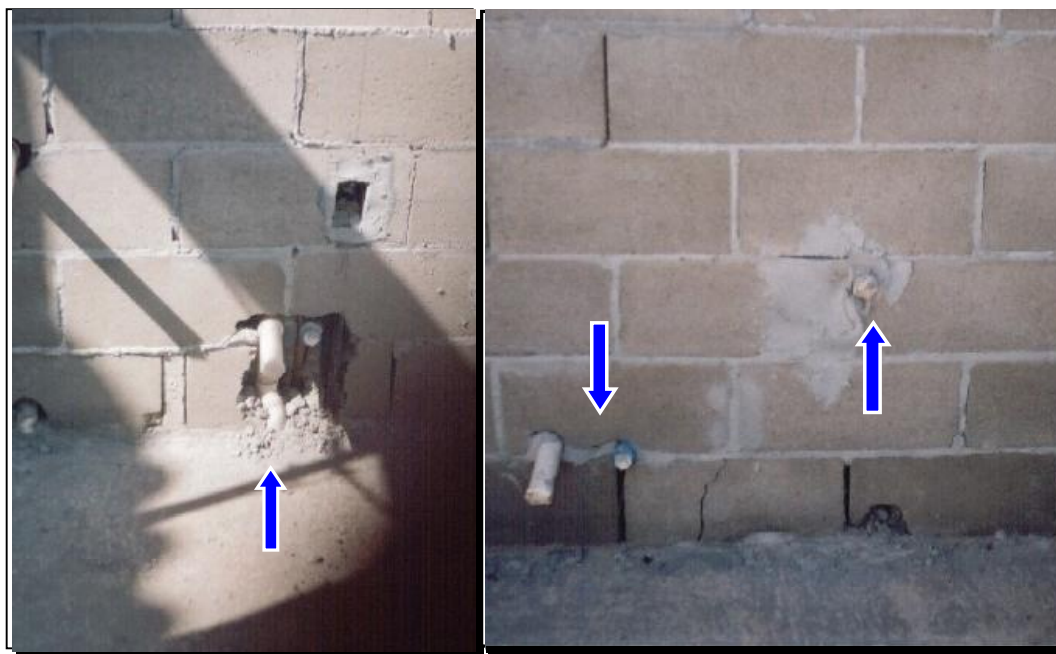


FIGURA 4.34 – Esperas para instalações hidrossanitárias localizadas em desacordo com a modulação.

As técnicas utilizadas, em outras 3 obras (15%), na construção de mais de 140 residências de dois pavimentos, foram as tubulações instaladas sobre forro rebaixado, tubulações instaladas livres sobre a laje de cobertura ou tubulações instaladas sob o contrapiso.

Optou-se pela instalação da tubulação hidrossanitária executada externamente à alvenaria em três obras (15%) executadas com blocos

de concreto. A tubulação era fixada na alvenaria após o assentamento do revestimento cerâmico.

Na Figura 4.35 vê-se as esperas para as instalações. As construtoras que optaram por esta técnica utilizam vasos sanitários com caixa acoplada. A tubulação do chuveiro necessitava ficar embutida na alvenaria devido ao registro, sendo instalada na alvenaria de vedação do *shaft*.



FIGURA 4.35 – Instalações hidrossanitárias executadas externamente às alvenarias.

Na obra da Figura 4.36 pode-se ver que toda a instalação de água quente e fria, dentro dos compartimentos, foi executada com Sistema PEX externamente. Pode-se observar, igualmente, as esperas para água da pia da cozinha e sua instalação juntamente com a

tubulação do esgoto, junto à laje. Nesta obra se utilizou tanque de PVC com coluna e espera para fixação da torneira, não necessitando que a mesma ficasse embutida na alvenaria e, também, possuísse espera para esgoto da máquina de lavar roupas, conforme se vê na Figura 4.37.

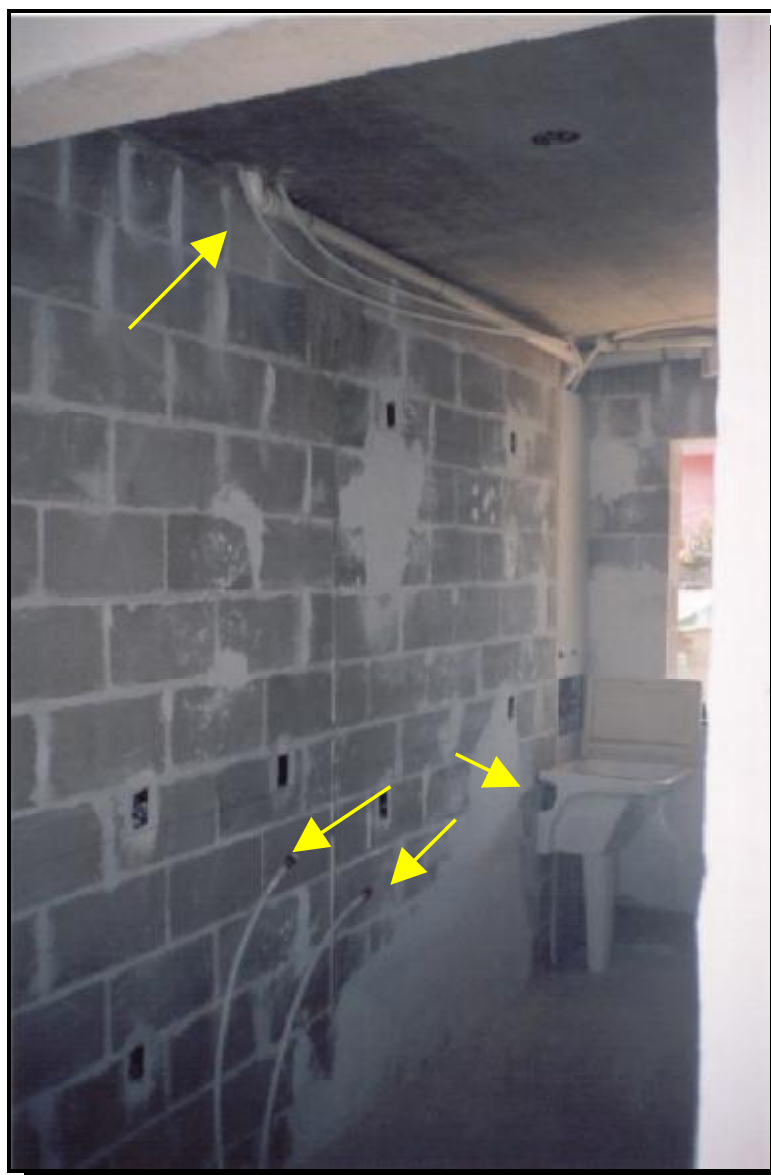


FIGURA 4.36 – Instalações hidrossanitárias executadas com PVC e PEX externamente.

