

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DE TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CONSTRUÇÃO CIVIL



**VEDAÇÕES VERTICAIS E SUAS INTERFACES NO SISTEMA
CONSTRUTIVO DE EDIFICAÇÕES**

Daniel Luis Antonio Cardoso

SÃO CARLOS
2007

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DE TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CONSTRUÇÃO CIVIL



**VEDAÇÕES VERTICAIS E SUAS INTERFACES NO
SISTEMA CONSTRUTIVO DE EDIFICAÇÕES**

Daniel Luis Antonio Cardoso

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Construção Civil da Universidade Federal de São Carlos para obtenção do título de Mestre em Construção Civil

Área de concentração:

Racionalização, Avaliação e Gestão de Processos e Sistemas Construtivos

Orientador:

Prof. Dr. Celso Carlos Novaes

SÃO CARLOS
2007

**Ficha catalográfica elaborada pelo DePT da
Biblioteca Comunitária da UFSCar**

C268vv

Cardoso, Daniel Luis Antonio.

Vedações verticais e suas interfaces no sistema construtivo de edificações / Daniel Luis Antonio Cardoso. -- São Carlos : UFSCar, 2007.

149 f.

Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal de São Carlos, 2007.

1. Alvenaria - sistemas construtivos. 2. Racionalização da construção. 3. Projeto de construção. 4. Detalhamento construtivo. I. Título.

CDD: 624 (20^a)



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS

Centro de Ciências Exatas e de Tecnologia

Departamento de Engenharia Civil

Programa de Pós-Graduação em Construção Civil

Via Washington Luís, Km 235 - CEP: 13.565-905 - São Carlos/SP/Brasil

Fone(16) 3351-8262- Ramal: 232 - Fax (16) 3351-8259

Site: www.ppgciv.ufscar.br Email: ppgciv@power.ufscar.br

"VEDAÇÕES VERTICAIS E SUAS INTERFACES NO SISTEMA CONSTRUTIVO DE EDIFICAÇÕES."

DANIEL LUIS ANTONIO CARDOSO

Dissertação de Mestrado defendida e aprovada em 21 de agosto de 2007

Banca Examinadora constituída pelos membros:

Prof. Dr. Celso Carlos Novaes
Departamento de Engenharia Civil/PPGCIV/UFSCar
Orientador

Prof. Dr. Laércio Ferreira e Silva
Departamento de Arquitetura e Urbanismo/PPG-AU/EESC/USP
Examinador Externo

Prof. Dr. Sydney Furlan Junior
Departamento de Engenharia Civil/PPGCIV/UFSCar
Examinador Interno

A minha esposa Gislayne, pela compreensão,
amor e carinho durante todos esses anos.

AGRADECIMENTOS

À minha mãe Erondina, pelo seu amor, dedicação, apoio e incentivo ao estudo ao longo dos anos.

Ao Prof. Dr. Celso Carlos Novaes, amigo e orientador, pela acolhida e oportunidade de desenvolver este trabalho no Programa de Pós-Graduação em Construção Civil da UFSCar.

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Construção Civil da Universidade Federal de São Carlos, pelos ensinamentos transmitidos.

Aos colegas de pós-graduação, pela satisfação de compartilhar estudos, seminários e parcerias na realização de trabalhos.

Aos diretores da empresa que exerço atividade profissional, pela disponibilização de tempo e incentivo para a realização do mestrado.

A todos que, diretamente ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho; muito obrigado...

CARDOSO, D.L.A. **Vedações verticais e suas interfaces no sistema construtivo de edificações**. 2007, 149f. Dissertação (Mestrado em Construção Civil) - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos. 2007.

RESUMO

O desenvolvimento de um maior número de projetos, além dos tradicionalmente elaborados (fundações, arquitetura, estrutura, instalações elétricas e hidráulico-sanitárias), tem tornado o processo construtivo do edifício mais complexo, exigindo a participação de diferentes profissionais em torno dos projetos da edificação para discutirem e compatibilizarem as soluções presentes nas interfaces entre os subsistemas. Empresas construtoras que investem na melhoria da qualidade dos projetos de suas edificações tendem a potencializar melhores resultados quanto à sua competitividade no mercado, garantindo eficiência significativa para todo o ciclo do empreendimento e gerando maior racionalização para o processo de produção de seus edifícios. Neste sentido, as atividades referentes ao projeto e à produção de uma edificação precisam ser pensadas de forma integrada. Como são várias as interferências entre as vedações verticais e os demais subsistemas do edifício que com ela interagem, a elaboração do projeto de vedações verticais destaca-se como instrumento da compatibilização de projetos, pois tem a propriedade de fornecer detalhes construtivos que apresentem eficiência e construtibilidade aos serviços realizados no canteiro de obras. Apesar da importância da integração projeto-produção, percebe-se certa precariedade nas definições de interferências das vedações verticais com os demais subsistemas, reflexo de projetos incompletos ou com indefinições, deixando para o canteiro a necessidade de adaptações. Assim, mediante revisão bibliográfica e estudo de caso em três canteiros de uma empresa construtora-incorporadora de pequeno porte, são verificadas as soluções adotadas na interface alvenaria de vedações e alguns subsistemas.

Palavras-chave: Vedações Verticais, Racionalização, Projeto para Produção, Detalhamento Construtivo.

CARDOSO, D.L.A. **Vertical Sealings and their interfaces in the constructive system of edifications.** 2007, 149f. Dissertation (Master's in Civil Construction) - Federal University of São Carlos, São Carlos. 2007.

ABSTRACT

The development of a greater number of projects, besides those traditionally elaborated (foundations, architecture, structure, electrical and sanitary-hydraulic installations), have made the constructive process more complex, demanding the participation of several professionals around the projects of edification to discuss and make compatible the present solutions in the interfaces between the subsystems. Construction companies, which invest in the improvement in the projects quality of their edifications tend to increase better results as to their competitiveness in the market, guaranteeing significant efficiency to the whole enterprise cycle and generating higher rationalization for the production process of their buildings. In that sense, the activities referring to the project and to the production of an edification need to be thought in an integrated way. Because there are several the interferences between the vertical sealings and the rest of subsystems of the building that interact with it, the project elaboration of vertical sealings stands out as the instrument for the compatibility of projects, because it has the property to furnish constructive details that present efficiency and constructively to the services made at the construction site. Despite the importance of project-production integration, it can be perceived a certain precariousness in the definitions of interference of the vertical sealings with the rest of the subsystems, reflection of incomplete or indefiniteness projects, leaving to the construction site the need of adaptations. Thus, through bibliographic review and case study in three building sites of a small size incorporater-constructor, the solutions adopted in the sealing masonry interface and in some subsystems are verified.

Key words: Vertical Sealings, Rationalization, Project for Production, Constructive Detailing.

LISTA DE ABREVIATURA

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ABCI	Associação Brasileira da Construção Industrializada
ACI	American Concrete Institute
BNDES	Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social
BNH	Banco Nacional de Habitação
CBIC	Câmara Brasileira da Indústria da Construção
CII	Construction Industry Institute
CTE	Centro Tecnológico de Edificações
DAT	Departamento de Assistência Técnica
DECOB	Coordenador de Obras
DEPLA	Departamento de Planejamento e Custo
DEPRO	Departamento de Projetos
DIRTEC	Diretor Técnico
ES	Engenharia Simultânea
FGV	Fundação Getúlio Vargas
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IPEA	Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada
PIB	Produto Interno Bruto
SEBRAE	Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas
SEDOC	Processo de Documentação
SESMT	Engenharia de Segurança do Trabalho
SETEC	Secretaria Técnica
UFSCar	Universidade Federal de São Carlos
UTI	Unidade de Tratamento Intensivo

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 2.1 - Definição vedação vertical e organograma simplificado de seus elementos	9
FIGURA 3.1 – Planta de locação de eixos (X1, X2 e Y1, Y2) e numeração das paredes	41
FIGURA 3.2 – Detalhe de planta de marcação de 2ª fiada	42
FIGURA 3.3 – Detalhe de planta de passagem elétrica	43
FIGURA 3.4 – Detalhe de planta de passagem hidráulica	44
FIGURA 3.5 – Elevação da parede 04	45
FIGURA 3.6 – Detalhe genérico de elevação vertical	46
FIGURA 3.7 – Detalhe para cotas de alturas de pontos hidráulicos	46
FIGURA 3.8 – Detalhes de encontro de vergas: verga x verga; verga x estrutura e verga x pilar.....	47
FIGURA 3.9 – Correção do nivelamento da laje na marcação da 1ª fiada	50
FIGURA 3.10 – Utilização de escantilhões na elevação da alvenaria	51
FIGURA 3.11 – Vão para fixação da alvenaria à estrutura.....	52
FIGURA 4.1 – Detalhe genérico de reforço metálico para amarração parede-parede e parede-pilar.....	61
FIGURA 4.2 – Detalhe de espaleta de alvenaria ancorada ao pilar por telas metálicas.....	62
FIGURA 4.3 – Ligação estrutura-alvenaria da fachada com reforço de tela galvanizada	63
FIGURA 4.4 – Junta de controle com conector cisalhante e acabamento com selante flexível	63
FIGURA 4.5 – Detalhe de fixação no encontro de canaleta com pilar de concreto.....	66
FIGURA 4.6 – Detalhe genérico para verga pré-moldada	67
FIGURA 4.7 – Detalhe construtivo de verga pré-moldada	68
FIGURA 4.8 – Verga pré-moldada para ajuste da altura de vão de porta.....	68

FIGURA 4.9 – Paginação de parede com definição de vão para esquadria.....	69
FIGURA 4.10 – Estudo de modulação vertical para vão de esquadria	70
FIGURA 4.11 –Batente metálico envolvente (corte)	70
FIGURA 4.12 – Gabarito metálico para vão de porta.....	71
FIGURA 4.13 – Determinação do vão de alvenaria para sistema porta pronta de madeira....	72
FIGURA 4.14 – Gabarito metálico para vão de caixilho	72
FIGURA 4.15 – Vão envolto por estrutura, contraverga e fiadas de blocos grouteados	74
FIGURA 4.16 – Detalhe construtivo da interrupção da alvenaria para passagem tubulação hidráulico-sanitária	76
FIGURA 4.17 – Carenagem	77
FIGURA 4.18 – Elevação de parede: interrupção da alvenaria para passagem de eletrodutos	77
FIGURA 4.19 – Detalhe das cotas de altura dos pontos elétricos.....	78
FIGURA 4.20 – Cavidade na parede para embutimento da manta asfáltica	82
FIGURA 4.21 – Elevação da parede 05	83
FIGURA 4.22 – Detalhe da sobreposição da manta asfáltica no encontro superfície horizontal com parede de alvenaria	84
FIGURA 4.23 – Junta de dessolidarização no encontro da impermeabilização com parede de alvenaria em área exposta.....	84
FIGURA 4.24 – Detalhe de tubulação hidráulica embutida em blocos impermeabilizados...	85
FIGURA 5.1 – Seqüência e interação entre os processos da empresa construtora	89
FIGURA 5.2 – Organograma estrutural da empresa construtora	90
FIGURA 5.3 – Blocos cerâmicos paletizados	93
FIGURA 5.4 – Caminhos de concretagem.....	94
FIGURA 5.5 – Localização das paredes na fôrma	95

FIGURA 5.6 – Preparo para rebaixo da laje de sacada	95
FIGURA 5.7 – Previsão de passagem de tubulação de gás na concretagem.....	96
FIGURA 5.8 – Marcação da 1ª fiada sem numeração das paredes	97
FIGURA 5.9 – Interferência alvenaria – instalações elétricas	99
FIGURA 5.10 – Alvenaria de cobertura (apartamento duplex) sem nicho para receber a manta asfáltica	101
FIGURA 5.11 – Fissura na laje de concreto do 3º pavimento tipo	107
FIGURA 5.12 – Paredes 79 e 80 com utilização de submódulos e junta vertical espessa....	108
FIGURA 5.13 – Detalhe de projeto: utilização de bloco compensador de 4 cm na base da alvenaria	109
FIGURA 5.14 – Falta de construtibilidade para fixação do contramarco	110
FIGURA 5.15 – Preenchimento com argamassa do vão entre viga e contramarco de alumínio	111
FIGURA 5.16 – Posicionamento em laje de eletrodutos, caixinhas de teto e <i>shafts</i>	112
FIGURA 5.17 – Interferência alvenaria – instalações elétricas	112
FIGURA 5.18 – Vergas pré-moldadas com previsão para passagem de eletrodutos.....	113
FIGURA 5.19 – <i>Shaft</i> para prumada de cabos elétricos.....	114
FIGURA 5.20 – Furo na laje por meio de máquina extratora	114
FIGURA 5.21 – Corte na parede de alvenaria para ramal hidráulico	115
FIGURA 5.22 – Fachada com acabamento em pintura <i>jet-cril</i> e pastilha cerâmica	116
FIGURA 5.23 – Execução de ramal de distribuição antes da manta asfáltica	117
FIGURA 5.24 – Alvenaria interna com vão para passagem de tubulações, eletrocalhas e dutos	123
FIGURA 5.25 – Passagem de eletrodutos e da tubulação de gases para posterior liberação da concretagem dos blocos tipo canaleta	124

FIGURA 5.26 – Vão insuficiente para duto de ar condicionado.....	124
FIGURA 5.27 – Ganchos para sustentar ferragem das vergas dos caixilhos de fachada.....	126
FIGURA 5.28 – Assentamento de batentes metálicos após execução da alvenaria.....	127
FIGURA 5.29 – Interferências de tubulações e dutos para caminhamento da rede de distribuição de esgoto até prumada	128
FIGURA 5.30 – Demolição de serviços acabados	128
FIGURA 5.31 – Rasgos nas alvenarias para passagem de eletrodutos e tubulação de cobre de gases medicinais	129
FIGURA 5.32 – Alvenaria de fachada pelo lado interno do pilar	130
FIGURA 5.33 – Assentamento de peitoril de ardósia sobre viga da fachada	130
FIGURA 5.34 – Caixilho instalado com peitoril em chapa de alumínio	131
FIGURA 5.35 – Impermeabilização de box de banheiro com cimento polimérico estruturado	132
FIGURA 5.36 – Necessidade de barrado de argamassa na região de parede com manta asfáltica.....	132

LISTA DE QUADROS

QUADRO 3.1 - Exemplos de compatibilização nas respectivas fases de projeto.....	33
QUADRO 3.2 - Condições para início da alvenaria de vedação	49
QUADRO 3.3 - Planejamento da fixação da alvenaria de vedação	53
QUADRO 4.1 - Dimensões da tela em função da largura do bloco.....	61

LISTA DE TABELAS

TABELA 2.1 - Frequência de ocorrência da deformação lenta em estrutura de concreto.	11
TABELA 4.1 - Solicitação dos pisos em relação à penetração de água.	81
TABELA 5.1 - Valores estimados da resistência à compressão do concreto.	106

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	1
1.1 Justificativa	2
1.2 Objetivo	4
1.3 Metodologia.....	4
1.4 Estrutura do trabalho.. ..	5
2. VEDAÇÕES VERTICAIS NA CONSTRUÇÃO DE EDIFÍCIOS.....	6
2.1 O subsistema vedação vertical.....	7
2.1.1 Conceituação.....	8
2.1.2 Terminologia.....	9
2.1.3 Requisitos de desempenho.....	9
2.1.4 Classificação das vedações verticais.....	12
2.1.5 Classificação das paredes de alvenaria.....	15
2.2 Evolução construtiva das vedações verticais em empreendimentos do subsector edificações.....	16
3. PROJETO PARA PRODUÇÃO DE ALVENARIA DE VEDAÇÕES: INTEGRAÇÃO ENTRE PROJETOS E PRODUÇÃO.....	21
3.1 Racionalização do processo construtivo tradicional	22
3.1.1 Processos construtivos: níveis tecnológicos	22
3.1.2 Do processo construtivo tradicional ao racionalizado.....	23
3.2 Conceito de racionalização construtiva	26
3.2.1 Coordenação modular e dimensional	26
3.3 Conceito de construtibilidade	28
3.4 Valorização do projeto como processo.....	30

3.4.1	Coordenação e compatibilização de projetos	31
3.5	O projeto para produção de vedações verticais	34
3.5.1	Potencial de racionalização	35
3.5.2	Cultura de elaboração do projeto para produção de vedações verticais.....	36
3.5.3	Conteúdo do projeto para produção de alvenaria de vedação vertical	38
3.5.3.1	Planta de conferência.....	39
3.5.3.2	Planta de locação de eixos.....	40
3.5.3.3	Planta de marcação de 1ª e 2ª fiadas	41
3.5.3.4	Planta de passagens de instalações elétricas e hidráulicas.....	43
3.5.3.5	Caderno de elevações	44
3.5.3.6	Caderno de detalhes.....	45
3.6	Técnicas de execução... ..	47
3.6.1	Condições para início dos serviços.....	49
3.6.2	Marcação da alvenaria.....	50
3.6.3	Elevação da alvenaria	51
3.6.4	Fixação da alvenaria	52
4.	DETALHAMENTO CONSTRUTIVO DA ALVENARIA DE VEDAÇÃO COM SUAS INTERFACES	55
4.1	Interface alvenaria/estrutura	56
4.1.1	Ligação de paredes de vedações com vigas e lajes	58
4.1.2	Ligação de paredes de vedação com pilares.....	60
4.2	Interface alvenaria/esquadrias	64
4.3	Interface alvenaria/instalações elétricas e hidráulico-sanitárias	75
4.4	Interface alvenaria/revestimento de argamassa	78
4.5	Interface alvenaria/impermeabilização	80

5. VEDAÇÕES VERTICAIS DE EDIFICAÇÕES: VISÕES DA PRÁTICA PRODUTIVA	87
5.1 Apresentação da empresa construtora	88
5.2 Obra A	90
5.2.1 Características da obra A	90
5.2.2 Projetos da obra A	92
5.2.3 Interfaces projetos - vedações verticais	92
a) alvenaria - estrutura	93
b) alvenaria - esquadrias	97
c) alvenaria - instalações elétricas e hidráulico-sanitárias	98
d) alvenaria - revestimento de argamassa	100
e) alvenaria - impermeabilização	101
5.3 Obra B	102
5.3.1 Características da obra B	102
5.3.2 Projetos da obra B	104
5.3.3 Interfaces projetos - vedações verticais	105
a) alvenaria - estrutura	105
b) alvenaria - esquadrias	109
c) alvenaria - instalações elétricas e hidráulico-sanitárias	111
d) alvenaria - revestimento de argamassa	115
e) alvenaria - impermeabilização	117
5.4 Obra C	118
5.4.1 Características da obra C	118
5.4.2 Projetos da obra C	120
5.4.3 Interfaces projetos - vedações verticais	121
a) alvenaria - estrutura	122

b) alvenaria - esquadrias	125
c) alvenaria - instalações elétricas e hidráulico-sanitárias.....	127
d) alvenaria - revestimento externo de argamassa.....	129
e) alvenaria - impermeabilização.....	131
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS	134
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	138
APÊNDICE A: ROTEIRO DE ENTREVISTAS PARA O ESTUDO DE CASO	146

CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO

A evolução tecnológica e a complexidade gerencial têm levado empresas construtoras a desenvolverem alterações em seu escopo de atuação com a finalidade de se adaptarem aos novos desafios impostos pelo acirramento da concorrência.