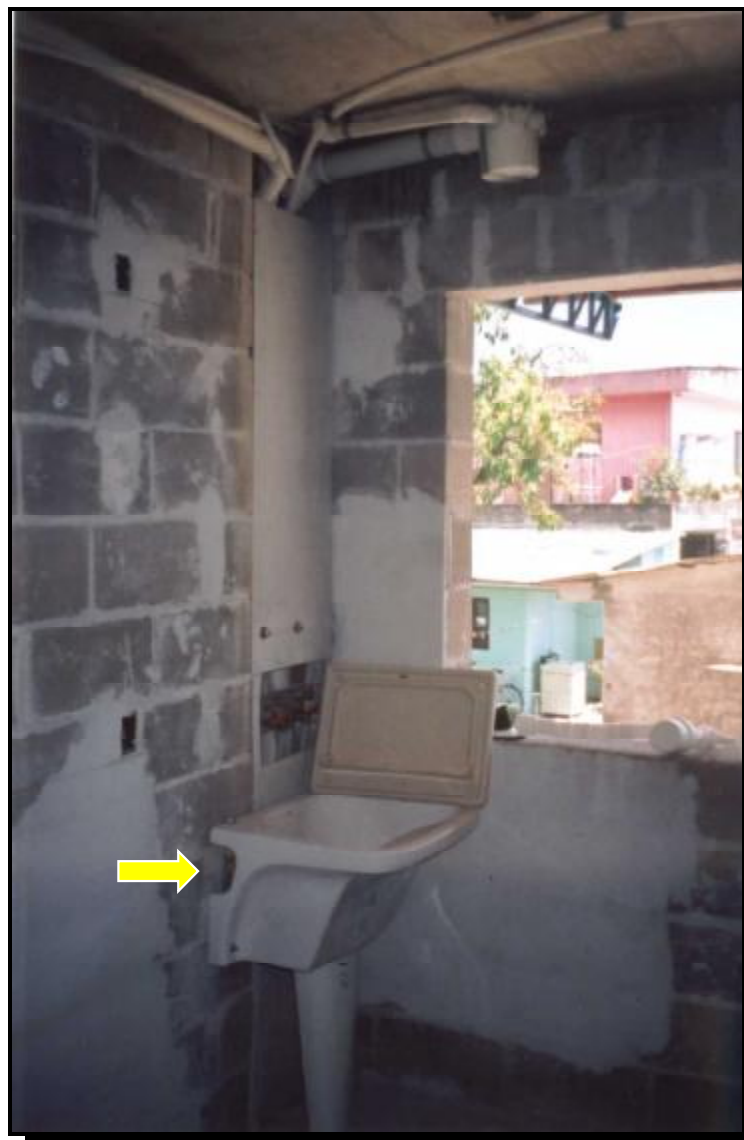


FIGURA 4.37 – Instalações hidrossanitárias executadas com PVC e PEX externamente.

Nas Figuras 4.38 (b) e (c), pode-se observar a existência de esperas para passagem de tubulações para o interior do *shaft*, junto ao piso. As mesmas serão utilizadas para passagem da tubulação hidrossanitária, inclusive esgoto, que serão fixadas sobre a alvenaria revestida, ficando aparentes. As Figuras 4.38 (a) e (b) correspondem

ao mesmo *shaft*, localizado na área de serviço, com previsão para inspeção localizada junto ao piso e espera para tubulação de gás, em coluna separada, junto à parede externa, a qual será grauteada.

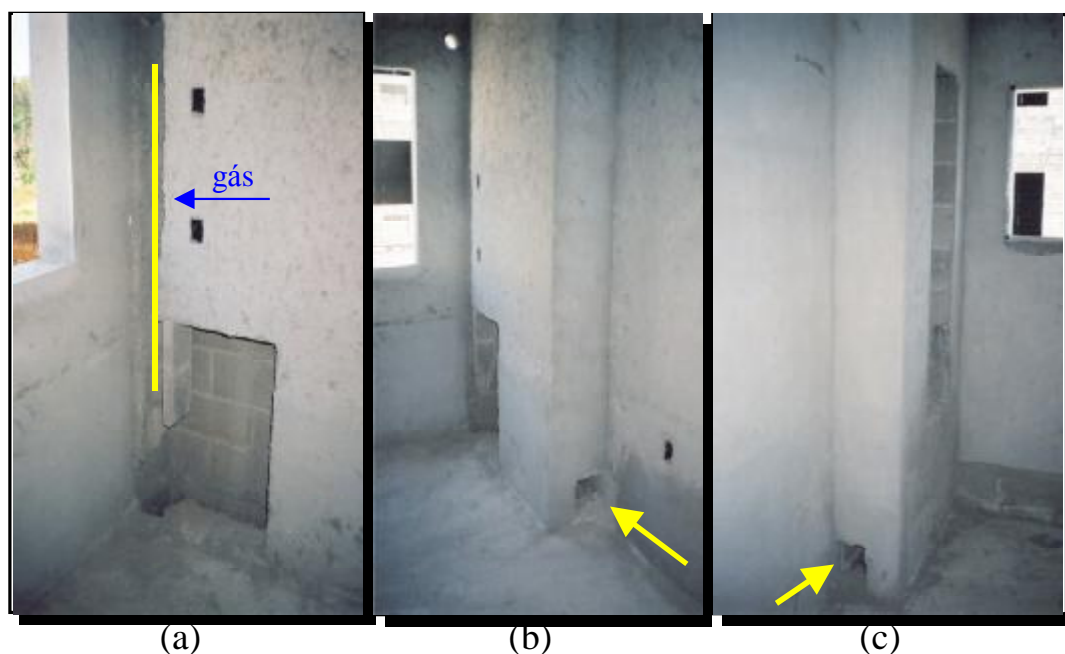


FIGURA 4.38 – *Shafts* para instalações hidrossanitárias a serem instaladas externas à alvenaria.

Esta técnica é excelente pelo fato de não possuir tubulação descendo através da laje e deslocando-se até o *shaft* entre a laje e o forro rebaixado do imóvel localizado abaixo. Desta forma não há interferência entre os imóveis, principalmente em relação a eventuais vazamentos de água ou esgoto de um imóvel atingir o imóvel abaixo. Também não há necessidade de forro rebaixado. A desvantagem verificada nestas obras é a falta de ralo na área de serviço e, também, no banheiro, os quais devem ser instalados, prevendo-se eventuais

vazamentos. Estes ralos podem ser instalados juntos ao *shaft*, ficando embutidos na laje.

Tubulações hidrossanitárias instaladas horizontalmente no interior de alvenarias resistentes é uma técnica não recomendada neste sistema. Esta prática implicará no rompimento de alvenarias resistentes, quando necessária alguma intervenção nas instalações, não sendo esta prática permitida neste sistema. São cortados blocos na obra, conforme a Figura 4.39, para possibilitar a instalação de tubulações horizontais. Neste caso é necessário que estas alvenarias sejam consideradas hidráulicas, apenas com função de vedação. Outra técnica de instalação de tubulações horizontais no interior de alvenarias hidráulicas é grauteando uma fiada, formada com blocos canaletas, contendo a tubulação no seu interior.



FIGURA 4.39 – Instalações hidrossanitárias horizontais no interior da alvenaria.

O corte de blocos, assentados na alvenaria, para executar instalações demonstra falta de conhecimento deste sistema construtivo, bem como a falta de projetos e planejamento da obra. Esta prática pode ser observada em algumas situações como ilustrado na Figura 4.40. Devido a não instalação da alimentação de água fria e de canalização para esgoto da pia da cozinha executadas adequadamente durante a elevação das alvenarias. Foram executadas as instalações apresentadas na Figura 4.40 em mais de uma cozinha, no mesmo prédio.



FIGURA 4.40 – Corte indevido de parede para passagem de tubulações hidrossanitárias esquecidas.

4.3.5 Forros rebaixados

Em 16 obras visitadas (80%) foi executado forro rebaixado. Na maioria das obras é executado com gesso, na cozinha e na área de serviço. Em 3 obras onde não foi utilizado forro rebaixado, haviam condomínios residenciais compostos por mais de 150 residências com 2 pavimentos, contendo toda a instalação hidrossanitária no pavimento térreo, desta forma não havia necessidade de forro rebaixado.

Em uma obra foi previsto forro de PVC, apenas nos banheiros, sendo alterado, posteriormente, para gesso, com o objetivo de manter o acabamento semelhante ao revestimento de argamassa, segundo o construtor. Na cozinha e na área de serviço foram instalados tubos de queda de PVC, com diâmetro de 75mm, junto às respectivas saídas, através dos vazados dos blocos.

No momento da execução da laje devem ser previstas as passagens das tubulações para o pavimento inferior. São deixadas esperas para a saída do vaso sanitário, do lavatório, caixa sifonada e para o *shaft*, conforme a Figura 4.41.

A instalação de tubulações horizontais sob a laje, conforme apresenta a Figura 4.42, foi o método mais utilizado nas obras visitadas, totalizando 16 obras (80%). Esta prática é bastante utilizada pela facilidade de execução, de vistoria e de manutenção e também por permitir que a tubulação horizontal seja instalada livremente, ficando apenas alguns pontos fixados à laje até ser realizada sua descida para os ramais a serem alimentados ou até as colunas de ventilação e tubos de queda.



FIGURA 4.41 – Esperas para passagem de tubulações hidrossanitárias deixadas na laje.



FIGURA 4.42 – Instalações hidrossanitárias horizontais sob a laje, aguardando forro falso para fechamento.

Em alguns casos foram projetadas sancas horizontais, que são enchimentos junto ao teto para passagem de tubulação horizontal. Este sistema foi observado principalmente nas tubulações da cozinha para o *shaft* localizado na área de serviço, podendo este ser executado com gesso, de forma retangular, aparentando uma viga falsa. Na Figura 4.43 percebe-se que todos os revestimentos já estão executados, faltando, apenas, a sanca de gesso junto ao teto da cozinha e o forro falso na área de serviço.



FIGURA 4.43 – Tubulação da cozinha a ser ocultada por sanca de gesso.

Uma construtora visitada pretende estudar a viabilidade de utilizar forro rebaixado em todos os compartimentos da próxima obra a ser executada. Desta forma, todas as instalações elétricas,

hidrossanitárias e afins, poderão ser instaladas entre a laje e o forro rebaixado. Segundo o entrevistado, engenheiro e sócio da construtora, as instalações poderão ser executadas com mais liberdade e terão mais facilidade em receber manutenção, quando necessário.

4.3.6 Água pluvial

Na maioria das obras visitadas as tubulações de águas pluviais dos telhados podiam ser facilmente deslocadas sobre a laje da cobertura, até onde estão os *shafts*. As águas pluviais provenientes dos telhados tiveram suas prumadas de descida instaladas em *shaft* próprio em uma obra (5%); nos *shafts* dos banheiros ou da área de serviço em 10 obras (50%); e externamente, no poço de luz, em 1 obra (5%). As demais obras não possuíam tubulação pluvial.

A instalação de ralos nas sacadas foi observada em 6 obras (30%). Foram utilizadas 4 soluções diferentes para descida das águas pluviais provenientes dos ralos das sacadas:

- Coluna na parede de divisa entre sacadas, seccionando a parede;
- Coluna instalada no shaft do banheiro, localizado ao lado da sacada;
- Sanca executada junto a um canto da sacada, construída estrategicamente para esta finalidade, demonstrando a integração com o projeto arquitetônico;
- Tubo de PVC instalado no interior dos blocos, através dos vazados.

A instalação de uma coluna de águas pluviais para atender duas sacadas está demonstrada na Figura 4.44. Vê-se a simplicidade desta instalação bem projetada e bem executada.



FIGURA 4.44 – Ralos ligados à coluna pluvial localizada na alvenaria de divisa entre duas sacadas.

4.3.7 Gás central

Não é permitido o uso de tubulação sob pressão no interior das alvenarias estruturais, conforme já mencionado. A parede por onde passam as tubulações de gás deve ser considerada vazada junto à tubulação, sendo seccionada em duas paredes menores para fins de cálculo estrutural. Os vãos por onde passam as tubulações de gás no interior da alvenaria são preenchidos com argamassa ou graute,

evitando-se o acúmulo de gás no interior da alvenaria em caso de vazamento. A instalação das tubulações horizontais, em cada unidade, foi executada junto ao piso, chumbada na laje ou no contrapiso, não devendo ser instalada sobre forro falso para evitar a possibilidade de vazamentos com conseqüente formação de “bomba”.

Na Figura 4.45 pode-se observar que a tubulação condutora de gás está envolta por fita adesiva a qual evita a aderência da argamassa na tubulação, permitindo movimentação da alvenaria sem romper a tubulação.



FIGURA 4.45 – Tubulação de gás através dos vazados de blocos.

4.4 Instalação de pré-moldados

A instalação de peças pré-moldadas requer cuidados especiais. A principal peça pré-moldada empregada nas obras visitadas foi a laje maciça que requer projeto das instalações elétricas no momento de sua concretagem, de forma que a posição dos eletrodutos fique definida de acordo com o projeto elétrico.

No momento da instalação das lajes ocorreram pontos de desacordo entre o eletroduto de espera deixado na laje e o eletroduto instalado na alvenaria ou entre duas dentadas de lajes distintas. Estes conflitos ocorrem devido a erros nas medidas do projeto de execução da laje ou erro na locação do eletroduto na alvenaria.

Nos casos de ocorrências destas falhas no uso de lajes pré-moldadas maciças, em geral, o erro equivale a medida de até meio bloco padrão utilizado na obra, conforme pode-se observar na Figura 4.46. Fica evidente que estes erros ocorrem devido ao eletroduto ser instalado no vazado ao lado daquele previsto no projeto ou, por não ser considerada a medida equivalente ao apoio da laje sobre a alvenaria no momento de localizar a “dentada” para concretagem da laje pré-moldada.

As “dentadas” possuem medidas em torno de 10cm e formas retangulares ou arredondadas. Caso sejam aumentadas suas medidas, para facilitar os encaixes, a laje sofrerá enfraquecimento. A conexão entre eletrodutos é realizada com utilização de um pedaço de eletroduto com bitola maior, conforme Figura 4.47.



FIGURA 4.46 – Lajes maciças pré-moldadas com “dentadas” erradas.



FIGURA 4.47 – Conexão entre eletrodutos da laje pré-moldada e esperas instaladas na alvenaria.

O uso de laje pré-moldada maciça requer que o cintamento superior seja grauteado anteriormente ao assentamento das lajes. Devido às dificuldades em alterar a posição do eletroduto já “chumbado” no graute, optou-se, para solucionar este conflito em quebrar a laje até possibilitar a conexão. Sendo esta a mesma solução para conexão entre eletrodutos instalados incorretamente em lajes.

Os demais pré-moldados encontrados em obra foram pouco significativos no sentido de causar interferência nas instalações.

Capítulo 5

5. CONFLITOS E SOLUÇÕES

5.1 Conflitos

Entende-se que existe algum conflito toda vez que a execução de um projeto impede ou prejudica a execução de outro projeto, da forma como foram elaborados inicialmente. No início deste trabalho imaginava-se que os principais conflitos enfrentados na alvenaria estrutural surgiam entre as instalações. Entretanto, percebe-se, ao final deste trabalho, que estes conflitos são encontrados em maior número entre as instalações (elétricas, hidrossanitárias e afins) e a estrutura (alvenaria, graute e concreto armado), podendo compreender a estabilidade estrutural da obra.

Observa-se que a concepção e execução de projetos ocorrem com deficiências e também em desacordo com normas, principalmente no que se refere às instalações, resultando em obras com maiores probabilidades de apresentarem patologias.