O atual cenário competitivo evidencia difícil posicionamento estratégico das empresas construtoras de pequeno e médio porte na identificação de novos mercados. Empresas incorporadoras-construtoras que antes empreendiam sua edificação desde a etapa de viabilização, passando pelo desenvolvimento do produto, do projeto e da produção e conseqüente comercialização, agora partem para a realização de obras para terceiros, buscando retorno financeiro mais rápido. A realização de edificações para terceiros gera receitas em menores períodos, normalmente, por meio de medições mensais ou conclusão de etapas de serviços, conforme o acordado em contrato.

Neste cenário de competitividade tem-se discutido muito as tecnologias de produção das vedações verticais, para as quais predomina, na região sudeste do Brasil, o processo construtivo das paredes de alvenaria, em que se observam grandes índices de desperdícios, tanto de material como de mão-de-obra, especialmente nas edificações realizadas em estrutura reticulada de concreto armado. Esses desperdícios tornam a vedação vertical crítica no desenvolvimento do planejamento e organização da produção da obra, pois as soluções aplicadas na interface alvenaria de vedação e demais subsistemas devem buscar otimizar a seqüência de serviços e sua produtividade, eliminando etapas de retrabalho e incidência de problemas patológicos. Desta forma, o trabalho enfatiza a alvenaria de vedação ao tratar das vedações verticais.

Segundo Ferreira (2004), grande parte das empresas construtoras possui como peculiaridade um quadro de pessoal fixo e outro móvel que é mobilizado e desmobilizado, em virtude do início e fim do empreendimento. Nos grandes centros, o quadro de pessoal móvel, por exemplo, os subempreiteiros executores das vedações verticais, ora prestam serviço em determinada construtora, ora trabalham na concorrente em razão da oferta de serviço. A permanente transição dos subempreiteiros entre as construtoras agrega técnicas construtivas utilizadas em uma empresa à outra, nivelando o conhecimento técnico do setor e, conseqüentemente, o preço pago pela execução dos serviços de vedações verticais. Assim, “o diferencial competitivo nessas organizações residirá na eficiência e eficácia das suas práticas

de gerenciamento, pois, a formação do custo do empreendimento, principalmente, é função da produtividade e do custo da mão-de-obra direta, que tenderá a ser a mesma utilizada pela concorrência” (FERREIRA, 2004).

Considerando como foco deste trabalho construtoras que não realizam obras públicas, mas incorporações e edificações para clientes particulares, a busca pela racionalização construtiva, a habilidade de compatibilização de projetos e o prazo de execução da edificação são fatores que podem proporcionar propostas mais competitivas no processo de seleção da empresa construtora. Porém, as construtoras, contratadas para execução da obra ou sua parte, na qual se inserem os serviços de alvenaria de vedações verticais, enfrentam dificuldade para conseguir agregar sua tecnologia construtiva, uma vez que os projetos do produto, normalmente, encontram-se contratados por ocasião do processo de seleção, dificultando a integração projeto-produção.

Os projetos, cada vez mais complexos, exigem um número maior de especialistas dependentes de informações produzidas pelos diversos projetistas. A coordenação dessas informações, preferencialmente em fases preliminares de elaboração dos projetos, possibilita a identificação de interferências entre as diversas disciplinas.

A contratação de projetos a baixos custos, elaborados seqüencialmente por profissionais distintos e o pouco conhecimento por parte do contratante do produto desejado pode influenciar na racionalização construtiva em decorrência da falta de detalhamento apresentado pelos diversos projetistas. Novaes (1999) descreve que “a ausência de análises de interferências e implicações recíprocas entre projetos acarreta a necessidade de adaptações durante a execução da obra, visando compatibilizar os projetos e facilitar a produção, com a conseqüente ocorrência de paradas, esperas e retrabalhos”.

Desta maneira, a contratação da construção deve contemplar a integração empreendedor-projetista-construtor com o intuito de atender aos objetivos da edificação, mas na prática essa integração nem sempre acontece, como poderá ser comprovado, neste trabalho, no estudo de caso (capítulo 5) da empresa pesquisada.

1.1 Justificativa

As exigências e a consciência dos direitos dos consumidores têm levado empresas incorporadoras-construtoras a buscar maior nível de qualidade a um menor custo do seu

produto e, muitas vezes, alterar seu nicho de mercado, como a realização de obras para terceiros, para se manter competitiva. Alterar a estrutura técnica e organizacional de uma empresa não é uma tarefa fácil de ser realizada, sendo que aos poucos essas empresas construtoras têm procurado adotar novas formas de produção com o incremento de investimentos em seus atuais processos produtivos, partindo, assim, para a racionalização das atividades construtivas nos canteiros de obras.

Com o intuito de alcançar essa racionalização, as construtoras do subsector edificações sentem, cada vez mais, a necessidade de agregar valor aos seus produtos e serviços, buscando conquistar o cliente mediante o emprego de novas tecnologias de trabalho, disponibilizando de forma organizada no projeto a maior quantidade de informações para facilitar a execução, no canteiro de obras, da interatividade entre os vários subsistemas que compõem a edificação.

Neste sentido, sem alterar radicalmente os métodos de produção tradicionalmente realizados, destaca-se, de forma estratégica, a importância do subsistema vedações verticais na racionalização construtiva do processo de produção dos edifícios em estrutura reticulada de concreto armado. Segundo Holanda (2003), nos últimos anos têm-se discutido muito as tecnologias de produção de vedações verticais, buscando a interação com todos os subsistemas que a cercam, especialmente, estrutura, sistemas hidrossanitários e elétricos, impermeabilizações e revestimentos.

De acordo com Corrêa & Andery (2006), “no universo de subsistemas de uma obra, a alvenaria é talvez aquela que mais sofre interferência dos demais, o que a torna um agente com capacidade de alavancar benefícios, já que as ações sobre esta atividade necessariamente resultam em modificações nos demais”.

A relevante importância do subsistema vedações verticais tem levado o subsector edificações a utilizar-se de projetos construtivos voltados à produção, com a finalidade de evitar o aparecimento de conflitos, incorreções ou dificuldades executivas entre as vedações verticais e os demais subsistemas. Tempos atrás Melhado (1994), descrevia que “quando a atividade de projeto é pouco valorizada, os projetos são entregues à obra repletos de erros e de lacunas, levando a grandes perdas de eficiência nas atividades de execução...”

No entanto, diferentes alternativas de soluções construtivas para uma mesma interface da vedação vertical têm sido adotadas pelos projetistas, os quais nem sempre se preocupam com

os métodos construtivos da empresa construtora, resultando, muitas vezes, em modificações das soluções propostas em projeto por conta própria da obra, pois a solução projetada não implica ser a melhor para a produção. Desta maneira, soluções incoerentes fatalmente ocasionarão retrabalhos, atraso no cronograma, custos adicionais e problemas patológicos que se manifestarão nas interfaces, representando uma fonte de prejuízo direto, com gastos de recuperação; indireto, com a depreciação da imagem da empresa pelo descontentamento do usuário. Então, os projetos do produto edifício devem passar por uma análise crítica, técnica e conceitual realizada pela coordenação de projetos que não deve apenas objetivar o trabalho de compatibilização das interferências entre os subsistemas e suas deficiências, mas também promover a interface com os agentes participantes do processo (projetistas, construtoras, fornecedores), possibilitando um planejamento da produção com alto nível de confiabilidade no estabelecimento da melhor solução a ser adotada.

Nesse sentido, o estudo sistêmico e metodológico das soluções adotadas pelas empresas construtoras, com respectivo detalhamento construtivo da interferência do subsistema vedações verticais e os demais subsistemas que com ela interagem tende a contribuir tanto para a racionalização destes subsistemas como para garantir a qualidade e desempenho dos mesmos ao longo da vida útil das edificações, reduzindo os custos de manutenção que ocorrem freqüentemente nos dias atuais.

1.2 Objetivo

O presente trabalho tem como principal objetivo identificar as soluções adotadas nas interferências da alvenaria de vedações verticais com alguns subsistemas na construção de edificações em diferentes tipos de empreendimentos (incorporação-construção e construção para clientes particulares) de uma empresa incorporadora-construtora de pequeno porte.

1.3 Metodologia

A metodologia para o desenvolvimento deste trabalho consiste em revisão bibliográfica, com o objetivo da obtenção do embasamento teórico relacionado ao tema e realização de estudo de caso em três canteiros de obras de uma empresa incorporadora-construtora do subsetor edificações.

Cada uma das edificações pesquisadas apresentou características particulares quanto à forma de contratação da obra, repercutindo na integração projeto-produção. A obra A foi realizada

no sistema incorporação-construção, na obra B a construtora foi contratada para realizar a edificação no sistema empreitada global (fornecimento de materiais e mão-de-obra por um preço fixo) e na obra C a empresa construtora foi contratada por etapas de serviços (estrutura, alvenaria de vedação e revestimento de fachada e, após, instalações e acabamentos).

Para auxiliar a coleta de dados, o autor realizou acompanhamento dos serviços nos canteiros e entrevistas com agentes envolvidos, seguindo o roteiro descrito no apêndice A.

1.4 Estrutura do trabalho

O trabalho está estruturado em seis capítulos, incluindo este primeiro capítulo de introdução.

O segundo capítulo define o subsistema vedação vertical e a necessidade de evolução do processo construtivo das vedações verticais em decorrência de um mercado competitivo.

O terceiro capítulo apresenta o conceito de racionalização construtiva e as ferramentas para obtenção desta racionalização no subsetor edificações, considerando a valorização do projeto como processo de produção, o conteúdo do projeto para produção da alvenaria de vedação vertical e as etapas de execução da alvenaria racionalizada.

O quarto capítulo identifica as interfaces da alvenaria de vedações verticais com alguns subsistemas do edifício e respectivas soluções que são especificadas pelo projeto para produção de vedações verticais.

O quinto capítulo descreve o estudo de caso referente à execução da alvenaria de vedação e sua interface com alguns subsistemas em uma empresa incorporadora-construtora atuante no setor privado de edificações.

Finalmente, o sexto capítulo apresenta as considerações finais deste trabalho e sugestões para futuras pesquisas.

CAPÍTULO 2 - VEDAÇÕES VERTICAIS NA CONSTRUÇÃO DE EDIFÍCIOS

Segundo Assumpção (2004), o ramo da indústria denominado Construção Civil é um dos setores da economia que exerce uma atividade produtiva geradora de empregos e riqueza que, segundo Nascimento & Santos (2003), vem sofrendo várias transformações como as privatizações das empresas estatais, a diminuição da intervenção do Estado no mercado, os efeitos da globalização, as exigências aos programas de qualidade, o aumento da competitividade e a diminuição das margens de lucro das empresas do setor.

Dados da Câmara Brasileira da Indústria da Construção (CBIC) de 2007, provenientes do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA), e da Fundação Getúlio Vargas (FGV) referentes ao ano de 2005 indicam que o setor da Construção Civil participou com 7,3% do Produto Interno Bruto (PIB) nacional, existindo 118.993 empresas de Construção Civil no país, responsáveis pela ocupação formal de 1.462.589 trabalhadores, sendo 94% micro e pequenas empresas que empregam até 29 funcionários.

A estratificação do pessoal ocupado ocorre em empresas do setor com mercado de atuação em negócios que oferecem diferentes condições de rentabilidade e riscos. Sob este aspecto econômico, Assumpção (2004) divide o setor da Construção Civil em quatro mercados, a saber:

- Mercado de empreendimentos imobiliários: é um mercado com dificuldades em se reconhecer a demanda e de controlar a oferta, permitindo a participação de investidores não tradicionais (especuladores), por ser um mercado aberto.

Exemplo: - edifícios residenciais;
- edifícios comerciais.

- Mercado de empreendimentos de base imobiliária: é um mercado baseado na exploração comercial do imóvel, exigindo investimentos elevados e longo prazo de maturação.

Exemplo: - hotéis;
- flats;
- shopping centers;
- plantas industriais.

- Mercado de serviços ou de obras empreitadas: é um mercado com conhecimento prévio do produto a ser executado e dos agentes participantes (promotor e executor).

Exemplo: - edificações comerciais ou residenciais;

- serviços complementares e parte das edificações.

- Mercado de concessões: mercado baseado na exploração de bens e serviços de concessões públicas.

Exemplo: - rodovias;

- telefonia;

- hidroelétricas.

De acordo com as características dos produtos gerados, o Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (SEBRAE, 2005) destaca três subsetores para o setor da Construção Civil: edificações, construção pesada e montagem industrial.

Particularizando o subsetor edificações como universo deste trabalho, o mesmo caracteriza-se pela produção não seriada, necessitando de novos espaços para cada produto e pela heterogeneidade tecnológica e empresarial de suas empresas, sendo constituído pelas obras: residenciais, comerciais, institucionais, industriais, partes de edificações e serviços complementares à edificação.

Dentre os diversos subsistemas que compõem uma edificação, o subsistema vedação vertical tem elevada importância pela interação que possui com vários outros subsistemas.

2.1 O subsistema vedação vertical

De acordo com Mesquita (2000), ao se tratar a produção do edifício como um todo, ao sistema do edifício “predomina a idéia de um conjunto de partes ou elementos que desenvolvem funções distintas, mas interrelacionadas entre si”.

O edifício, analisado como um sistema, é composto por diversos subsistemas, entre os quais (Dueñas Peña, 2003):

- fundações;
- estrutura;
- vedações verticais;

- esquadrias;
- instalações elétricas;
- instalações hidráulico-sanitárias;
- vedações horizontais;
- revestimentos;
- impermeabilização;
- cobertura.

Geralmente, os projetos dos subsistemas do edifício são contratados em separado. Apesar de ser elaborado em separado, o desenvolvimento dos projetos deve ser coordenado por profissional capacitado, considerando as inter-relações entre os subsistemas com vistas à racionalização construtiva da produção do sistema edifício. De forma diferente, a contratação da execução dos serviços pode ser realizada por seqüências individuais de subsistemas, grupos de subsistemas ou conjunto dos vários subsistemas.

Neste aspecto, as vedações verticais apresentam diretrizes para o planejamento da execução das etapas dos serviços, pois interferem com a maioria dos subsistemas do edifício, liberando a realização de vários serviços após sua execução.

2.1.1 Conceituação

Segundo Mesquita (2000), “enquanto o subsistema representa um grupo de elementos com características e funções definidas que juntamente aos outros grupos conforma o sistema construtivo, o componente representa um elemento com característica e função definida dentro do grupo delimitado pelo subsistema.” Assim, para as vedações verticais temos os blocos e a argamassa como componentes. Já o vedado, as esquadrias e o revestimento são considerados como elementos das vedações verticais.