A integração entre os projetos já foi abordada anteriormente, neste trabalho. Neste item são analisados os principais conflitos observados durante a execução das obras e, posteriormente, serão indicadas algumas soluções.

Os conflitos que ocorrem durante a execução das obras são mais diversos do que se pode imaginar.

Pode-se perceber que ocorreram todos os tipos de erros, sendo estes na elaboração dos projetos, falta de integração bem definida, ou, por falhas do pessoal durante a execução da obra. Seguem alguns relatos das ocorrências observadas nas obras visitadas:

- a) esquecimento de passagem de eletrodutos através de vergas e contravergas, em portas e janelas;
- b) o eletricista trabalhou durante o andamento da obra, nas instalações elétricas, sem ter recebido o projeto das instalações de iluminação de emergência, não sendo, portanto, instalados os pontos correspondentes;
- c) o uso de laje pré-moldada maciça apresentou desencontros entre pontos (“dentadas”) deixados na laje e as esperas locadas nas paredes e nos pontos de ligação entre lajes;
- d) mesmo com o uso de gabarito metálico ocorreram erros na locação dos pontos elétricos e hidráulicos localizados no piso durante a concretagem de radier;
- e) o CD não foi previsto no projeto elétrico, sendo necessário cortar as paredes, posteriormente, para sua instalação;
- f) tubulações de instalações elétricas e hidrossanitárias passando por locais grauteados e em estrutura de concreto armado;
- g) alvenarias “rasgadas” para execução de instalações que foram esquecidas ou mal locadas;

- h) golas de 5cm executadas junto a portas externas dos apartamentos foram insuficientes para instalação das caixas para as campainhas;
- i) tubo de PVC instalado junto ao cintamento superior, sem isolamento e em ângulo diferente aos demais.

5.2 Soluções para evitar alguns conflitos

Neste item são apontadas algumas soluções para evitar os conflitos mais freqüentes nas obras visitadas. A melhor solução é elaborar projetos bem estudados e detalhados para evitar o surgimento dos conflitos, mas algumas alterações nos processos e técnicas construtivas podem contribuir significativamente para melhorar o desempenho deste sistema construtivo.

5.2.1 Verga de porta com apoio de meio bloco

Para evitar o esquecimento da passagem do eletroduto pelas vergas das portas, para instalação dos interruptores e tomadas, sugere-se grautear a verga somente meio bloco além do vão da porta, deixando a segunda coluna de vazados dos blocos ao lado da porta, livre para instalar o eletroduto, conforme se vê na Figura 5.1.

Esta técnica permite o grauteamento normal da verga sobre a porta, sem necessidade de serem deixadas esperas para passagem do eletroduto posteriormente.

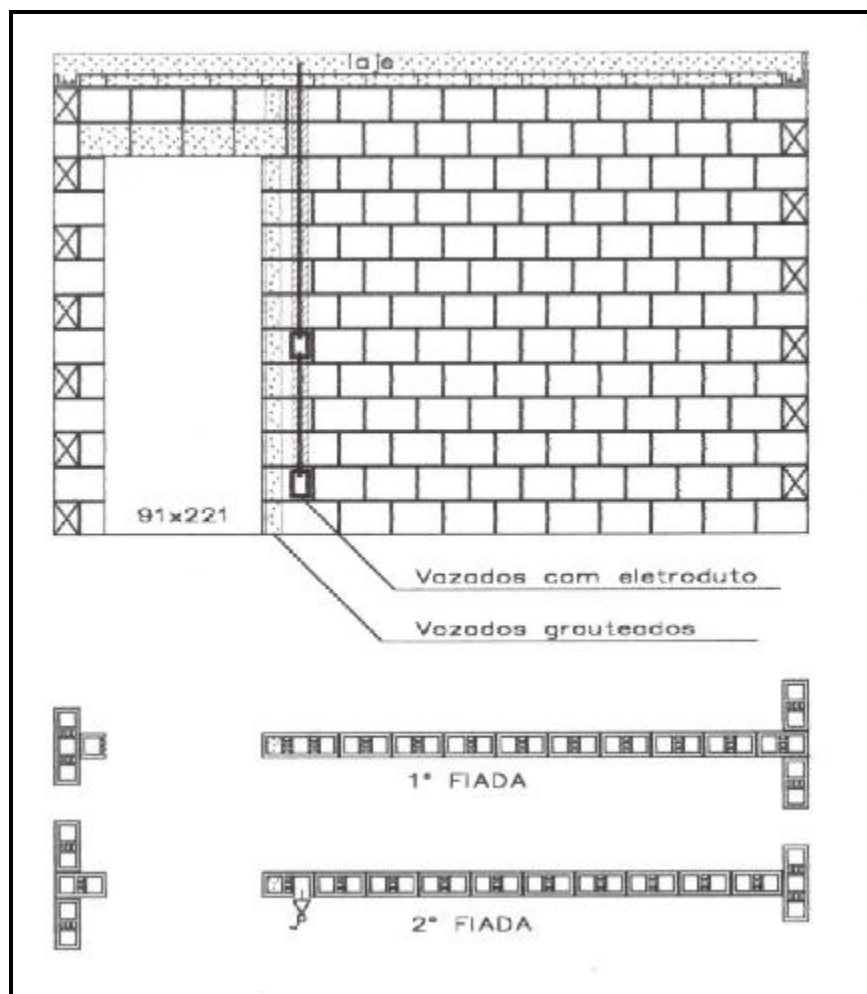


FIGURA 5.1 – Sugestão para instalação de eletrodutos ao lado de portas.

Na elaboração do projeto arquitetônico é importante modular a elevação das alvenarias de forma que a segunda fiada contenha o bloco padrão junto à porta, isto no caso de bloco cerâmico, pois é o único bloco que contém o vazado para instalação das caixas para interruptor e tomada. Desta forma os “blocos elétricos” são contemplados nas fiadas pares, podendo atender a instalação de tomada na 2ª fiada e de interruptor na 6ª fiada.

Considerando-se construções com pé-direito entre 2,60 e 3,00 metros, salienta-se que a verga da porta, localizada, em geral, na 12ª fiada, tem apenas função de fechar o vão da porta, tendo-se canaletas em fiada superior a esta, com armaduras e grauteadas de forma contínua (cinta), onde será apoiada a laje. Esta prática permite que a primeira coluna, ao lado da porta, possa ser grauteada, quando necessário, sem ocorrer conflito com a instalação elétrica. Lembra-se, ainda, não ser recomendado instalar eletroduto em coluna a ser grauteada pois os eletrodutos e as caixas instaladas podem interromper o graute.

A instalação dos interruptores na 2ª coluna de vazados pode ser padronizada em todas as obras.

5.2.2 Passagem de tubulação hidrossanitária junto à estrutura

Todas as instalações hidrossanitárias devem, preferencialmente, passar livremente pela estrutura da obra ou, ainda, evitá-la. Na Figura 5.2 a tubulação passa livremente através da cinta, por tubulação de diâmetro maior fixada durante a concretagem da cinta.

Na Figura 5.3 a tubulação hidrossanitária é distribuída horizontalmente logo abaixo da laje e desce para os pontos, a partir do bloco localizado abaixo da cinta, sendo instalada no interior da alvenaria. Desta forma, as tubulações não serão danificadas em caso de ocorrerem movimentações da obra. A tubulação deverá ser protegida com plástico, papelão ou material similar para não ficar aderida à argamassa de revestimento.



FIGURA 5.2 – Tubulação hidrossanitária passando livremente através da cinta.



FIGURA 5.3 – Tubulação hidrossanitária instalada abaixo da cinta.

Na Figura 5.4 observa-se que a tubulação está “chumbada” na estrutura, sem possibilidade de movimentação e, além deste detalhe, pode-se observar, também, que um tubo de PVC está direcionado para fora da alvenaria com direção diferente aos demais, fator que implicará em dificuldades para sua conexão com o restante da instalação, uma vez que as conexões são instaladas, em geral, com ângulos de 45° ou 90°.



FIGURA 5.4 – Tubo de PVC “chumbado” na cinta com direção em desacordo com os demais.

5.2.3 Instalações hidrossanitárias externas às alvenarias

A instalação hidrossanitária requer atenção para que as soluções adotadas atendam às normas referentes às instalações e à alvenaria

estrutural, além de satisfazer às necessidades da construção com custos competitivos. No decorrer deste trabalho, concluiu-se que as instalações hidrossanitárias dos banheiros foram as que apresentaram maiores variações de técnicas de execução e que poucas soluções atendiam às normas, sendo: execução de *shafts*, tubulações instaladas internamente em paredes não estruturais, ramais de ventilação instalados em desacordo com norma referente às instalações, paredes com instalações hidráulicas executadas parcialmente com blocos de 9cm de largura, consideradas estruturais, etc...

Sugere-se que as instalações hidrossanitárias, em geral, possuam prumadas instaladas em *shafts*; tubulações horizontais, entre forro rebaixado e laje, ou externas, no próprio compartimento e que seus ramais sejam externos às alvenarias portantes, de forma que se atendam às normas já mencionadas, além de permitir que os seus componentes sejam facilmente inspecionáveis. Desta forma não são necessárias paredes hidráulicas, as quais requerem cuidados especiais, já citados neste trabalho, atrasando o processo construtivo, além de sobrecarregarem as demais paredes. Porém, podem ser utilizadas, caso necessário, tubulações no interior de alvenarias.

Apresenta-se na Figura 5.5, a proposta de um “banheiro padrão”, onde são aplicadas técnicas encontradas nas obras visitadas, além de ser adicionado um ralo no piso do banheiro, o qual não é exigido pela NBR 8160 (Sistemas prediais de esgoto sanitário - Projeto e execução), porém consta em suas figuras apresentadas. Também é importante prever eventuais vazamentos nas instalações, embora suas ocorrências sejam de pequena probabilidade. Na

aplicação do questionário não foi quantificado o uso deste ralo mas, na maioria das obras visitadas, não foi prevista sua instalação, conforme se pode observar nas fotos das Figuras 4.26 (a), 4.27, 4.28 e 4.42, além de outras não inseridas neste trabalho. Nestas fotos percebe-se apenas a instalação de caixa sifonada localizada no box e a conexão de tubulação proveniente do lavatório a esta caixa, demonstrando que prevaleceu o fator econômico em detrimento à qualidade.

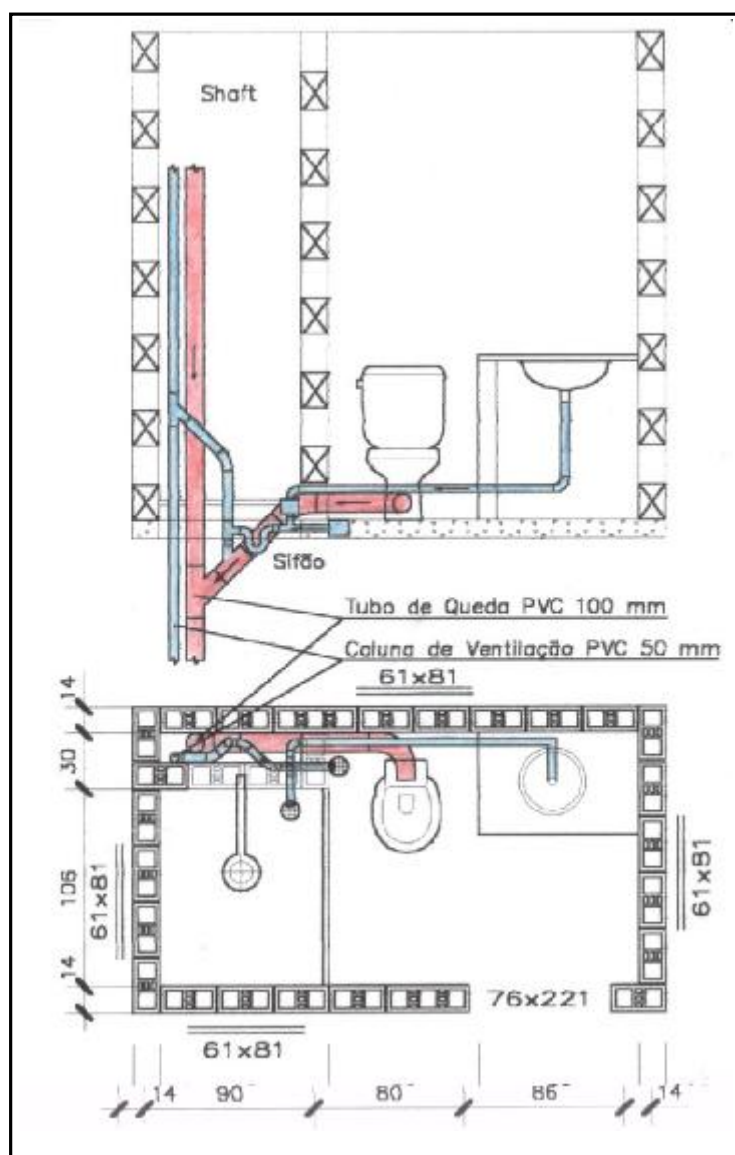


FIGURA 5.5 – Sugestão de “banheiro padrão”.

O banheiro sugerido possui *shaft* junto ao box do chuveiro, onde são instaladas as prumadas. O chuveiro possui piso-box elevado e ralo com saída horizontal. O vaso sanitário possui saída horizontal conforme modelo já apresentado neste trabalho. As cores, azul e vermelho têm como única finalidade auxiliar a distinguir a tubulação, não representando nenhuma convenção.

A tubulação de água não consta no desenho, devido a sua instalação ser mais simples, com prumadas e registros instalados no interior do *shaft* e ramais instalados junto ao piso. O vaso sanitário é instalado com caixa acoplada para facilitar a ligação ao ramal de água fria, porém, caso solicitada válvula de descarga, pode-se proceder a sua instalação no interior da alvenaria, considerando-se a alvenaria seccionada no local desta instalação.

A laje pode ser concretada deixando-se apenas um furo para instalação do *shaft* medindo 76x16cm e uma pequena reentrância com 6cm de profundidade, para instalação do ralo e sua ligação até o *shaft*. As tubulações de esgoto secundário provenientes dos ralos e do lavatório passam por um sifão com fecho hídrico de no mínimo 5cm, atendendo à NBR 8160/99 (Sistemas prediais de esgoto sanitário-Projeto e execução), instalado no interior do *shaft*, antes da conexão com o esgoto primário. Estes ralos podem conter cestas para limpeza, evitando o ingresso de elementos indesejáveis na instalação.

Esta solução não requer forro rebaixado no banheiro. As instalações ficam no interior do próprio banheiro, sem interferir no imóvel localizado abaixo. A forma de ocultar as instalações localizadas por trás do vaso sanitário ficam por conta da criatividade

de cada projetista, tendo-se observado projetos com balcões e acabamento com pedras recortadas, podendo ainda ser com cerâmica ou ficarem aparentes, uma vez que compreendem um pequeno trecho entre o balcão do lavatório e o *shaft*. O balcão do lavatório pode ter sua frente fechada com portas de venezianas.