A vedação vertical pode ser entendida como um subsistema do edifício constituído por elementos que definem e limitam verticalmente o edifício e seus ambientes internos, controlando a ação de agentes indesejáveis como animais, vento, chuva, ruídos e poeira (FRANCO et al., 2005).

As vedações verticais também servem de suporte e proteção, quando embutidas, para as instalações e criam as condições de habitabilidade para o edifício. Assim, os seguintes elementos fazem parte das vedações verticais, conforme a figura 2.1.

- **Vedo:** é o elemento que caracteriza a vedação vertical. A parede é o vedo mais utilizado como vedação externa e interna. As divisórias também são empregadas como vedo na compartimentação interna;
- **Esquadrias:** elemento que permite o controle de acesso aos ambientes. Quando de sua presença é indispensável a presença de vergas e ou contravergas;
- **Revestimento:** elemento que permite o acabamento decorativo da vedação – o sistema de pintura pode fazer parte do revestimento.

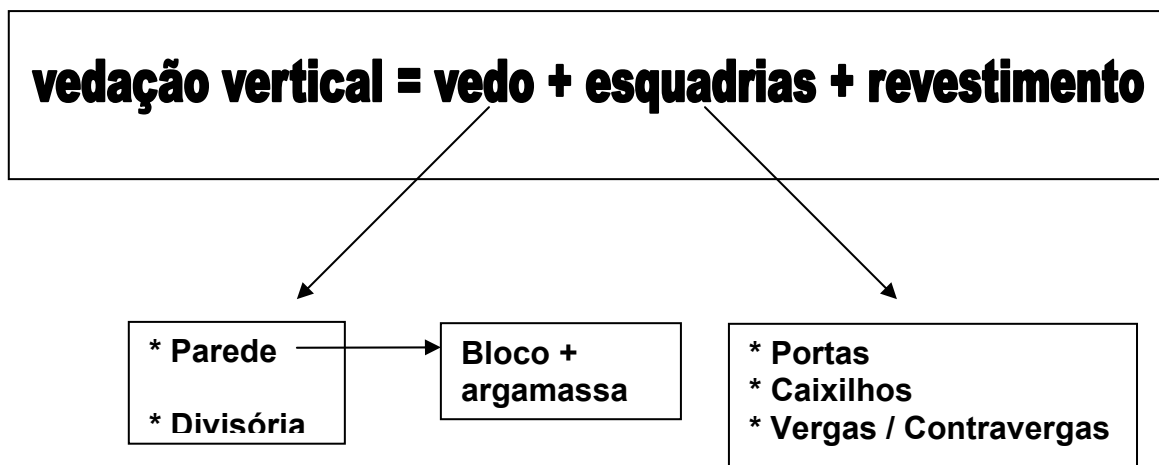


FIGURA 2.1: Definição vedação vertical e organograma simplificado de seus elementos
Fonte: Elaborado pelo autor

2.1.2 Terminologia

Quanto à terminologia utilizada para as vedações verticais, Franco et al. (2005) descrevem:

- **Pano:** uma das faces do vedo;
- **Parede:** tipo de vedo mais utilizado, se auto suporta, é monolítico e moldado no local, definitivo, pode ser exterior ou interno;
- **Divisória:** vedo interno ao edifício com a função de subdividir o edifício em diversos ambientes, geralmente leve e pode ser removido com mais facilidade.

2.1.3 Requisitos de desempenho

O Centro Tecnológico de Edificações (CTE, 1994) define desempenho como o “comportamento de um produto durante o uso”, sendo os requisitos de desempenho expressos qualitativamente e os critérios de desempenho como valores quantitativos dos requisitos de desempenho.

Desta forma, a construção de um edifício deve apresentar desempenho que atenda de forma satisfatória às exigências para o qual foi dimensionado e, como visto, o subsistema vedação vertical tem como principal função a proteção dos ambientes contra agentes atuantes, contribuindo decisivamente para o desempenho do edifício.

A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) por meio do Projeto de Norma 02:136.01.001/4:2006 – Desempenho de edifícios habitacionais de até cinco pavimentos – Parte 4: Sistemas de vedações verticais externas e internas - descreve os seguintes requisitos de desempenho para as vedações verticais que definem os ambientes de uma edificação:

- segurança contra incêndio;
- segurança no uso e operação;
- estanqueidade;
- conforto térmico;
- conforto acústico;
- desempenho lumínico;
- durabilidade e manutenibilidade;
- saúde, higiene e qualidade do ar;
- funcionabilidade e acessibilidade;
- conforto tátil e antropodinâmico;
- adequação ambiental.

Em razão do sistema das vedações verticais integrar-se com os demais elementos da construção, os requisitos citados, todos com suas devidas importâncias, requerem sempre análise conjunta para o melhor desempenho das vedações verticais, mas mesmo sem função estrutural, as vedações verticais vem sofrendo ações decorrentes das deformações das estruturas, cuja execução ocorre em ciclo cada vez mais curto.

Masseto & Sabbatini (1998) enfatizam que as alvenarias de vedações “inseridas numa estrutura reticular de concreto armado, estão sujeitas a uma série de solicitações que fazem com que a resistência e capacidade de deformação seja crucial para seu desempenho”, pois por serem de vedação não são normalmente dimensionadas e, assim, as solicitações oriundas da deformação de origem estrutural não são levadas em consideração.

Dentre os fenômenos causadores da deformação de uma estrutura de concreto, na interação estrutura / vedações verticais, destacam-se dois como mais significativos: a **deformação instantânea**, que ocorre quando existe a solicitação e cessa assim que esta desaparece e é um fenômeno reversível que, na prática se estabiliza quando o edifício é concluído, solicitado pelas cargas de utilização; e **deformação lenta**, que ocorre sob efeito de carga ao longo do tempo. É um fenômeno irreversível que ocorre continuamente, mas tem efeito significativo nos primeiros anos (MASSETO & SABBATINI, 1998).

De acordo com o American Concrete Institute (ACI), a deformação lenta da estrutura de concreto ocorre conforme a frequência indicada na tabela 2.1.

TABELA 2.1 – Frequência de ocorrência da deformação lenta em estrutura de concreto

Deformação lenta (%)	Tempo (meses)
50	3
60	6
70	12
100	60

Fonte: American Concrete Institute (ACI)

Em virtude da necessidade de se evitar problemas patológicos na interação estrutura/vedações verticais, algumas ações necessitam ser levadas em consideração para minimizar a deformação lenta. Dentre essas ações Franco et al. (2005) citam:

- postergar o tempo de colocação em carga (maior que 21 dias, de preferência, maior que 28 dias);
- distribuir as cargas da concretagem de lajes por pelos menos 3 lajes (implica em três jogos de escoramento);
- manter faixas de escoramento permanente e fundos de viga até a colocação em carga (plano de escoramento permanente);
- fazer cura úmida (segundo ABNT (NBR 6118), a deformação lenta quando a cura se dá em ambiente seco é de 2,8 a 3,4 vezes a deformação que ocorre quando a cura é sob água);
- especificar e comprar concreto com baixo potencial de deformação lenta, isto é:

- ✓ baixo fator água / cimento (de preferência $< 0,5$);
- ✓ quantidade mínima de cimento ($> 350 \text{ kg/m}^3$, para concreto de $f_{ck} 25$);
- ✓ agregados graúdos graníticos ou basálticos e areia silicosa lavada;
- ✓ concreto com módulo de elasticidade maior que o valor proposto na NBR 6118 ($E_c 28 \geq 5600 f_{ck}^{1/2}$).

A possibilidade das vedações verticais sofrerem ações decorrentes das deformações da estrutura tem causado alerta nas empresas construtoras no sentido de evitar ocorrência de problemas patológicos que gerem necessidade de gastos de recuperação das vedações e insatisfação dos usuários.

2.1.4 Classificação das vedações verticais

O nível de exigência dos requisitos de desempenho de uma vedação vertical refere-se ao desempenho do conjunto dos elementos que compõem essa vedação. De acordo com Barros et al. (2007), estes requisitos são exigidos em maior ou menor grau de intensidade conforme a posição que a vedação vertical ocupa no edifício, isto é, a exigência dos requisitos de desempenho de uma vedação localizada na fachada em contato com o meio exterior é maior do que uma vedação vertical interna de separação de ambientes.

Desta forma, a vedação vertical pode ser composta por vários elementos, possibilitando vários tipos de classificação. Dueñas Peña (2003) e Franco et al. (2005) classificam as vedações verticais:

➤ Quanto à posição no edifício

- **Externa (de fachada)** – vedação envoltória do edifício. Uma das faces está em contato com o meio externo ao edifício;
- **Interna** – vedação interna do edifício:
 - de Compartimentação** – quando ocorre a divisão dentro de uma unidade do edifício (área privativa ao usuário e seus dependentes);
 - de Separação** – quando ocorre a divisão entre unidades ou entre unidades e a área comum de um edifício.

➤ Quanto à técnica de execução

- **Por Conformação** – vedações obtidas por moldagem a úmido no local e, para isso, empregam materiais com plasticidade obtida pela adição de água, por exemplo: paredes de blocos cerâmicos assentados com argamassa industrializada;
 - **Por Acoplamento a Seco** – vedações obtidas por montagem através de dispositivos (pregos, parafusos, rebites, cunhas, etc). Constitui a técnica construtiva conhecida como “Dry Construction”, por não empregar materiais obtidos com adição de água, por exemplo: vedação de gesso acartonado;
 - **Por Acoplamento Úmido** – vedações obtidas por montagem a seco dos componentes com solidarização posterior com argamassa ou concreto, por exemplo: vedação com painéis pré-fabricados.
- **Quanto à densidade superficial:** a densidade superficial de uma vedação refere-se à relação entre a sua massa e a área que ocupa.
- **Leve** – vedação de baixa densidade superficial. O limite convencional é em torno de 60 kg/m^2 ABNT (NBR 11.685) a 100 kg/m^2 . Essas vedações não possuem função estrutural;
 - **Pesada** – vedação com densidade superior ao limite convencional. Pode ou não ter função estrutural.
- **Quanto à estruturação:** a estruturação de uma vedação refere-se às suas características de sustentação ao edifício.
- **Auto-suporte (ou auto-portante)** – não possui estrutura complementar. A vedação se sustenta, por exemplo: a alvenaria;
 - **Estruturada** – possui uma estrutura reticular para suporte dos componentes de vedação, por exemplo: vedação de gesso acartonado;
 - **Outras – Pneumática** – a vedação na qual o suporte é fornecido por pressão de ar interno superior à pressão atmosférica.
- **Quanto à distribuição dos esforços**
- **Contínua** – a absorção dos esforços se dá na parede como um todo, por exemplo: alvenaria, paredes maciças;
 - **Descontínua** – a absorção dos esforços externos é feita pelos componentes (placas ou painéis) e distribuídos por estes à estrutura da própria vedação. Necessariamente existem juntas, que podem ser aparentes ou não, entre os

componentes, por exemplo: divisória leve modulada (com juntas aparentes) e divisória leve de gesso acartonado.

- **Quanto à continuidade superficial em relação à visibilidade das juntas:** essa classificação considera a continuidade visual das vedações verticais:
 - **Monolítica** – quando a absorção dos esforços transmitidos à vedação é feita por todo o conjunto dos elementos, que trabalham solidariamente, por exemplo: vedação de alvenaria;
 - **Modular** – quando a absorção dos esforços transmitidos à vedação é feita pelos componentes de modo individual, em função da existência de elementos de juntas (juntas aparentes), por exemplo: divisória leve modulada, painéis pré-fabricados de fachada.

- **Quanto à removabilidade**
 - **Fixa** – irremovível sem destruição. No caso de ser removido seus componentes dificilmente são recuperáveis, gerando muito entulho, como por exemplo: alvenaria;
 - **Desmontável** – é desmontável com alguma degradação, gerando pouco volume de entulho. Para a sua remontagem requer a reposição de algumas peças, como por exemplo: divisória leve modular de gesso acartonado;
 - **Móvel** – normalmente só de compartimentação – tipo sanfona, de correr.

Em função da classificação anteriormente descrita, pode-se definir cada um dos tipos de vedação vertical mais empregados:

- **Paredes:** - de alvenaria
 - maciça de concreto.
- **Painéis:** - Pesados (pré-fabricados ou pré-moldados)
 - Leves (em fachada-cortina, em esquadrias);

Segundo Aquino (2004), a fachada-cortina é uma envoltória externa produzida por acoplamento seco e caracterizada por ser o próprio revestimento final. Pode ser constituída de placas de vidro, placas metálicas, placas de pedra, placas cerâmicas, etc.

Os painéis leves em esquadrias funcionam como envoltória externa e não exigem revestimento. Exemplo: esquadria composta por elementos transparentes (vidros) ou elementos opacos (placas poliméricas).

A escolha da vedação vertical para um edifício deve ser realizada levando-se em consideração o conhecimento técnico-constructivo da empresa construtora. Porém, como anteriormente mencionado, para o presente trabalho, a vedação vertical analisada será a alvenaria de vedação, assim, destaca-se a classificação das paredes de alvenaria.

2.1.5 Classificação das paredes de alvenaria

Segundo Lordsleem Júnior (2000), a palavra alvenaria é de origem árabe “al-bannã”, que significa aquele que constrói.

Sabbatini (1984) define alvenaria como “um componente complexo, utilizado na construção, e conformado em obra, constituído por tijolos ou blocos unidos entre si por juntas de argamassa, formando um conjunto rígido e coeso”.

Nos grandes centros predomina o processo constructivo tradicional das paredes de alvenaria, no qual o edifício é executado pelo emprego de estrutura reticulada de concreto armado, moldada no local e vedado com blocos cerâmicos ou de concreto.

Entretanto, existem outros componentes utilizados na execução das paredes de vedação em alvenaria. Segundo Franco et al. (2005), as paredes de alvenaria podem ser classificadas de acordo com o material empregado em:

- Alvenaria de bloco de concreto;
- Alvenaria de bloco cerâmico;
- Alvenaria de bloco sílico-calcário;
- Alvenaria de bloco de concreto celular;
- Alvenaria de bloco e tijolo de solo-cimento;
- Alvenaria de pedra.

Os mesmos autores descrevem uma subclassificação das paredes (em função do desempenho funcional) em:

- **Parede Estrutural:** é parte do elemento estrutural ou é o próprio elemento estrutural, dimensionada por meio de cálculo racional;
- **Parede Resistente:** quando não dimensionada através de cálculo racional;

- **Parede de Contraventamento:** tem função estrutural de contraventamento de uma estrutura reticulada;
- **Parede de Vedação:** não tem qualquer função estrutural no edifício, sendo dimensionada (por cálculo racional ou não), apenas para suportar o seu próprio peso e para resistir às ações atuantes sobre ela.

Cabe observar que a vedação vertical interfere diretamente no processo construtivo do edifício. Desta maneira, sua definição postergada, isto é, a contratação da empresa construtora e conseqüente entrega dos projetos tradicionais (fundações, estrutura, arquitetura e instalações) para início imediato da obra, sem que a empresa executora dos serviços tenha possibilidade de introduzir sua tecnologia construtiva referente às vedações verticais, pode inviabilizar a otimização de alternativas quanto à compatibilização entre os subsistemas, com vistas à racionalização construtiva. Assim, de acordo com Lordsleem Júnior (2000), a escolha da vedação vertical a ser executada deve-se dar juntamente com a concepção estrutural do edifício.

2.2 Evolução construtiva das vedações verticais em empreendimentos do subsector edificações

O **processo construtivo tradicional** dos edifícios construídos em estrutura reticulada de concreto armado e vedados em alvenaria de componentes cerâmicos ou outros componentes de vedação é caracterizado por Silva (2003) pelo “uso intensivo de mão de obra desqualificada e pela baixa mecanização nas etapas de produção nos canteiros, resultando em elevados índices de desperdício (mão de obra, materiais, tempo e recursos energéticos), poluição e degradação ambiental”.

Segundo Assumpção (2004), no mercado imobiliário até 1990, os ganhos eram relativamente altos para riscos não tão grandes, em virtude da disponibilidade de financiamentos, tanto para a produção como para a comercialização das edificações. Nesta época, existia a preocupação de executar a obra o mais rápido possível, a qualquer custo, para girar rapidamente os recursos financeiros, sendo a eficiência na produção um fator não preponderante para se obter remuneração.

No início dos anos 90, as empresas de construção civil começam a enfrentar um mercado mais exigente e competitivo, agravado a partir da estabilização econômica de meados da década.

Após 1990, ocorre a diminuição das margens de lucro e crescimento dos riscos, em razão da escassez de recursos para financiar a produção e a comercialização das unidades habitacionais. Aliada à falta de recursos financeiros, ocorre a queda do poder aquisitivo da classe média, a qual tende a buscar melhor preço e qualidade da construção: “Preço x Qualidade”. Desta maneira, os clientes intensificam suas exigências em relação à qualidade das obras na contratação da empresa executora, exigindo qualidade para materiais, projetos e obras.

Segundo Souza et al. (1995), o Código de Defesa do Consumidor, em vigência desde março de 1991, estabelece uma série de regras para a relação produtor/construtor, impondo penalidades pesadas aos projetistas, fabricantes e construtores, caso ocorram falhas na edificação em uso ou vícios de construção, penalizando o responsável pela colocação no mercado de produtos e serviços em desacordo com as normas técnicas brasileiras elaboradas pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT).

Assim, uma alternativa viável, encontrada pelas empresas construtoras, para tornarem-se competitivas foi planejar o empreendimento, agindo sobre as variáveis que geram despesas, ou seja, sobre os custos de produção por meio da racionalização da produção.

Assumpção (2004) descreve que para racionalizar a produção deve-se:

- Agir sobre a edificação produto
 - concepção
 - projeto
 - padronização
 - modulação (especificação de materiais e tecnologias)

- Agir sobre a edificação processo
 - organização da produção (planejamento e controle)
 - administração da produção (compras, abastecimento)
 - implantação do sistema de qualidade (procedimentos de serviços)
 - racionalização dos processos de trabalho

- motivações psicológicas
- condições de trabalho
- desenvolvimento de novas tecnologias
- volume de produção
- mecanização do processo
- linha de produção (industrialização)

A necessidade da racionalização dos métodos¹, processos² e sistemas construtivos³ em todas as fases de produção do empreendimento, desde a concepção até a execução e utilização dos edifícios é apontada por Melhado (1994):

A racionalização é um princípio que pode ser aplicado a qualquer método, processo ou sistema construtivo e, no caso do processo construtivo tradicional, significa a implementação de medidas de padronização de componentes, simplificação de operações e aumento de produtividade que podem trazer grandes reduções de custo. No entanto, a maior parte destas medidas têm de ser adotadas ainda na etapa de projeto, pelas suas implicações quanto a dimensões, especificações e detalhes que são incorporados.

Assim, na década de 90, marcada por grandes transformações no país, inserem-se os Sistemas de Gestão da Qualidade, cujo objetivo, segundo Souza et al. (1995): “é buscar a racionalização dos processos construtivos e empresariais, com conseqüente redução de custos, satisfação dos clientes externos e aumento da competitividade”.

Desta forma, a necessidade de mudanças organizacionais fez com que a racionalização da produção de edifícios construídos pelo processo construtivo tradicional passasse a ser

¹ SABBATINI (1989) define método construtivo como “conjunto de técnicas construtivas interdependentes e adequadamente organizadas, empregado na construção de uma parte (subsistema ou elemento) de uma edificação”.

² Para SABBATINI (1989), o processo construtivo representa “um organizado e bem definido modo de se construir um edifício, um específico processo construtivo caracteriza-se pelo seu particular conjunto de métodos utilizados na construção da estrutura e das vedações verticais”.

³ Para MARTUCCI (1990), “Os sistemas construtivos representam, dentro do quadro da construção de edificações, um determinado estágio tecnológico, indutor da forma de se executar os edifícios, ou seja, sintetizam o conjunto de conhecimentos técnicos e organizacionais, possíveis de serem combinados, em função do grau de desenvolvimento tecnológico em que se encontram a indústria de materiais de construção e a indústria de máquinas, equipamentos e ferramentas para a construção civil”.

utilizado pelas empresas construtoras como uma estratégia de ação para enfrentar a concorrência do mercado imobiliário (BARROS, 1998).

Surgiu, então, no mercado, um novo conceito para a produção das vedações verticais: a **alvenaria racionalizada**, caracterizada pela utilização de mão-de-obra treinada, de equipamentos e ferramentas que possibilitam maior produtividade na execução dos serviços e de um projeto de vedações verticais que elimina a responsabilidade de decisões de execução do canteiro.

O desenvolvimento da alvenaria racionalizada objetiva estabelecer metodologias e procedimentos para racionalizar as atividades construtivas e melhorar o desempenho dos edifícios, gerando potenciais benefícios como descreve Barros (1998):

- alterar a postura predominante no meio produtivo que permite a adoção de soluções construtivas estabelecidas no canteiro de obras, no momento em que se realiza um determinado serviço, fazendo com que se perca todo potencial de racionalização da produção;
- exigir um planejamento prévio de todas as atividades envolvidas, ou seja, a realização de um projeto voltado à produção, permitindo que as soluções mais racionais possam ser pensadas previamente;
- colocar a condução do processo de produção do edifício nas mãos do corpo técnico da empresa, que pode empregar com mais propriedade as ferramentas do planejamento e da tecnologia para a solução de problemas;
- exigir o treinamento e a motivação da mão-de-obra, o que permite a valorização profissional e a adoção de novas posturas de trabalho;
- exigir a implementação de procedimentos de controle do processo de produção e aceitação do produto, em geral inexistentes.

As vedações verticais passam a ser pensadas a partir de uma visão sistêmica de todo o processo, na qual as medidas com vistas à racionalização incorporam todas as fases do processo de produção, desde a concepção do empreendimento até a execução e utilização do edifício.

Visando uma interação com empresas construtoras do subsetor edificações, o meio acadêmico procura contribuir com o meio técnico mediante convênios ou consultorias para o desenvolvimento e implantação de tecnologias construtivas. Essas parcerias, especificamente

relacionadas às vedações verticais, resultam no desenvolvimento de novos métodos, processos e sistemas construtivos e, ainda, no aperfeiçoamento dos existentes.

A integração entre os vários agentes do processo valoriza o comprometimento dos diversos projetistas em compatibilizarem os projetos de vedações verticais, resultando em melhorias de soluções entre as interferências dos subsistemas em questão, retirando das mãos de quem produz a tomada de decisões no canteiro de obras. Para tanto, deve haver maior conscientização por parte destes projetistas quanto à necessidade de compatibilizar as vedações verticais com a estrutura, esquadrias, instalações hidráulicas e elétricas, revestimento, impermeabilização, contrapiso e demais interfaces no momento da concepção do edifício, para se obter resultados no que diz respeito à produtividade, redução de desperdícios e melhoria da qualidade do produto (CORRÊA & ANDERY, 2006).

A compatibilização e solução dessas interfaces podem ser conseguidas pelo desenvolvimento de projetos que visem coerência com as condições da etapa de execução: o projeto para produção de alvenaria de vedações.

CAPÍTULO 3 – PROJETO PARA PRODUÇÃO DE ALVENARIA DE VEDAÇÕES: INTEGRAÇÃO ENTRE PROJETOS E PRODUÇÃO

A expectativa de elevar a produtividade da mão-de-obra e a qualidade do produto final envolve cada vez mais um grande número de agentes no processo do empreendimento com o intuito de melhorar a interação entre as atividades de projeto e a produção.

A tentativa de minimizar problemas decorrentes das interferências entre a alvenaria de vedações com os demais subsistemas que com ela interagem é possibilitada pela compatibilidade entre as especialidades dos projetos do produto por meio do desenvolvimento do projeto para produção da alvenaria de vedação, levando-se em consideração a tecnologia construtiva da empresa construtora.

Melhado (1994) define projeto para produção como:

conjunto de elementos de projeto elaborados de forma simultânea ao detalhamento do projeto executivo, para utilização no âmbito das atividades de produção em obra, contendo as definições de: disposição e seqüência de atividades de obra e frentes de serviço; uso de equipamentos; arranjo e evolução do canteiro; dentre outros itens vinculados às características e recursos próprios da empresa construtora.

Desta maneira, a existência de interferências faz com que o projeto para produção de vedações verticais não possa ser pensado simplesmente como um projeto de paginação de alvenaria.

A racionalização da alvenaria de vedação deve fundamentar-se na elaboração de um projeto construtivo, o projeto para produção, que tem o objetivo de detalhar tecnicamente a produção deste subsistema. Para alcançar maior grau de racionalização da alvenaria, o projeto para produção deve ser elaborado, preferencialmente, desde a concepção do empreendimento e, simultaneamente, aos demais projetos do edifício, em suas respectivas etapas de desenvolvimento, o que possibilita maior detalhamento da interface vedação vertical e demais subsistemas, levando-se em consideração a construtibilidade das soluções adotadas.

Visando a compatibilização da alvenaria de vedação com subsistemas com os quais interage, faz-se necessária contextualização simplificada e definição de conceitos, alguns advindos da

indústria seriada e adaptados na indústria da construção de edifícios, essenciais ao desenvolvimento do projeto para produção das vedações verticais.

3.1 Racionalização do processo construtivo tradicional

Empresas que atuam na área de construção de edifícios buscam alternativas para se tornarem competitivas frente à realidade das condições de mercado. A adoção de estratégias como a racionalização dos métodos, processos e sistemas construtivos e de alterações organizacionais internas vêm sendo empregadas com o objetivo de diminuir custos, cumprir prazos de execução e melhorar a qualidade dos edifícios produzidos.

3.1.1 Processos construtivos: níveis tecnológicos

Os processos construtivos são classificados por Martucci (1990) e Sabbatini (1989) de acordo com o nível de desenvolvimento tecnológico. Martucci (1990) estabelece cinco níveis: Artesanais, Tradicionais, Tradicionais Racionalizados, Pré-fabricados e Industrializados. Sabbatini (1989) estabelece três níveis: Tradicionais, Racionalizados e Industrializados, assim designados:

Processo Construtivo Tradicional: “uso intensivo de mão-de-obra, baixa mecanização, elevados desperdícios de recursos humanos, de materiais e de tempo, dispersão e subjetividade nas decisões, e por fim, fragmentação e descontinuidade da obra” (SABBATINI, 1989).

Os materiais industrializados (cimento, tubos elétricos e hidráulicos, blocos, azulejos, etc) ou naturais (areia, pedra, etc) são transportados para o canteiro de obras, no qual ocorre a construção da edificação por meio da cultura da região e ou prática construtiva disseminada pela empresa construtora.

Processo Construtivo Racionalizado: “empregam técnicas organizacionais das indústrias de manufatura, sem alterações radicais dos métodos de produção em uso, incorporação de princípios de planejamento e controle de fluxo de produção, com objetivo de centralizar e programar as decisões e de eliminar os desperdícios e aumentar a produtividade” (SABBATINI, 1989).

Ocorre maior preocupação com elaboração de detalhamento dos projetos, treinamento da mão-de-obra e valorização das normas de segurança.

Os materiais industrializados ou naturais, como no processo construtivo tradicional, também são transportados ao canteiro de obras, mas armazenados de forma ordenada (existem projetos de canteiros e de unidades produtivas) com o intuito de diminuir perdas de materiais de construção.

Martucci (1990) denomina o processo construtivo racionalizado como processo tradicional racionalizado, ou seja, são originalmente tradicionais, mas apresentam projetos elaborados racionalmente com mais e melhores definições técnicas.

Processo Construtivo Industrializado: “usam intensamente componentes e elementos produzidos em instalações fixas e acopladas no canteiro, utilizando técnicas industriais de produção, transporte e montagem” (SABBATINI, 1989).

O processo de trabalho deste processo construtivo caracteriza-se por ser especializado, realizado fora do canteiro de obras, em módulos, de forma seriada e padronizada, sendo transportado, basicamente, para a montagem no canteiro.

Atualmente, o processo construtivo tradicional racionalizado tem predominado as empresas construtoras do subsetor edificações com vistas à racionalização. Este processo construtivo busca a aplicação dos recursos envolvidos no processo de produção por meio da adequação tecnológica e da mudança organizacional dos processos construtivos tradicionais.

3.1.2 Do processo construtivo tradicional ao racionalizado

Entre 1945 e 1980, o Brasil deixa de ser um país com base na atividade agrária para ser um país voltado às atividades dos setores secundário e terciário, ocorrendo uma migração populacional do campo para os centros urbanos (GRANDI, s.d.).

O forte processo de urbanização desse período resulta em mudanças na indústria da construção e, sobretudo, no subsetor edificações. A demanda por habitações e a supervalorização dos terrenos estimulam o processo de verticalização dos grandes centros pela execução dos edifícios construídos em estrutura reticulada de concreto e vedações em alvenaria.

Em 1964, como destaca Barros (1998), com a mudança de regime de governo, o desenvolvimento dos subsetores construções pesadas e montagem industrial é intensificado e, devido a falta de recursos financeiros, a produção de habitações fica praticamente paralisada.

Com a produção habitacional estagnada, o déficit habitacional cresce de forma vultosa e, em resposta, ocorre a criação do Banco Nacional de Habitação (BNH), que proporciona a produção em massa de unidades habitacionais e, a expansão do setor de materiais e componentes.

O mercado, nesse período, volta-se para a industrialização e a pré-fabricação, utilizando intensamente a mecanização e, assim, o processo construtivo tradicional de produção de edifícios é deixado para um segundo plano. A fase da industrialização tem grande expansão no início da década de 70, mas no final da década, nota-se o início da recessão, que culmina em meados da década de 80 (BARROS, 1998).

Essa crise econômica leva a significativas retrações a atividade do subsetor edificações, que requer linhas de financiamentos em virtude dos edifícios terem longo prazo de maturação e necessitarem de expressivos recursos financeiros para sua construção.

Fabício (2002) ressalta que, com a queda de financiamentos públicos habitacionais decorrentes da crise do sistema financeiro a partir de 1984, as construtoras passam a utilizar recursos próprios e ou privados de financiamentos e, também, diminuem suas margens de lucros e os custos dos novos empreendimentos⁴ para viabilizarem a entrada de seus produtos (unidade habitacional a ser comercializada) no mercado. A incidência dos altos custos financeiros na imobilização de capitais faz com que a comercialização dos empreendimentos seja agilizada e a parcela do empreendimento destinada ao pagamento da compra do terreno reduzida, como forma de baixar os preços de comercialização das novas unidades.

A busca pela comercialização mais ágil cria competitividade entre as empresas do setor que ainda se deparam com o aumento da conscientização de seus clientes compradores frente à qualidade dos produtos comercializados.

A necessidade de continuarem produzindo e serem competitivas, somada a escassez de recursos financeiros e maior exigência dos clientes em relação à qualidade do produto

⁴ As construtoras começam a se preocupar com o empreendimento como um processo (viabilização do negócio, valor de compra do terreno, projetos, execução, uso e manutenção).

edifício, conduz as empresas que atuam na área de construção de edifícios, por possuírem, segundo Melhado & Fabrício (1998), “precário domínio técnico” sobre suas atividades produtivas, a investirem na racionalização do processo construtivo tradicional, marcado pela ausência de procedimentos de execução e seqüência de atividades de serviços.

Novaes (1996) destaca que nesse novo contexto “a opção pela racionalização dos processos construtivos tradicionais representa, no âmbito da construção de edifícios, alternativa diferenciada de industrialização, baseada não mais na pré-fabricação seriada de componentes, mas na organização do processo de trabalho.”

Empresas líderes do subsetor edificações, conforme destaca Fabrício (2002), em virtude da escassez de recursos para uma mudança radical do processo construtivo tradicional, utilizam-se de estratégias baseadas em mudanças tecnológicas, na racionalização da produção e na introdução de modelos organizacionais mais eficientes para evoluírem ao processo construtivo racionalizado.

Barros (1998) relata que “com a retração do mercado, a racionalização da produção de edifícios construídos pelo processo construtivo tradicional passa a ser uma das estratégias de ação das empresas construtoras para enfrentar a concorrência.”

O processo de produção do edifício tende a ser otimizado por meio do aumento da produtividade das tarefas desenvolvidas nos canteiros e pela minimização das perdas mediante controle de desperdícios da produção. Algumas modificações introduzidas no processo construtivo tradicional para obtenção de maior produtividade e minimização das perdas de materiais podem ser consideradas:

- ✓ elaboração dos projetos com maiores definições técnicas e mais detalhados para execução;
- ✓ projetos de canteiro e organização do trabalho (treinamento e motivação da mão-de-obra e valorização das normas de segurança);
- ✓ introdução de inovações tecnológicas;
- ✓ definição da seqüência de execução das atividades.

Desta maneira, o cenário competitivo do subsetor edificações evidencia a estratégia das empresas construtoras ao implementarem melhorias gradativas nos processos construtivos tradicionais na busca de um processo construtivo que utilize os princípios da racionalização.

3.2 Conceito de racionalização construtiva

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

O mesmo autor ressalta que “os princípios da racionalização devem ser aplicados ao edifício tanto como produto quanto como processo”. Desta forma, as medidas de racionalização precisam ser pensadas na fase inicial do empreendimento (planejamento e projeto), estendendo essa racionalização à fase de produção do edifício, com o objetivo de alcançar redução de custos, prazos e falhas de execução.

Com um enfoque mais amplo, Sabbatini (1989) define que “a racionalização construtiva é um processo composto pelo conjunto de todas as ações que tenham por objetivo otimizar o uso de recursos materiais, humanos, organizacionais, energéticos, tecnológicos, temporais e financeiros disponíveis na construção em todas as suas fases.”

Para Peralta (2002), “a racionalização construtiva implica no desenvolvimento de um projeto analisado sob a ótica da economicidade, eficiência e otimização”.