O “banheiro padrão”, sugerido na Figura 5.5, possui possibilidade de instalação da janela em qualquer um de seus quatro lados, conforme demonstrado na referida figura, além da porta ser instalada em dois de seus lados, dando-lhe versatilidade para facilitar seu emprego em projetos.

5.2.4 Qualificação dos projetos

Os projetos devem ser elaborados observando as normas, podendo adotar algumas técnicas e procedimentos já abordados e recomendados neste trabalho. Destacamos aqui a necessidade de detalhamento dos projetos em todos os seus pontos, como por exemplo, no projeto da tubulação de esgoto do “banheiro padrão” pois a instalação, que é aparentemente simples, pode tornar-se complicada no momento da execução. Ao projetar a instalação de esgoto do banheiro padrão, percebeu-se que houve concentração de tubulação no interior do *shaft* e também as conexões ficavam, em sua maioria, abaixo da abertura na alvenaria para inspeção do *shaft*. Isto não implica em maiores dificuldades, apenas requer que o projeto e a execução sejam bem planejados e detalhados.

Conclui-se que as instalações hidrossanitárias requerem melhores projetos, tanto no sentido de atenderem às normas referentes a estas instalações como no sentido de não conflitarem com as normas referentes à alvenaria estrutural.

Os erros na execução das instalações hidrossanitárias ocorrem com menor intensidade do que nas instalações elétricas. As instalações elétricas apresentam menos erros de projetos, porém, muitos erros durante sua execução, principalmente devidos à falta de atenção e por utilizar pessoal menos qualificado, sendo em algumas etapas o próprio pedreiro.

5.2.5 Instaladores permanentes durante a execução

A elaboração de projetos integrados e detalhados não garante a qualidade da obra, porém é o princípio de um sistema racionalizado de construção, segundo o qual a execução torna-se um processo industrializado.

Neste sistema construtivo os operários que executam os serviços requerem treinamento. Também é necessária muita atenção durante sua execução. A presença permanente de eletricista no canteiro de obras pode ser a garantia da instalação correta de todos os pontos destinados à instalação elétrica, como blocos elétricos, caixas, esperas para passagem em vergas e contravergas e, ainda, instalação dos eletrodutos anteriormente à concretagem.

A instalação hidrossanitária pode ser executada após a elevação das alvenarias sem interferências, quando executadas externamente.

Caso sejam executadas tubulações no interior das alvenarias, devem ser previstos os locais a serem assentados blocos especiais ou onde a alvenaria deve ser seccionada, durante a elevação. Em qualquer um dos casos devem ser previstos os vazados na laje para passagem da tubulação junto aos *shafts* e outros pontos.

As obras visitadas que apresentaram projetos bem detalhados e presença permanente de eletricitista e instalador hidráulico, acompanhando os serviços de elevação das alvenarias e execução das lajes, bem como executando as instalações, foram as obras que apresentaram execuções mais qualificadas.

5.3 Projeto “como construído” - *as built*

Em todas as obras percebeu-se a grande importância que as construtoras conferem ao projeto “como construído”, para ser entregue aos proprietários dos imóveis. Em uma das obras visitadas, será entregue, além do projeto *as built*, também um CD contendo fotos de todas as etapas de execução da obra.

Estes projetos serão muito importantes para o futuro. Quando surgir a necessidade de qualquer obra, reforma, ampliação, manutenção ou simplesmente, alguma melhoria em algum ponto das instalações o proprietário poderá disponibilizar, ao responsável pela obra, todas as informações contidas no projeto *as built*. A NBR 8160 prevê a necessidade do projetista elaborar o projeto “como construído” e, também, assessorar o executor na elaboração dos manuais de uso, operação e manutenção.

Em obras onde as paredes são cortadas em todas as direções, para instalação das tubulações, não existe uma locação precisa destas. O sistema construtivo em alvenaria estrutural, através de seus projetos, permite que se tenha precisão na localização das instalações elétricas e hidrossanitárias instaladas nos vazados dos blocos. Ao executar algum furo na parede para fixação de buchas ou qualquer outra necessidade, os projetos deverão ser observados e garantindo, assim, a segurança necessária.

O profissional responsável pela execução de uma obra visitada foi sincero ao informar que algumas alterações não foram registradas nos projetos, e que os mesmos não seriam mais corrigidos para serem entregues aos proprietários.

Elaborar projetos *as built* dão destaque às empresas frente à concorrência, devido ao padrão de qualidade de seu trabalho. Hoje se tem consumidores exigentes com cada vez mais conhecimentos sobre as normas, legislação e técnicas construtivas. As construtoras que elaboram projetos executivos qualificados têm facilidade em fornecer projeto *as built* a seus clientes, uma vez que já estão prontos, caso não sofram alterações.

Capítulo 6

6. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

6.1 Conclusões

Os projetos devem atender às normas em vigor. Como mencionado durante o trabalho, em muitas obras, as normas não estão sendo atendidas nos projetos das instalações.

A elaboração dos projetos é mais qualificada quando realizada por uma equipe de profissionais especializados em cada projeto que se predisponham a manter contatos entre si. Todas as alterações necessárias em cada projeto são estudadas e solucionadas em conjunto. Um profissional gerencia a fase de integração, determinando os critérios a serem atendidos, proporcionando a troca de informações entre os demais profissionais e tomando decisões em casos de divergências. Desta forma serão elaborados projetos racionais, qualificando o projeto executivo, evitando o surgimento de conflitos de ordem técnica e certificando que a execução da obra será um processo racionalizado, como é o esperado por quem adota o sistema construtivo em alvenaria estrutural.

Contratar um consultor externo especializado neste trabalho, para realizar a conferência dos projetos, é uma boa iniciativa para empresas que ainda não dominam este sistema com total segurança.

A elaboração do conjunto de projetos requer bastante tempo. As construtoras devem prever o início desta etapa com boa antecedência para que ela seja concluída dentro do prazo esperado.

O projeto das instalações hidrossanitárias e afins é mais complexo e requer mais detalhamento, ou seja, são instalações que interferem diretamente na arquitetura e na estrutura da obra. Sua execução requer instalador especializado pois, além da complexidade, qualquer erro pode resultar em infiltrações e patologias, necessitando manutenção imediata.

O projeto das instalações elétricas e afins é mais fácil de ser elaborado se comparado ao projeto das instalações hidrossanitárias e outras com a mesma finalidade, porém sua execução tem apresentado mais erros, implicando em “retrabalho”. Estes erros devem-se, em muitos casos, à mão-de-obra menos qualificada empregada na sua execução. Em alguns casos, os eletrodutos são instalados por trabalhadores não especializados no momento da execução de vergas e até de concretagem de lajes, o que acarreta na execução inadequada destas.

O sistema construtivo em alvenaria estrutural requer projetos elaborados de forma integrada, coordenados por um profissional. Deve ser elaborado o projeto executivo anteriormente ao início da obra, podendo ainda um consultor ser contratado para analisar o projeto.

Sempre que houver alguma alteração em algum dos projetos, deve-se repassar esta alteração para todos os setores de interesse e recolher todas as cópias do projeto anterior para evitar que alguém utilize um projeto desatualizado. Nenhuma alteração deve ser executada sem que os projetistas sejam informados. A decisão deve ser tomada no escritório com base nas informações e problemas registrados pelos executores.

A qualidade de execução das obras está diretamente relacionada à qualidade dos projetos e forma de disposição dos mesmos na obra.

O acompanhamento permanente de eletricitista e encanador na obra garante qualidade superior na execução das instalações.