Assim, a racionalização construtiva do edifício tem por finalidade alcançar maior produtividade no canteiro de obras, eficiência de execução e qualidade do produto, aliado ao menor desperdício de materiais e mão-de-obra, baseando-se entre outros fatores como o treinamento da mão-de-obra e na introdução de inovações tecnológicas, nas especificações determinadas pelos projetos para produção do produto edifício. Para isto, os projetos devem conter informações que expressem a exeqüibilidade das propostas encaminhadas ao canteiro de obras, muitas vezes facilitada pela utilização da coordenação dimensional e modular com o intuito de padronizar os detalhes construtivos para situações padrão de execução.

3.2.1 Coordenação modular e dimensional

Mesquita (2000) descreve que a modulação ou coordenação modular “representa um sistema geral de medidas, uma metodologia que objetiva a racionalização dos Processos Construtivos ao envolver toda a coordenação das dimensões dos componentes e subsistemas do edifício e

serve como referência para a compatibilização dimensional e espacial de todos os componentes presentes em um canteiro de obras.”

O bloco é o componente básico da alvenaria, definido por três dimensões: comprimento, largura e altura. O comprimento define o módulo horizontal, ou em planta e a altura define o módulo vertical, a ser adotado nas elevações das paredes (RAMALHO & CORRÊA, 2003).

Neste aspecto, a concepção da arquitetura da edificação tem elevada importância na definição da modulação a ser adotada. Modular as paredes de vedações do edifício implica em ajustar suas dimensões em planta e em relação ao pé-direito da edificação, em função da escolha dos blocos e seus submódulos, com o intuito de evitar cortes ou ajustes na etapa de execução.

Nesta linha de raciocínio, Novaes (1996) descreve que “o arquiteto deve estabelecer, em conjunto com o profissional do projeto de vedações, quando for o caso da sua elaboração, malhas modulares, segundo os planos horizontal e vertical, cujos módulos sejam submúltiplos das dimensões dos componentes dos subsistemas.” Então, deve-se fazer uso de componentes de alvenaria com modulação flexível, ou seja, blocos seccionáveis ou submódulos para a completação do vão estrutural de tal forma que não ocorra a necessidade de enchimentos ou ajustes na etapa de execução, prejudicando a produtividade e a seqüência de trabalho.

Na etapa de elaboração do projeto para produção das vedações verticais deve ser realizado o estudo das modulações horizontal e vertical, levando-se em consideração a coordenação dimensional no intuito de, como descreve Dueñas Peña (2003), “ajustar as medidas de todos os componentes da alvenaria e dos subsistemas a ela relacionados, intensificando a racionalização da produção e diminuindo as incompatibilidades e improvisações na fase de execução”.

A coordenação dimensional entre os vários elementos que compõem a parede de vedação vertical facilita a atividade de elaboração do projeto quanto à possibilidade de padronização dos materiais e componentes, reduzindo as incompatibilidades de interfaces e os desperdícios com adaptações na etapa de execução.

Desta maneira, o tamanho dos blocos, inseridos na estrutura reticular de concreto armado, deve determinar os componentes que fazem parte ou são introduzidos nas paredes de vedações verticais, entre os quais:

- ✓ as posições de aberturas de portas e janelas;
- ✓ as vergas e contravergas;
- ✓ as juntas verticais de assentamento e espessura de fixação da alvenaria à estrutura;
- ✓ as alturas de piso à viga ou piso a teto.

Por fim, o projeto de vedações verticais deve estar bem resolvido quanto à modulação dos cantos e cruzamentos entre blocos (perpendiculares entre si). No plano horizontal, o comprimento e a espessura da junta vertical, quando não for junta seca, não deve ocasionar a perda da coordenação dimensional. Definida a primeira fiada, as fiadas subseqüentes devem evitar a ocorrência das juntas a prumo.

3.3 Conceito de construtibilidade

O conceito de construtibilidade surgiu no início da década de 80, sendo conhecido na Europa como *Buildability* e nos Estados Unidos como *Constructability*. De acordo com Campos (2002), a construtibilidade traduz o conhecimento e a experiência da construção no projeto, otimizando os processos e métodos construtivos ao longo da obra.

O projeto, apesar de toda regulamentação e normalização que o cerca, disponibilização de *softwares* computacionais e divulgação pelo mercado, em especial pelas universidades, de métodos e processos construtivos, continua sendo entregue para execução no canteiro de obras “mal resolvido”.

Para Silva (2003), “o detalhamento construtivo de qualquer objeto revela a intimidade do projetista com a natureza dos materiais, componentes e técnicas construtivas empregados na sua confecção, inclusive seu comportamento presumível em serviço”.

Nos projetos em que se deixa para o canteiro de obras a resolução de detalhes de algumas tarefas podem resultar em atrasos, em retrabalho de serviço concluído, no uso ineficiente de recursos e na execução de trabalhos fora de sua seqüência normal, repercutindo, na maioria das vezes, no prazo de execução da obra e no respectivo orçamento.

A falta de integração e conciliação das diversas especialidades do projeto pode ser apontada como uma das responsáveis pela não exequibilidade do projeto no canteiro de obras. O projeto, salvo exceções, é resultado de um trabalho realizado em fases distintas pelo projetista

responsável pela sua disciplina de projeto, sem preocupação, por parte do contratante, da coordenação ao longo das diferentes etapas de sua realização.

A coordenação de projetos deve atentar para medidas de racionalização construtiva que visem o aumento do nível organizacional da produção das edificações, orientando as decisões em todo o processo de produção, destacando a construtibilidade como uma das ferramentas para implementação dessa racionalização (FRANCO, 1996).

Destacando uma visão mais abrangente, o Construction Industry Institute (CII, 1987) citado por Melhado (1994), define construtibilidade como “o uso ótimo do conhecimento e da experiência em construção, no planejamento, projeto, contratação e trabalho em canteiro, para atingir os objetivos globais do empreendimento”. Esse conceito afirma a necessidade dos agentes envolvidos na produção participarem das etapas de planejamento e projeto do empreendimento para o alcance da construtibilidade desejada.

Griffith (1987), citado por Novaes (2004), conceitua a construtibilidade no sentido de que “a maioria dos projetos é realizável (“buildable”) mas alguns são claramente mais realizáveis que outros”... “um projeto que tenha levado na devida conta as suas implicações na construção, ou seja, construtibilidade, deveria ser mais fácil, mais rápido, e mais barato de construir”.

Assim, a retroalimentação de informações, normalmente não realizada entre engenheiros de produção e projetistas, é uma ferramenta potencial para a construtibilidade. A repetição continuada de falhas detectadas durante a execução pode ser solucionada com maior comunicação entre os agentes.

A integração dos agentes da promoção, concepção e produção desde a fase de concepção do projeto possibilita antecipar a definição e execução dos serviços nesta fase, mediante elaboração dos projetos para produção que desenvolvem as soluções construtivas, compatibilizando os projetos do produto com o sistema construtivo da empresa construtora, retirando, assim, do canteiro a tomada de decisões.

A elaboração de projetos, baseados no sistema de produção da empresa construtora, o que nem sempre acontece, deve seguir diretrizes gerais de construtibilidade, como apontam Rodríguez & Heineck (2002):

- ✓ simplificar os detalhes de projeto para simplificar a execução;
- ✓ projetar para a habilidade e experiência da mão-de-obra disponível;
- ✓ projetar para seqüências práticas e simples das operações de construção;
- ✓ projetar para substituições e tolerâncias práticas dos materiais/componentes no local do trabalho;
- ✓ projetar para padronizar e usar o número máximo de repetições quando apropriado;
- ✓ projetar para simplificar as substituições; e
- ✓ projetar para uma fácil comunicação com o construtor.

A qualidade e o detalhamento das soluções apresentadas pelos projetos disponibiliza, ao canteiro de obras, o que se espera do produto e dos subsistemas construtivos. A compatibilidade de informações entre os vários projetos para que ocorra integração das soluções adotadas é essencial para que a obra possa executar os subsistemas sem interferências (FABRÍCIO, 2002).

O equacionamento das interferências entre os subsistemas do edifício induz à racionalização e contribui para aumentar a construtibilidade do projeto e a introdução de inovações tecnológicas que são objetivos da engenharia simultânea.

3.4 Valorização do projeto como processo

Tradicionalmente, um projeto de um edifício só é iniciado após o término do projeto que o antecede; essa forma seqüencial de projetar dá pouca ênfase ao modo de como fabricar o produto para reduzir custos de produção e aumentar a qualidade do produto final, gerando, ainda, demora no lançamento de novos produtos no mercado.

No subsetor edificação, geralmente, o desenvolvimento da elaboração dos projetos termina com a definição do produto edifício, não ocorrendo a elaboração do projeto do processo produtivo. Com isso, muitas das patologias em edifícios têm sua origem na etapa de projeto.

A forma da elaboração do projeto do produto, de maneira seqüencial e sem visão sistêmica do conjunto projeto e execução, resulta na falta de qualidade do projeto.

Na fase de projeto são maiores as oportunidades para influenciar as características do produto edifício e os custos de produção, de tal forma que esta fase não deve ser considerada como custo, e sim, investimento pelo empreendedor, que receberá os benefícios nas etapas de

execução e uso. Assim, o paralelismo na elaboração dos projetos do edifício exige maior e precoce interação entre os vários envolvidos no ciclo de vida do produto⁵, exigindo intenso fluxo de informações e possibilitando o desenvolvimento de técnicas construtivas ou a introdução de novos produtos que satisfaçam as necessidades dos usuários.

Desta maneira, o desenvolvimento integrado de projetos, ou seja, a Engenharia Simultânea (ES) deve considerar as inter-relações existentes entre os diversos subsistemas do edifício, resultando em um projeto harmônico e coeso (MESQUITA, 2000).

De acordo com Fabrício (2002), a Engenharia Simultânea objetiva buscar uma interação precoce e mais intensa entre os agentes envolvidos na concepção, produção e uso de um novo produto ou serviço.

Desta forma, as atividades dos diversos projetos, ao longo do desenvolvimento do edifício, devem ser tratadas e resolvidas paralelamente, devendo os projetos ter suas soluções coordenadas de forma instantânea nas respectivas fases de execução ao invés de ser realizada apenas a compatibilização entre projetos já desenvolvidos.

A conformação de grupos multidisciplinares de projeto é fundamental para que a coordenação de projetos promova a integração das diversas disciplinas ao longo do empreendimento e, também, para que a compatibilização dos projetos para produção visem à racionalização construtiva do edifício.

3.4.1 Coordenação e compatibilização de projetos

O desenvolvimento das disciplinas de projetos do edifício, inseridos em ambiente construtivo cada vez mais complexo e especializado, requer multidisciplinariedade de especialistas, sendo fundamental a coordenação desses projetos por profissionais que busquem soluções de forma integrada em todo processo de projeto. O trabalho dos especialistas envolvidos deve ser orientado segundo diretrizes comuns, com vistas aos objetivos gerais do empreendimento, devendo ainda, a equipe multidisciplinar, no entendimento de Melhado (1994), ser coordenada por profissional com experiência em projeto e execução.

⁵ FABRÍCIO & MELHADO (2002) definem como fases do ciclo de vida do produto: concepção, produção, comercialização, uso e manutenção do produto.

Na mesma linha de raciocínio, Novaes (1996) considera que essa coordenação deve ser realizada “por profissional com experiência em questões relacionadas com as atividades da produção, ou saber requisitar a presença de profissionais experientes, pertencentes aos quadros da própria empresa, ou mesmo na forma de consultores externos, que possam suprir as deficiências detectadas”.

Sendo a coordenação de projetos realizada dentro da própria construtora, por empresa terceirizada (consultor), pelo autor do projeto arquitetônico ou outro profissional capacitado para desempenhar a tarefa, a empresa construtora deve transmitir sua tecnologia construtiva para que as diretrizes de projeto e execução sejam utilizadas no desenvolvimento do processo.

A coordenação de projetos deve integrar e desenvolver os diversos projetos, conforme descreve Novaes (1998), mediante compatibilização de soluções afins em reuniões periódicas, entre os agentes envolvidos, realizadas em cada uma das fases que compõem o processo de projeto, identificando interferências e incompatibilidades entre as mesmas.

Desta forma, a compatibilização de projetos consiste numa atividade que “permite conciliar, física, geométrica, tecnológica e produtivamente, os componentes que interagem nos elementos construtivos horizontais e verticais das edificações” (NOVAES, 1998).

Atualmente, a complexidade dos edifícios passa a exigir, além dos projetos do produto, projetos com maior grau de detalhamento, cabendo a compatibilização de projetos delinear conflitos entre os projetos das respectivas obras, simplificando a execução e otimizando o uso dos recursos de materiais e mão-de-obra, assim como conseqüente manutenção. Como um dos projetos de detalhamento destaca-se o projeto para produção de vedações verticais que vem assumindo papel fundamental na compatibilização de projetos, em razão da vedação interferir com diversos subsistemas construtivos do edifício.

A compatibilização de projetos, dentre as atribuições da coordenação de projetos, deve ser permanentemente acompanhada pelos projetistas responsáveis pela elaboração dos projetos, desde as fases iniciais do processo. A cada etapa de desenvolvimento de projeto é acentuada a necessidade de identificação de interferências e incompatibilidades presentes em projetos distintos, com a devida importância das respectivas soluções projetuais.

Baseado no trabalho de Novaes (1996), Silva (2004) descreve no quadro 3.1 exemplos de compatibilizações de projeto necessárias durante as fases de estudo preliminar, anteprojeto e projeto executivo.

QUADRO 3.1 – Exemplos de compatibilização nas respectivas fases de projeto

FASE	COMPATIBILIZAR
Estudo preliminar	<ul style="list-style-type: none"> –Soluções inicialmente propostas nos vários projetos para o produto –Partido arquitetônico adotado (estudo de massa) com a alternativa selecionada para a composição estrutural dos pavimentos-tipo. –Soluções propostas nos projetos de instalações prediais com a composição estrutural e de vedações.
Anteprojeto	<p>Soluções dos diversos projetos do produto e para produção, resolvendo as interferências dimensionais, tecnológicas e produtivas entre os projetos.</p> <ul style="list-style-type: none"> –Dimensões de ambientes, de componentes de vedações, de vãos estruturais para vigas e lajes, das seções transversais de pilares e vigas e das espessuras de lajes. –Posicionamento e dimensões das aberturas para esquadrias. –Composição estrutural do pavimento-tipo com a localização de vagas nas garagens. –Níveis das lajes do pavimento-tipo, verificando a necessidade de executar desníveis. –Dimensões dos ambientes com as dimensões de mobiliários e equipamentos. –Furações em componentes estruturais e do detalhamento do processo construtivo das vedações com as soluções e posicionamento de dutos e equipamentos das instalações, definindo a localização dos <i>shafts</i> com visita ou não.
Projeto executivo	<p>Soluções adotadas nos projetos do produto e para produção, com base no projeto de vedações, quanto aos aspectos dimensionais, tecnológicos e produtivos.</p> <ul style="list-style-type: none"> –Painéis de vedação com: <ul style="list-style-type: none"> –os sistemas de impermeabilização das lajes, em ambientes úmidos; –as soluções construtivas para as instalações elétricas e hidráulicas; –as dimensões e posicionamento das aberturas para as esquadrias; –os sistemas de fixação das esquadrias. –Posicionamento e dimensões de eventuais aberturas nas lajes com a localização dos dispositivos destinados à passagem de componentes das instalações nos painéis de vedação. –Espessuras das camadas constituintes dos pisos, em função dos ambientes e dos desníveis entre ambientes contíguos.

Fonte: Silva (2004), p.59 - (Baseado em Novaes, 1996)

Assim, a compatibilização dos projetos do edifício deve ser iniciada na fase de estudos preliminares, prosseguindo na fase de anteprojetos, terminando na fase de projetos executivos, realizando em cada fase a avaliação das soluções propostas e a integração dos projetos com a definição das especificações técnicas a serem utilizadas.

Medidas de racionalização construtiva às vedações verticais podem ser alcançadas com o desenvolvimento do projeto para produção.

O projeto de vedações verticais, como destaca Novaes (1999), amplia o detalhamento do produto edifício e de sua produção por meio da compatibilização de projetos ao integrar componentes de vários subsistemas construtivos.

Os detalhes construtivos devem ser concebidos de forma a assegurar o melhor desempenho das paredes, considerados os prazos e os custos previstos no planejamento global da obra (MEDEIROS & FRANCO, 1999).

3.5 O projeto para produção de vedações verticais

Nos últimos anos, os projetos do produto têm passado por uma evolução conceitual significativa. Estudos e o conhecimento adquirido pelos agentes envolvidos ao longo de seu ciclo vêm alterando o conteúdo da atividade de projeto, introduzindo princípios baseados na racionalização, construtibilidade e evolução tecnológica.

Barros & Sabbatini (2003) relatam que a competitividade existente entre as empresas construtoras nos grandes centros exige maior preocupação com o desenvolvimento dos projetos, resultando em melhor desempenho da edificação, diminuição dos custos da produção e otimização das atividades de execução. Com a tentativa de integrar o projeto à produção, é essencial que seu prazo de desenvolvimento seja dilatado para incorporar à fase de construção as soluções, reduzindo as improvisações e incertezas no canteiro por meio da elaboração de projetos para produção. Em países desenvolvidos, como descreve Melhado (1994), o tempo de projeto é proporcional ao tempo de execução da obra e, com isso, procura-se evitar desperdícios e deficiências no canteiro.

Diferentemente da indústria seriada, conforme aponta Fabrício (2002), na construção de edifícios, a não repetitividade do produto exige informações que são particulares de cada obra, mas adequadas à cultura construtiva da empresa, o que exige a necessidade de projetos para produção específicos e voltados à orientação da produção de determinados elementos ou subsistemas próprios da referida obra.

Na interface da alvenaria de vedação com outro subsistema ocorre a descontinuidade da parede de alvenaria, de forma que, devido, à introdução de um novo componente, os materiais

trabalham diferentemente, sendo “que a elaboração do projeto de vedações contribui para compatibilização de soluções, durante as atividades da coordenação de projetos” (NOVAES, 1997).

A elaboração do projeto de vedações exige definições quanto à concepção do edifício a ser construído, especificações dos componentes a serem utilizados (tipologias e dimensões) e em cada concomitante etapa do processo de projeto, a composição e dimensionamento dos demais projetos (NOVAES, 1999).

3.5.1 Potencial de racionalização

O projeto para produção de vedações verticais pode ser elaborado mediante duas situações. A primeira, na etapa de anteprojeto, quando ocorre a possibilidade de compatibilização com os demais projetos com os quais a alvenaria interage, sendo possível elevado potencial de racionalização; uma segunda situação, limitando o potencial de racionalização da produção do edifício, mas que ainda gera benefícios à compatibilização da alvenaria com outros subsistemas, dá-se quando o projeto para produção das vedações verticais ocorre depois da elaboração dos projetos executivos.

De acordo com Barros & Sabbatini (2003), quando da realização do projeto de vedações verticais sem que estejam os projetos de arquitetura, estrutura e instalações em estágio avançado de desenvolvimento é possível identificar as interferências entre os subsistemas no que se refere a modulação, passagens de instalações, posicionamento de *shafts*, detalhes para impermeabilização e esquadrias, entre outras interfaces. Contrariamente, estando os projetos executivos prontos, perde-se o potencial de compatibilizar:

- ✓ os vãos da estrutura com a modulação da alvenaria, exigindo-se, em decorrência, o corte de blocos;
- ✓ a modulação da alvenaria com as aberturas para as esquadrias de portas e janelas; e
- ✓ o posicionamento das instalações com as características da alvenaria, inviabilizando, muitas vezes, a proposição de “shafts”, ou mesmo a passagem dos dutos pelos componentes.

Mesmo assim, com menor potencial de racionalização, Barros & Sabbatini (2003) apontam vantagens na elaboração do projeto para produção da alvenaria de vedações, devido à possibilidade de identificar, entre outros itens:

- ✓ quais blocos deverão ser cortados para compatibilizar a alvenaria com a modulação da estrutura;
- ✓ de que forma a alvenaria deverá estar ligada à estrutura;
- ✓ como será a relação alvenaria-esquadria, definindo-se, então como deverão ser realizadas as vergas e contravergas;
- ✓ como será a relação alvenaria-instalações.

De uma maneira geral, as obras de edificações têm mostrado que o potencial de racionalização do projeto de alvenaria de vedações verticais ocorre com maior frequência quando a empresa construtora incorpora e constrói o próprio empreendimento, pois ocorre maior amadurecimento dos objetivos a serem almejados.

Contrariamente, o potencial de racionalização diminui quando a empresa construtora participa de processos seletivos com a intenção de realizar obras de edificação para clientes privados, pois os contratantes exigem o início imediato dos serviços, estando os projetos do produto finalizados ou em fase de conclusão e, na maioria das vezes, sem a devida compatibilização entre os subsistemas existentes. Notoriamente, a elaboração do projeto para produção de vedações verticais, após os demais projetos estarem em fases adiantadas ou concluídos, permite identificar incompatibilidades entre os demais projetos e propor soluções para o canteiro de obras, mesmo não sendo soluções que atinjam maior grau de racionalização e construtibilidade.

Ao levar em consideração todas as fases do processo de projeto, o projeto para produção de vedações verticais deve ser elaborado dentro das técnicas construtivas da empresa construtora e com soluções exequíveis entre os subsistemas que se interagem, proporcionando uma visão geral do sequenciamento dos serviços a serem executados.

3.5.2 Cultura de elaboração do projeto para produção de vedações verticais

A deficiência técnica, por parte dos projetistas, no detalhamento das interferências das vedações verticais com outros projetos pode resultar em patologias. Muitas dessas deficiências são resultantes da atual especialização dos profissionais em suas respectivas áreas de atuação, frente à complexidade de melhorias incorporadas à edificação, visando atender as necessidades do usuário.

O projeto para produção de vedações verticais deve ser elaborado subsidiado por informações dos projetos de arquitetura, estruturas, instalações elétricas e hidrossanitárias, impermeabilização, etc., apresentando-se, desta forma, compatibilizado e com soluções adequadas com tais subsistemas e com o próprio subsistema vedação vertical. Assim, os detalhes construtivos devem ser realizados levando-se em consideração toda e qualquer interface particularizada que se apresente para execução da edificação e não simplesmente para as interfaces que sejam repetitivas.

Franco (1998) aponta que muitos pontos considerados críticos, na interface da alvenaria com os subsistemas que com ela interagem, merecem soluções específicas, dentre os quais:

- ✓ o relacionamento da vedação vertical com a estrutura na qual esta inserida;
- ✓ a análise da coordenação dimensional entre os vários elementos que compõe a vedação vertical e entre estes e os elementos dos outros subsistemas do edifício;
- ✓ especificação dos elementos com as características desejáveis em cada uma das distintas situações de solicitação a que a vedação vertical pode estar sujeita;
- ✓ técnicas de produção adequadas para a execução racionalizada dos serviços, incluindo a especificação de parâmetros para o planejamento e controle da produção;
- ✓ interferências entre os vários componentes da própria vedação vertical: esquadrias e revestimentos;
- ✓ interferências entre as vedações verticais e as instalações prediais hidrossanitárias;
- ✓ interferências com a vedação horizontal, seus revestimentos e sistemas de impermeabilização empregados.

Detalhes específicos inseridos no próprio subsistema vedação devem ser previstos como a introdução de juntas de movimentação para diminuir as dimensões dos elementos da vedação vertical; a colocação de reforços nas extremidades das aberturas de vãos e a coordenação dimensional dos vãos para posterior instalação de portas e janelas na fase de pintura e acabamento do edifício.

Empresas construtoras, focadas no custo, têm como prática usual a contratação dos projetos para produção de vedações verticais dos pavimentos-tipo da edificação, em razão da repetitividade de ocorrência. Deixados à margem da racionalização construtiva, os demais pavimentos, por geralmente serem únicos, não incorporam a prática da elaboração de projetos para produção com a intenção de solucionar as interferências das vedações verticais com os

demais subsistemas, prejudicando a qualidade final do produto edifício. Exemplo desta situação pode ser observado no pavimento térreo, no qual os caixilhos, normalmente, apresentam grandes dimensões por razões estéticas e em não existindo o projeto de vedação, as vergas e contravergas necessárias para suportar as solicitações a que ficam submetidas às alvenarias são executadas no canteiro de obras, sem específico dimensionamento, proporcionando a possibilidade do aparecimento de patologias à alvenaria, nesta região.

A falta do projeto para produção de alvenaria também é percebida no pavimento térreo, na interface alvenaria/impermeabilização, quando a manta asfáltica aplicada no piso vira sobre a parede de alvenaria. Nesta região, normalmente, os blocos das primeiras fiadas não são assentados com espessura menor que os demais, o que criaria um nicho na parede capaz de acomodar a manta asfáltica e sua proteção mecânica nesta cavidade, evitando espessura desnecessária de revestimento em toda parede a ser revestida.

Assim, as soluções na interface da alvenaria de vedação vertical com os outros subsistemas devem ser equacionadas para todos os pavimentos do edifício e não apenas para os pavimentos-tipo, a fim de que os detalhes construtivos sejam elaborados nas respectivas fases de projeto, procurando diminuir ao máximo possíveis patologias por deficiências técnicas.

3.5.3 Conteúdo do projeto para produção de alvenaria de vedação vertical

A racionalização da vedação vertical deve basear-se no projeto para produção da alvenaria de vedação, mediante o qual devem ser definidas as especificações dos materiais a serem empregados, sua seqüência de elaboração, os procedimentos executivos e as soluções técnicas. Estas definições partem da análise estrutural e dimensional, da análise crítica dos projetos envolvidos e da análise das interfaces dos demais subsistemas com a alvenaria.

Logo, o projeto para produção da alvenaria de vedação deve ter a apresentação e o detalhamento dos desenhos de fácil entendimento, voltados para as equipes de produção com utilização de papel em formato A3, facilmente manipulável no canteiro de obras (CARDOSO, 1998).

As recomendações técnicas variam de acordo com os materiais e técnicas adotadas e devem ser amplamente discutidas com a equipe de produção, subsidiando informações ao departamento de suprimentos quanto à quantificação de blocos por andar, quantificação de pré-moldados, especificação da argamassa e demais materiais a serem utilizados.

De acordo com Barros (1998), Medeiros & Franco (1999) e Lordsleem Júnior (2000), para atender às necessidades da produção, o projeto de alvenaria, em linhas gerais, deve apresentar:

- ✓ especificação dos componentes de alvenaria: blocos, composição e dosagem da argamassa de assentamento e de fixação superior;
- ✓ locação da primeira fiada, a partir do eixo de referência predefinido na obra e coincidente com os demais projetos;
- ✓ planta de primeira fiada e segunda fiada com a distribuição dos componentes;
- ✓ elevações das paredes, identificando o posicionamento das instalações e das aberturas;
- ✓ características das juntas entre componentes e na ligação estrutura/alvenaria: espessura e tratamento;
- ✓ necessidade de uso de juntas de controle: posicionamento e dimensão;
- ✓ características das amarrações entre fiadas;
- ✓ características da amarração da alvenaria com a estrutura;
- ✓ definição quanto ao uso de vergas e contravergas pré-fabricadas ou moldadas no local e o seu posicionamento;
- ✓ posicionamento e características das passagens de instalações, tanto nas elevações quanto na laje, considerando-se sempre as cotas acumuladas a partir do eixo de referência;
- ✓ tolerâncias admitidas e controles necessários;
- ✓ normas técnicas e diretivas observadas para os projetos a serem observadas na execução e controle.

Para transmitir sua tecnologia de produção e construtibilidade à equipe executora, o projeto para produção de vedação vertical deve fazer valer de recursos de representações, dentre os quais: planta de conferência, planta de locação de eixos, planta de marcação de 1^a e 2^a fiadas, planta de passagem elétrica e hidráulica, caderno de elevações e caderno de detalhes, conforme descrito a seguir.

3.5.3.1 Planta de conferência

Ao iniciar o estudo do projeto de vedações são analisados e compatibilizados os projetos do produto, folder de vendas e demais projetos e materiais gráficos desenvolvidos. A análise e compatibilização dos projetos implicam quase sempre em ajustes que são registrados na planta de conferência para posteriormente serem discutidos e aprovados com todos os

projetistas mediante a coordenação dos projetos. Todos os pontos críticos identificados na compatibilização deverão ser solucionados com a equipe de projeto e de obra, para elaboração da versão final da planta de conferência, que apresenta medidas sem acabamentos (“medidas osso”) já considerando as folgas necessárias para a execução de acordo com os sistemas construtivos adotados.

De acordo com Dueñas Peña (2003), a planta de conferência deve conter as seguintes informações:

- estrutura em projeção com designação dos pilares;
- cotas das espessuras das paredes e dimensões dos ambientes sem revestimento;
- cotas de todas as esquadrias e portas (considerando folgas para instalação) em relação às paredes;
- denominação de esquadrias e ambientes;
- locação de *shafts*;
- indicação de enchimentos.

3.5.3.2 Planta de locação de eixos

Para a elaboração das demais plantas do projeto para produção de vedações verticais é necessária a definição dos eixos (figura 3.1) que serão utilizados para locar, pelo sistema de cotas acumuladas, todos os componentes, tais como: blocos, pontos de elétrica e hidráulica, vãos de caixilhos.

Estes eixos, normalmente, são relacionados aos eixos de locação da estrutura ou pontos de referência já definidos na obra. No caso de serem compatíveis e favoráveis às locações da alvenaria, estes mesmos eixos são utilizados, evitando a criação de novos eixos para a equipe de produção.

A planta de locação de eixos deve conter (DUEÑAS PEÑA, 2003):

- vigas em projeção;
- pilares;
- cotas de conferência da estrutura;
- eixos ou pontos de referência;

- eixos de locação da alvenaria numerados e cotados em relação aos eixos ou pontos de referência;
- vazios da estrutura.

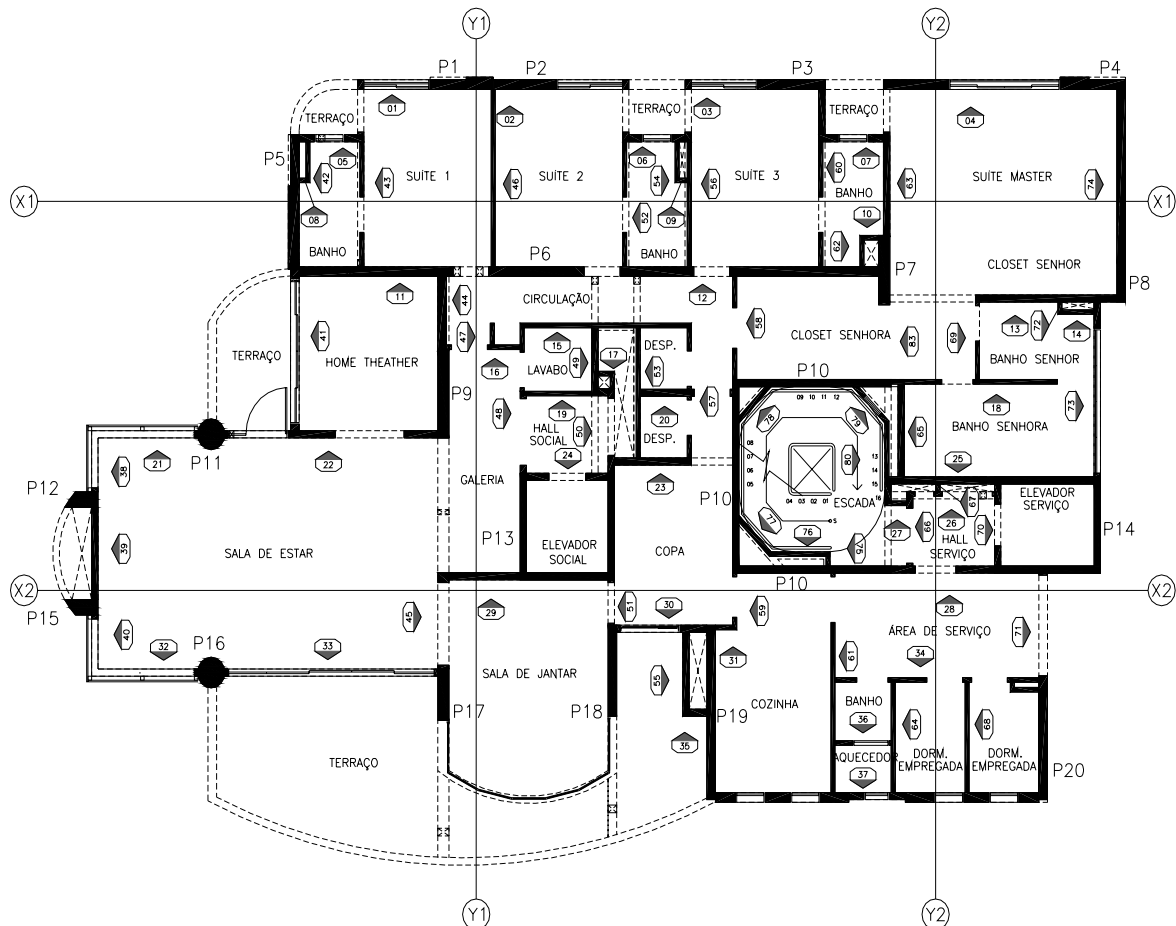


FIGURA 3.1 – Planta de locação de eixos (X1, X2 e Y1, Y2) e numeração das paredes
Fonte: Caderno de detalhes de obras da empresa pesquisada

3.5.3.3 Planta de marcação de 1ª e 2ª fiadas

A planta de marcação de 1ª e 2ª fiadas traz incorporada a compatibilização dos projetos de arquitetura, estrutura, instalações, impermeabilização e esquadrias já associadas a uma distribuição horizontal dos blocos, como exemplifica alguns detalhes da figura 3.2.