A elaboração de projeto *as built* é importante, prevendo-se a necessidade de reformas, manutenção ou qualquer interferência na obra. A segurança que este projeto confere, qualifica as empresas que o elaboram.

Para que se possa projetar e executar obras considerando a integração entre os projetos, conforme abordado neste trabalho, sugere-se seguir os seguintes procedimentos:

- definir processo e técnicas construtivas da obra a ser executada;
- eleger o profissional que vai coordenar os projetos;
- elaborar o anteprojeto arquitetônico;
- proceder a elaboração de todos os projetos em paralelo, com os projetistas, trabalhando de forma integrada até a definição final dos projetos;

- os profissionais responsáveis pela execução podem contribuir significativamente, com seu conhecimento prático, na elaboração dos projetos;
- o coordenador analisa a integração juntamente com os demais profissionais, podendo solicitar correções, autorizar a elaboração dos projetos executivos ou solicitar a contratação de um consultor especializado para dar seu parecer;
- elaboração dos projetos executivos;
- início da execução da obra. Obedecer sempre o projeto;
- contato do profissional executor com os projetistas em caso de alterações necessárias. A decisão deve partir do escritório, jamais tomada na obra;
- conclusão da obra;
- teste das instalações;
- elaboração dos projetos *as built*;
- entrega da obra;
- avaliação pós-ocupação.

Conclui-se este trabalho salientando a relevante importância que os projetos têm na qualidade da execução das obras em alvenaria estrutural. Investimentos na elaboração de projetos integrados e em consultoria especializada que certamente garantem economia na execução e qualidade final da construção, devendo tornar-se uma prática comum nas construtoras que adotam este sistema, buscando produtividade e qualidade, com baixos custos.

6.2 Recomendações

6.2.1 Recomendações para qualidade dos projetos

É muito importante que se estabeleça uma norma de graficação e apresentação para projetos de alvenaria estrutural. Desta forma se estabelece um padrão de “comunicação” que vai desde o projetista até pedreiros e instaladores. Esta norma deve estabelecer também a forma de disposição dos projetos nas obras, garantindo seu desempenho em todo o processo. Os projetos devem ser elaborados em escala legível para os operários, recomenda-se a escala de 1:25 e fixados em pranchas com proteção plastificada, evitando, assim, que sejam prejudicados pela água, pó, vento e outros agentes, durante a execução da obra.

Esta norma também pode determinar a construção de *shaft* para instalações hidrossanitárias em obras com mais de 1 pavimento e unidades independentes e determinar a construção de *shaft* para instalações elétricas em obras com mais de 4 pavimentos. Os *shafts* devem ter aberturas para inspeção com dimensões mínimas compatíveis.

6.2.2 Recomendações para qualidade da execução

Anteriormente ao início da obra é importante que a equipe ou o profissional responsável pela execução analise os projetos pois podem

surgir algumas alterações solicitadas pelos profissionais que acompanham as obras e conhecem bem esta etapa.

A troca de informações entre os profissionais de execução e projetistas é muito importante pois os projetistas passam a conhecer os conflitos enfrentados na obra e elaboram projetos em conformidade com as reais necessidades. Também o executor terá em mãos um projeto racionalizado, tornando a execução, cada vez mais um processo seqüencial, seguindo as orientações projetadas.

Os pedreiros e instaladores devem receber treinamento específico para a realização de trabalhos no sistema construtivo em alvenaria estrutural. A qualidade da mão-de-obra para este sistema construtivo ainda deve melhorar.

Todos os projetos devem estar dispostos na obra, para que cada operário e instalador tenham em mãos os projetos necessários para elaborar o seu trabalho. A existência de uma pasta com todos os projetos à disposição do responsável pela execução da obra, é demasiadamente importante.

6.2.3 Recomendações para trabalhos futuros

Recomenda-se realizar um trabalho específico sobre as instalações elétricas e hidrossanitárias, tendo em vista que foram verificados muitos casos de não atendimento às normas técnicas referentes a estas instalações. Realizar, também, uma análise das possíveis conseqüências devidas ao não atendimento de normas referentes à alvenaria estrutural. Em algumas obras percebeu-se que as

recomendações das normas não eram atendidas, com o objetivo de tornar sua execução mais simples e/ou econômica.

É importante, também, que se realizem ensaios com lajes mistas compostas de vigotas de concreto e tabelas e capa de concreto armado, determinando-se sua resistência ao carregamento com e sem instalação de eletrodutos na sua camada de concreto, para avaliação da implicação destes na sua resistência. Também se pode definir a capacidade de transmissão de cargas horizontais devidas à ação do vento, nas duas direções destas lajes. Estes trabalhos permitirão melhor avaliar o comportamento deste tipo de laje, bastante utilizada em obras convencionais de alvenaria estrutural.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACCETTI, K. M. **Contribuição ao projeto estrutural de edifícios em alvenaria.** 1998. 261f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Escola de Engenharia de São Carlos, São Carlos, 1998.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Cálculo de alvenaria estrutural de blocos vazados de concreto.:** NBR 10837 (NB-1228). Rio de Janeiro, 1989, 22p.

_____. **Manutenção de edificações - Procedimento.:** NBR 5674. Rio de Janeiro, 1998, 8p.

_____. **Execução e controle de obras em alvenaria estrutural de blocos vazados de concreto.:** NBR 8798. Rio de Janeiro, 1985, 29p.

_____. **Sistemas prediais de esgoto sanitário – Projeto e execução.:** NBR 8160. Rio de Janeiro, 1999, 74p.

BARROS, M. M. B. de. **Metodologia para implantação de tecnologias construtivas racionalizadas na produção de edifícios.** 1996. 422f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1996.

CAVALHEIRO, O.P. **Curso básico de alvenaria estrutural - Fundamentos e patologias das alvenarias.** 2000. 154 p. Notas de Aula. Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2000.

_____. **Curso básico de alvenaria estrutural - Projeto em alvenaria estrutural.** 2000. 87 p. Notas de Aula. Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2000.

COELHO, R. S. de A. **Alvenaria estrutura.** São Luís: Universidade Estadual do Maranhão, 1998. 142p.

DUARTE, R. B. **Recomendação para o projeto e execução de edifícios de alvenaria estrutural**. Porto Alegre, 1999. 79p.

DUARTE, R. B. & KIST, S. J. Levantamento de problemas patológicos nos prédios construídos em alvenaria estrutural em Santa Cruz do Sul - RS. In: International Seminar on Structural Mansory for Developing Contries, 7., 2002 Belo Horizonte. **Anais...** 2002. pp. 383-390.

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

LEAL, U. Automação Predial. **Revista Técnica**, Ano 10, nº 60, p. 36-42, 2002.

LEITE, C. M. & PEREIRA FILHO, M. L. **Técnicas de aterramentos elétricos**. São Paulo: Oficina da Mýdia, 1996. 215p.

MODLER, L. E. A. **A qualidade de projeto de edifícios em alvenaria estrutural**. 2000. 140f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2000.

MUTTI, C. do N., ROMAN, H. R. e ARAÚJO, H. N. **Construindo em alvenaria estrutural**. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 1999. 83p.

QUARESMA FILHO, A. Opinião/Sinduscon-SP. **Revista Técnica**, Ano 10, nº 62, p. 49, 2002.

POZZOBON, M. A. **O processo de monitoramento e controle tecnológico em obras de alvenaria estrutural**. 2003. 298f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria, 2003.

RAMALHO, M. **Projeto de edifícios de alvenaria estrutural**. São Paulo: PINI, 2003. 174p.

SABBATINI, F. H. **O processo construtivo de edifícios de alvenaria estrutural sílico-calcária**. 1984. 298f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, 1984.