A planta de marcação das primeiras fiadas deve conter as seguintes informações:

- a estrutura: indicação de vazios, pilares e vigas;
- os eixos de locação da alvenaria;
- a marcação horizontal de 1ª e 2ª fiadas;

- o tipo de amarração entre paredes e com a estrutura;
- a numeração das paredes;
- os enchimentos totais e parciais de elétrica e hidráulica;
- as cotas de vãos de portas e espaletas;
- as cotas acumuladas em relação aos eixos;
- reforços e detalhes específicos da alvenaria;
- legenda da representação gráfica;
- outras informações relevantes.

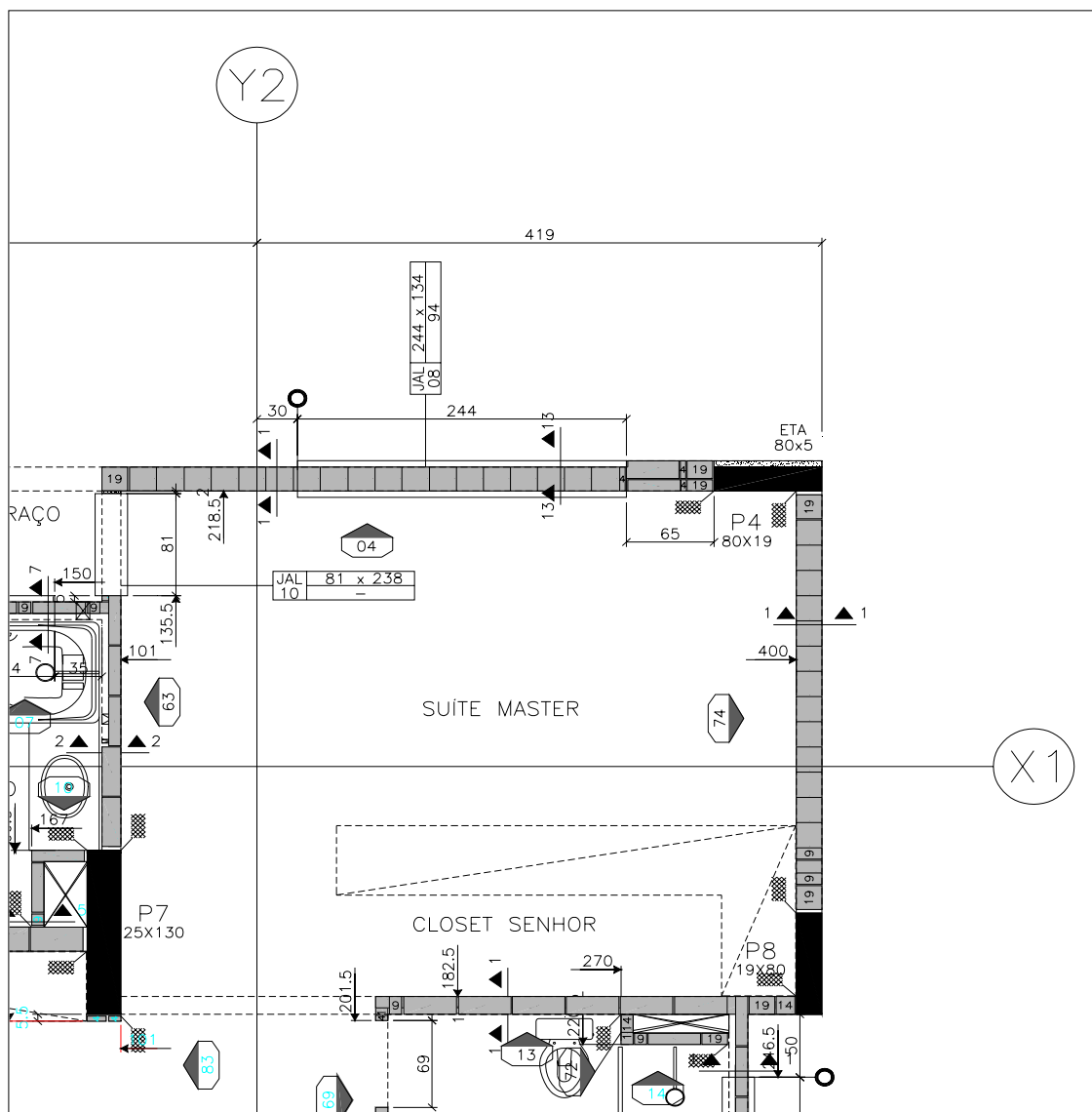


FIGURA 3.2 – Detalhe de planta de marcação de 2^a fiada

Fonte: Caderno de detalhes de obras da empresa pesquisada

3.5.3.4 Planta de passagens de instalações elétricas e hidráulicas

A planta de passagens de instalações elétricas e de instalações hidráulicas (figuras 3.3 e 3.4) contém a indicação e locação de todos os pontos de elétrica e de hidráulica que estão furando ou passando pela laje, bem como passagens, vazios, *shafts* e demais pontos a serem deixados na laje. A locação destes pontos está vinculada à distribuição horizontal dos blocos, mais precisamente aos furos dos blocos, de forma que os eletrodutos ou tubos, sempre que possível, passem dentro destes furos sem gerar quebras ou rasgos na alvenaria.

Estas plantas devem conter:

- a estrutura: indicação de vazios, pilares e vigas;
- os eixos de locação de alvenaria;
- a projeção da alvenaria;
- as cotas acumuladas de todos os pontos elétricos e hidráulicos;
- todos os pontos de elétrica e a indicação de distribuição dos eletrodutos na laje;
- todos os pontos de hidráulica e enchimentos;
- legenda de representação.

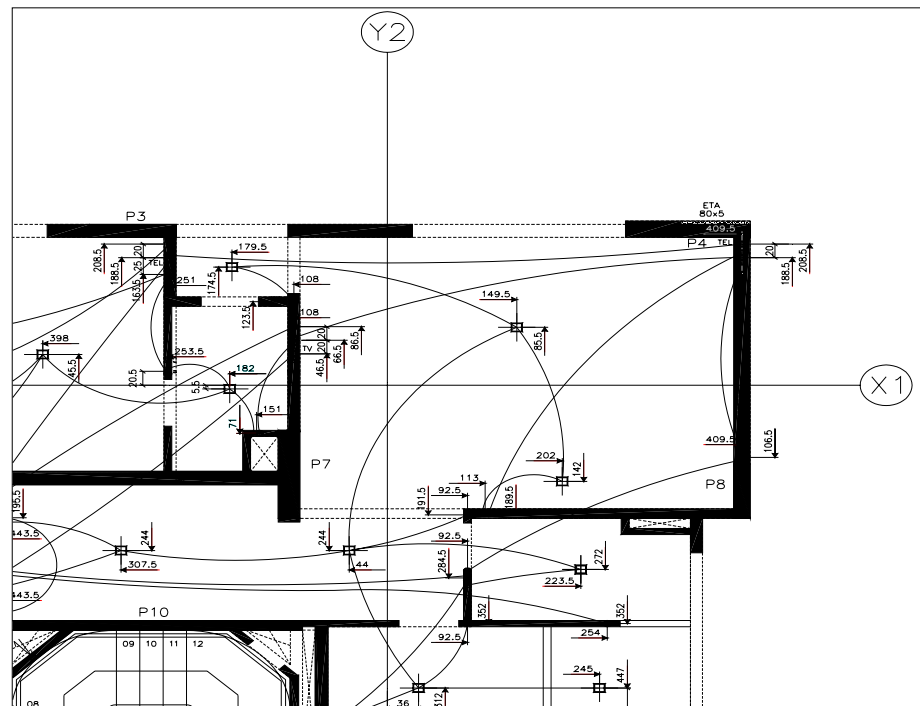


FIGURA 3.3 – Detalhe de planta de passagem elétrica

Fonte: Caderno de detalhes de obras da empresa pesquisada

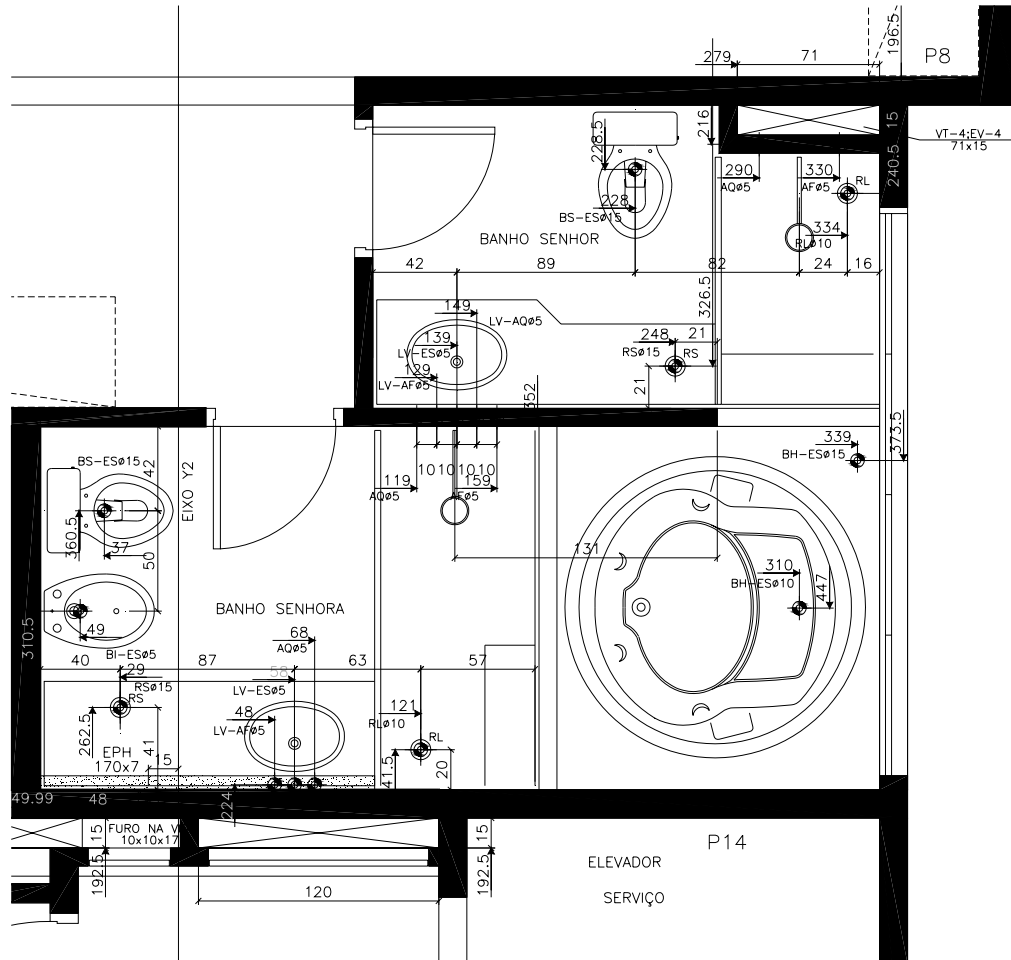


FIGURA 3.4 – Detalhe de planta de passagem hidráulica

Fonte: Caderno de detalhes de obras da empresa pesquisada

3.5.3.5 Caderno de elevações

Neste caderno encontram-se as elevações de todas as paredes indicadas e numeradas na planta de marcação. Em cada elevação devem constar (figura 3.5):

- nome da parede e sua espessura;
- as dimensões dos vãos de estrutura e arquitetura (planta de conferência);
- nomes das paredes que com as quais faz amarração;
- o posicionamento dos blocos, vergas e contravergas;
- os enchimentos totais ou parciais de elétrica e/ou hidráulica;
- eletrodutos, caixas elétricas, caixas hidráulicas;
- tipo de amarração entre as alvenarias e a estrutura;
- reforços metálicos;
- juntas: de dilatação e trabalho;

- vãos e indicação do tipo de esquadria;
- dimensões e reforços previstos para quadros elétricos e hidráulicos;
- quantificação dos blocos (inteiros, seccionáveis, canaletas etc.).

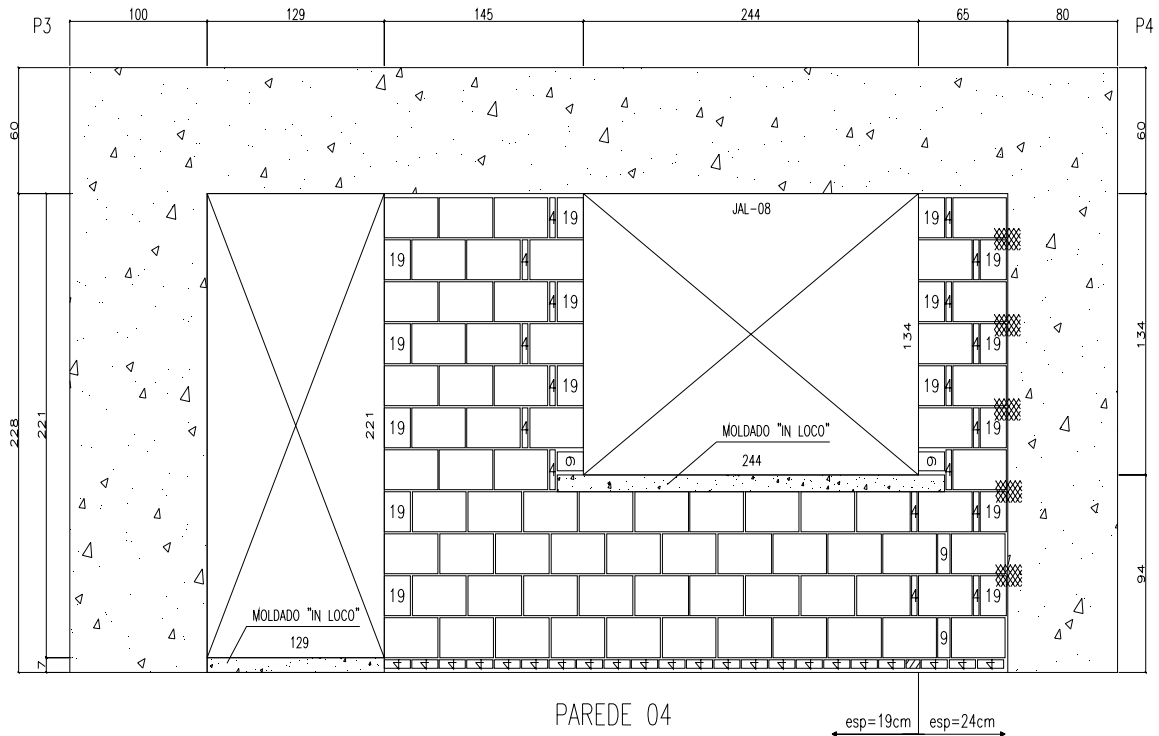


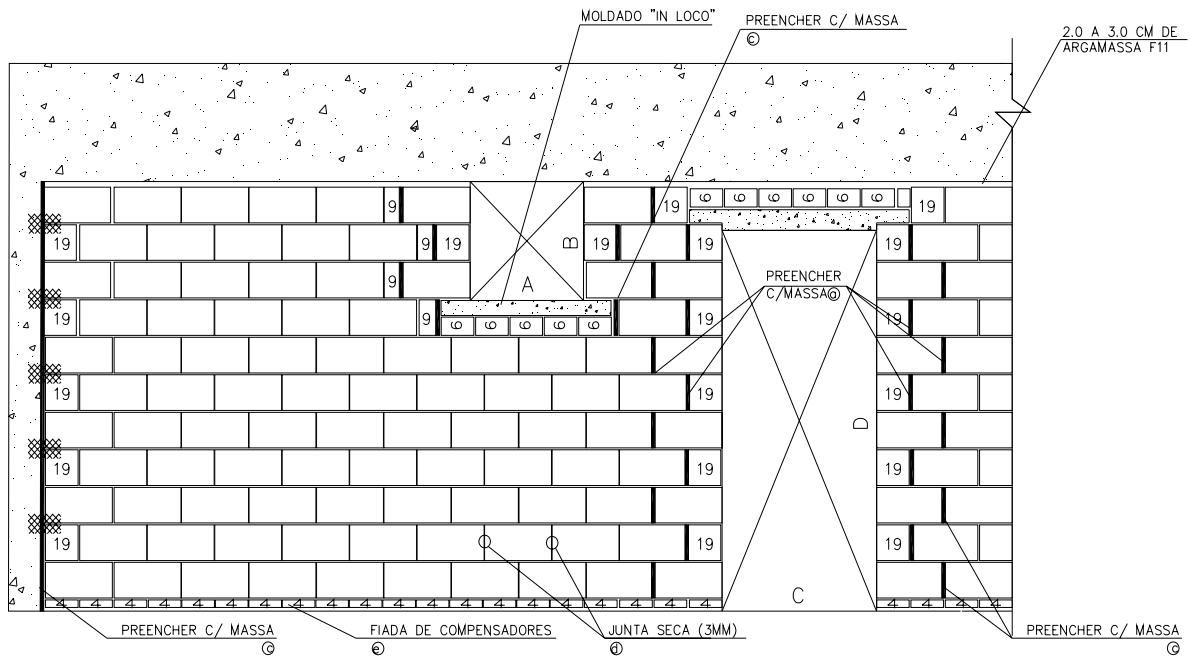
FIGURA 3.5 – Elevação da parede 04

Fonte: Caderno de detalhes de obras da empresa pesquisada

3.5.3.6 Caderno de detalhes

Cada projeto apresenta particularidades e exige um detalhamento direcionado de acordo com o sistema construtivo adotado e com as necessidades do cliente (figuras 3.6 a 3.8). O caderno de detalhes é composto por detalhes específicos e genéricos, entre eles:

- detalhe de modulação vertical em relação a estrutura;
- detalhe de modulação vertical em relação aos peitoris;
- detalhe genérico de vãos de portas;
- detalhe de vergas e contravergas;
- detalhe de cotas e posição de caixas de elétrica e pontos de hidráulica;
- detalhe de enchimento de hidráulica;
- detalhe de cotas de acabamento de piso.