_____. **Desenvolvimento de métodos, processos e sistemas construtivos** - Formulação e aplicação de uma metodologia. 1989. 321f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, 1989.

SANTOS, M. D. F. dos. **Técnicas construtivas em alvenaria estrutural** - Contribuição ao uso. 1998. 143f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 1998.

ANEXO A - Questionário aplicado junto às obras

1 - Dados Gerais:

Nome da Construtora:

Endereço:

Cidade:Estado: Telefone:

Endereço da obra:

Cidade:Estado: Telefone:

Responsável Técnico pela obra:

Tempo de experiência em Alvenaria Estrutural:

Tipo de Bloco utilizado: () Cerâmico () Concreto

Blocos grauteados: () sim () não

Alvenaria estrutural armada: () sim () não

Área total da construção (m²):

Número de prédios: Projetados: Executados: Em Execução:

Número de Pavimentos Tipo: Número de Aptos. / pavimento tipo:

Pavimento Térreo: () Comercial () Pilotis () Residencial

2 - Projetos:

A obra foi prevista desde o início para ser em Alvenaria Estrutural: () sim () não

Será instalado elevador: () sim () não

Qual foi a ordem de elaboração dos projetos (1, 2, 3, ..)? Que Profissional elaborou (A, B, C, ..)? Foi encaminhada cópia do projeto para o pedreiro na obra (s / n)?

() Projeto Arquitetônico - Profissional nº :Cópia para pedreiro: () sim () não

() Projeto de Modulação – Profissional nº :

() Planta Baixa da 1ª fiada - Detalhes: ...Cópia para pedreiro: () sim () não

() Planta Baixa da 2ª fiada - Detalhes: ...Cópia para pedreiro:() sim () não

() Planta das elevações de todas as paredes - Detalhes:

Cópia para pedreiro:() sim () não

() Projeto Estrutural - Profissional nº : Cópia para pedreiro:() sim () não

- () Projeto Elétrico - Profissional nº : Cópia para pedreiro:() sim () não
- () Projeto Hidrossanitário - Profissional nº : . Cópia para pedreiro:() sim () não
- () Projeto Telefônico – Profissional nº : Cópia para pedreiro:() sim () não
- () Proj. de Com. a Incêndio - Profissional nº: ..Cópia para pedreiro:() sim () não
- () Projeto de Central de Gás – Prof. nº : Cópia para pedreiro:() sim () não
- () Projeto de Automação Predial - Prof. nº :Cópia para pedreiro:() sim () não
- () Projeto de Calefação - Profissional nº :Cópia para pedreiro:() sim () não
- () Projeto de outras instalações: Quais?.....
- Existe projeto de peças pré-moldadas (lajes, vergas, vigas ...)? Quais?:
-
- Durante a elaboração dos projetos quais profissionais mantiveram contatos?
-
- Objetivo dos contatos:
- Alterações que os contatos proporcionaram:
-
-
- Quanto tempo foi necessário para a elaboração de todos os projetos?
- Anteriormente ao início da obra foi realizada conferência entre os projetos de instalações, grauteamento e modulação para que houvesse integração entre os mesmos? () sim () não
- Problemas encontrados na conferência e soluções (alterações adotadas):
-
- Quem tomou a decisão?.....
- As alterações foram feitas em: () projeto original () rascunho para obra

3 - Execução:

O pedreiro tinha todos os projetos citados anteriormente a sua disposição:

() sim () não

Como os projetos estavam dispostos na obra?

Tipo de Argamassa utilizada: () Industrializada () Traço: Cimento.....CalAreia

Tipo de laje utilizada: Espessura (cm):

Tipo de piso utilizado: Espessura (cm):

3.1 - Instalações Elétricas e afins:

Foram previstos blocos especiais para caixas de luz? () sim () não

Em que período eram chumbadas as caixas de luz?

Foram previstos locais para os CDs e outras caixas? () sim () não

Quais tubulações descem da laje (teto) para a parede?

Quais tubulações sobem do piso para a parede?

Havia tubulações horizontais (ex.: cozinha)? () sim () não

Que soluções eram utilizadas?

A posição das tubulações e pontos de luz constavam em: () planta baixa () elevações

Havia projeto telefônico? () sim () não

Localização dos pontos:

Os pontos estavam previstos em: () Plantas Baixas () Elevações

Havia pontos para instalação de condicionador de ar? () sim () não

Localização dos pontos:

Os pontos estavam previstos em: () Plantas Baixas () Elevações

Havia pontos para interfones/campainhas? () sim () não

Localização dos pontos:

Os pontos estavam previstos em: () Plantas Baixas () Elevações

Havia pontos para TV a cabo/antenas? () sim () não

Localização dos pontos:

Os pontos estavam previstos em: () Plantas Baixas () Elevações

Havia projeto para proteção de descargas atmosféricas (para-raios)? () sim () não

Os pontos estavam previstos em: () Plantas Baixas () Elevações

Havia projeto de iluminação de emergência? () sim () não

Os pontos estavam previstos em: () Plantas Baixas () Elevações

Foram previstos pontos para aterramentos? () sim () não

Localização dos pontos:

Onde se localizam as colunas das instalações elétricas?

Que tipo de coluna foi utilizada?.....

Foram previstos locais para outras instal., como automa ção predial: () sim () não

Que tipo de previsão:

Com que frequência o electricista freqüentava a obra, em que etapas e com qual o objetivo?

3.2 - Instalações Hidrossanitárias e afins:

Quais paredes foram consideradas hidráulicas?

Tipo de blocos utilizados: () estrutural () vedação () outro:

Tipo de amarração com as demais paredes:

Tipo de amarração com as lajes:

Havia tubulações horizontais nas paredes? () sim () não

Onde? Que peças eram utilizadas?

Havia válvula de descarga? () sim () não; Descida pelos blocos? () sim () não

Onde havia forro falso?.....

Onde havia laje rebaixada?.....

Foi utilizada caixa de gordura em cada pavimento? () sim () não Onde:

Por onde descem as tubulações com diâmetro maior que 75 mm?

Havia *Shaft*? () sim () não Onde?

Como é fechado o *shaft*?

Havia instalação de água quente? () sim () não Onde?.....

Tipo de aquecimento:.....

Localização do aquecedor:.....

Tipo de canalização utilizada:

Solução para trajetos longos (ex.: área de serviço até banheiro da suíte):

Foram previstas canalizações pluviais? () sim () não Onde?

Foram previstos ralos nas sacadas? () sim () não Onde?

Foram previstas canalizações de recalque? () sim () não Onde?

Foram previstas canalizações de combate a incêndio? () sim () não Onde?

Foram previstas canaliz. de gás central? () sim () não Onde?

Foram previstas outras canalizações? () sim () não Quais e onde?.....

Com que frequência o instalador freqüentava a obra, em que etapas e qual o objetivo?

.....

3.3 - Problemas durante a execução:

Foram necessárias adaptações nas instalações durante a execução?

O Responsável Técnico pela execução consultou o Responsável Técnico pelo Projeto?

Ocorreu sobreposição de canalizações (ex.: tubo de água sobre eletroduto)?

.....

A obra está executada de acordo com o projeto arquivado, alterado ou não ou existem alterações adotadas durante a execução que não constam em projetos?

.....

.....

Que problemas foram encontrados durante a execução que poderiam ser evitados na fase de projeto, com uma conferência mais precisa?.....

.....

.....

Foram elaborados projetos pós-execução, constando todas as alterações?

Sugestões práticas:

.....

.....

.....

Obs.: Fotos e/ou desenhos esquemáticos