PREENCHER JUNTAS VERTICAIS COM MASSA NAS SEGUINTE SITUAÇÕES:

- ⓐ BLOCOS DE ENCONTRO COM VÃOS (PORTAS/CAIXILHOS)
- ⓑ BLOCOS DE ENCONTRO COM A ESTRUTURA E O SEQUINTE
- ⓒ JUNTA + ABSORÇÃO DE FOLGAS

NÃO PREENCHER JUNTAS VERTICAIS COM MASSA NAS SEGUINTE SITUAÇÕES:

- ⓓ JUNTA SECA
- ⓔ FIADA DE BLOCOS COMPENSADORES C/ RESISTÊNCIA MÍNIMA DE 2,5 MPa

FIGURA 3.6 – Detalhe genérico de elevação vertical

Fonte: Caderno de detalhes de obras da empresa pesquisada

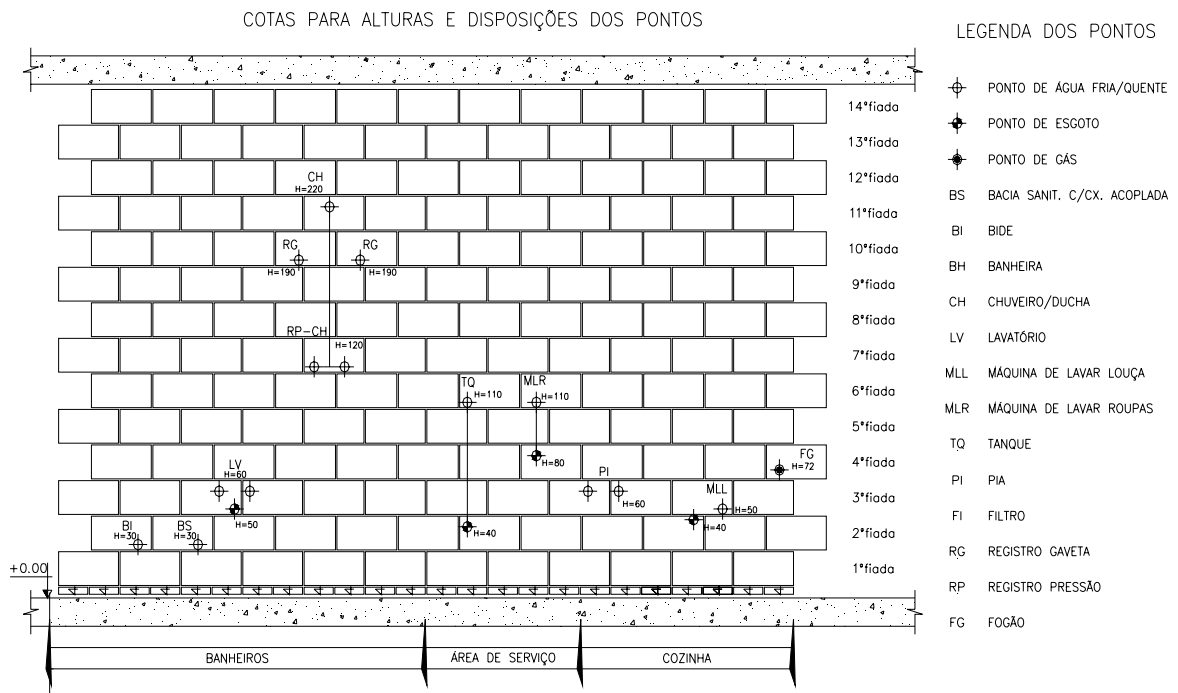


FIGURA 3.7 – Detalhe para cotas de alturas de pontos hidráulicos

Fonte: Caderno de detalhes de obras da empresa pesquisada

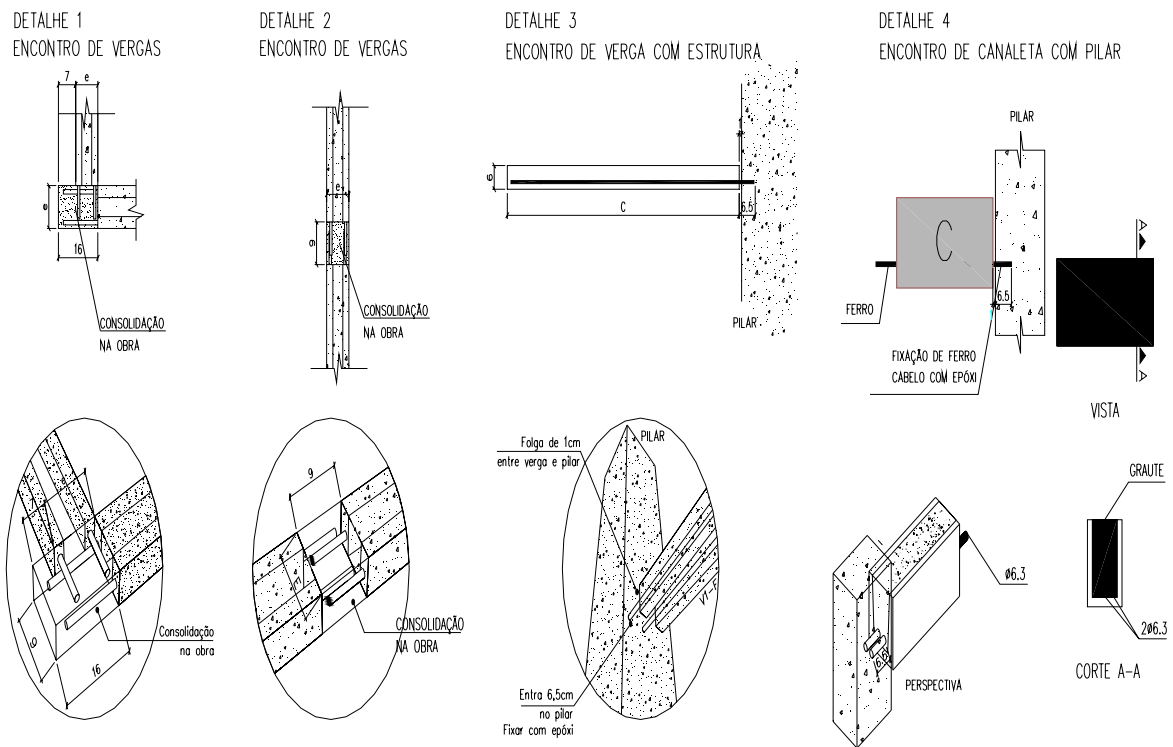


FIGURA 3.8 – Detalhes de encontro de vergas: verga x verga; verga x estrutura e verga x pilar

Fonte: Caderno de detalhes de obras da empresa pesquisada

Na medida do possível, como descreve Silva (2003), as soluções técnicas de detalhamento entre as vedações verticais e os demais subsistemas devem apresentar detalhes padronizados de execução, por serem comuns à maioria das paredes. São exemplos a modulação horizontal das fiadas, fixação lateral e de topo das alvenarias às estruturas, sistemas de fixação de componentes dos demais subsistemas às alvenarias, tratamento das juntas de assentamento, etc. Situações que apresentam condições excepcionais de trabalho para as alvenarias devem ser verificadas e detalhadas de maneira particularizada, gerando soluções construtivas diferenciadas para estas paredes em relação às demais. Como exemplos, têm-se as paredes sobre lajes em balanço, paredes muito longas ou com extremidades livres, paredes submetidas a vibrações contínuas entre outras paredes que possam sofrer ou gerar esforços internos.

Elaborado o projeto para produção de vedações verticais, o mesmo deve ser apresentado e discutido no canteiro de obras.

3.6 Técnicas de execução

As interferências entre as disciplinas de projeto equacionadas pelo projeto para produção de vedações verticais contribuem para a qualificação e produtividade da mão-de-obra. Os

procedimentos, especificações e detalhes de execução representados graficamente, facilmente assimilados pela mão-de-obra, permitem aperfeiçoamento e otimização produtiva da mesma.

Todavia, a simples elaboração do projeto para produção de vedações verticais, por melhor que sejam a coordenação e a apresentação das soluções técnicas construtivas, não implica em execução de alvenaria racionalizada. Alguns fatores como a falta de treinamento ou motivação dos operários, não assimilação do operário à prática executiva, fornecimento de componentes da alvenaria ou equipamentos e ferramentas não adequadas, podem resultar em desperdícios, perda de produtividade e baixa qualidade dos serviços realizados.

Atualmente, nas construtoras voltadas à racionalização construtiva, é comum a contratação de subempreiteiras especializadas na execução da alvenaria de vedação, familiarizadas com os projetos para produção fornecidos ao canteiro de obras. Contudo, é tendência a contratação, pelas construtoras, de empresas que não apenas executam os serviços de alvenaria, mas vendem o sistema, isto é, elaboram o projeto para produção de vedações verticais, coordenando e compatibilizando as interferências e fornecendo a mão-de-obra especializada para execução e fiscalização das várias etapas dos serviços, por preço global, ou seja, assumindo possíveis prejuízos por quebras de blocos ou gastos excessivos de argamassa de assentamento e ou fixação. Neste tipo de contratação, a empresa construtora tem o orçamento antecipado e preciso do custo da tarefa alvenaria, cabendo definir sua contratação ou não.

A racionalidade implementada nos canteiros de obras reflete no aperfeiçoamento e desenvolvimento de ferramentas e equipamentos para a execução da alvenaria racionalizada, com o intuito de auxiliar os operários a realizarem os serviços, como tais apresentados nos projetos para produção, levando-se em consideração a construtibilidade das soluções propostas.

Com o objetivo de padronizar os procedimentos, de forma a racionalizar o serviço e obter maior produtividade, evitando retrabalho, a execução da alvenaria de vedação deve seguir fielmente as indicações do projeto para produção, que deve contemplar suas etapas de execução: a marcação da primeira fiada, a elevação e a fixação. Por meio do controle de cada etapa procura-se obter “paredes que tenham locação, planeza, prumo e nivelamento com tolerâncias adequadas ao revestimento que será empregado, juntas e fixação corretamente executadas” (LORDSLEEM JÚNIOR, 2000).

Antes, porém, do início das etapas de execução da alvenaria de vedação deve-se preparar a superfície da estrutura, respeitando-se seus prazos de execução, para receber a alvenaria.

Considerando, a seguir, as técnicas de execução mais utilizadas pelos escritórios elaboradores de projeto para produção de vedações verticais (alvenaria envolta em estrutura de concreto reticulada), no Capítulo 4 serão tratados outros detalhes entre interfaces com a alvenaria.

3.6.1 Condições para início dos serviços

Os prazos mínimos de execução da estrutura que possibilita o início dos serviços da alvenaria de vedação devem ser respeitados para que ocorra uma parcela das deformações da estrutura de concreto armado, aliviando possíveis transferências de solicitações impostas à alvenaria de vedação, mas nem sempre as construtoras vêm respeitando esses prazos, implicando em danos para a alvenaria e para todas as atividades subseqüentes. Desta maneira, considera-se como ideal a laje, sobre a qual se executará a alvenaria, escorada por um período de trinta dias, conforme quadro 3.2.

QUADRO 3.2 – Condições para início da alvenaria de vedação

Descrição dos serviços	Prazo mínimo (dias)
laje do pavimento concretada	45
retirada do escoramento da laje do pavimento	15
retirada do escoramento da laje do pavimento superior	01
execução do chapisco da estrutura na interface com o bloco	03

Adaptado de Lordsleem Júnior (2000), p.36.

Para a ligação alvenaria-estrutura, após lavagem das superfícies de concreto, deve-se executar o chapisco sobre a estrutura de concreto que ficará em contato com a alvenaria (pilar, lajes e vigas), com antecedência de setenta e duas horas. O chapisco funciona como ponte de aderência na interface da alvenaria com a estrutura (LORDSLEEM JÚNIOR, 2000).

Nesta fase, os eixos principais do edifício que definem os eixos de locação da alvenaria, e o nível de referência do pavimento devem estar transferidos para a área de trabalho.

3.6.2 Marcação da alvenaria

A marcação da alvenaria deve definir a posição das paredes a partir dos eixos de locação, garantindo o nivelamento da primeira fiada, o esquadro entre paredes e as dimensões dos ambientes. Nesta fase, devem-se conferir os vãos de portas para instalação futura do *kit* porta pronta por meio de espuma de poliuretano, sistema intensamente utilizado pelas empresas construtoras nos dias atuais, em virtude da racionalidade oferecida e postergação de desembolso financeiro para etapa final da obra.

A laje deve ser mapeada por meio de aparelho de nível alemão ou, preferencialmente, nível a laser, identificando o ponto mais alto que será tomado como referência para definir a cota da primeira fiada. As falhas no nivelamento da laje superiores a 2 cm devem ser corrigidas com enchimento da própria argamassa de assentamento na primeira fiada, conforme figura 3.9, e/ou quebra do piso da laje para casos pontuais.



FIGURA 3.9 – Correção do nivelamento da laje na marcação da 1ª fiada

Fonte: Arquivo pessoal do autor

A interface “mal resolvida” da alvenaria de vedação com a estrutura, nesta etapa, pode levar ao consumo excessivo de revestimento (argamassa, regularização de paredes para gesso). Assim, por ocasião da marcação da primeira fiada da alvenaria, caso existam defeitos da estrutura de concreto (desaprumo, desalinhamento ou estufamento de peças), deve-se realizar

a correção, procurando obter o menor consumo de material de revestimento, tanto nas fachadas como nas paredes internas.

3.6.3 Elevação da alvenaria

Terminada a execução e conferência da primeira fiada, inicia-se o assentamento da segunda fiada e das demais com a utilização de escantilhões (figura 3.10), comumente utilizados pelas empresas dos grandes centros voltadas ao processo de racionalização construtiva, que definem os gabaritos pré-estabelecidos quanto à espessura da argamassa de assentamento e da fiada de bloco até que se atinja uma abertura ou até a última fiada da alvenaria, nos casos de paredes sem aberturas.

O tipo de amarração entre blocos e entre alvenaria-estrutura, a espessura das juntas de assentamento, o preenchimento ou juntas verticais secas devem seguir as especificações do projeto para produção de vedações verticais.



FIGURA 3.10 – Utilização de escantilhões na elevação da alvenaria

Fonte: Arquivo pessoal do autor

Nos vãos de janela é necessário garantir o alinhamento mediante modulação da alvenaria e a altura de peitoril por meio do nível do pavimento. No caso de paredes com previsão de quadros elétricos, ao alcançar sua altura, deve-se posicionar um gabarito de madeira ou metálico do tamanho do quadro, para que o vão fique modulado.

As vergas para vãos de portas, e as vergas e contravergas para vãos de janelas, com a finalidade de absorver tensões que se concentrem nos contornos dos vãos devem ser executadas no próprio vão, usualmente, com blocos canaleta ou pré-moldadas em concreto, com comprimento igual ao vão e transpasse mínimo de 40 cm para cada lado. Quando a esquadria distar de no máximo 60 cm do pilar, deve-se executar a verga e ou contraverga até o pilar, ou conforme especificado no projeto para produção. No caso de grandes vãos deve-se atentar para as condições de manuseabilidade, em relação ao peso, para peças pré-moldadas em concreto.

A interface alvenaria de vedações com as instalações elétricas também deve ser equacionada, nesta etapa. Os blocos que recebem as caixinhas de elétrica devem ser cortados com serra elétrica manual e, por ocasião do chumbamento, deve-se atentar para o tipo de acabamento final da parede do ambiente, deixando folga necessária entre a caixinha elétrica e a face do bloco para evitar problemas quando da fixação dos espelhos.

3.6.4 Fixação da alvenaria

Em se tratando de alvenaria racionalizada de vedações verticais em estruturas reticulares de concreto armado, é possível a fixação da alvenaria à estrutura (fundos de lajes ou vigas), com espessura recomendável do vão para fixação entre 1,5 a 3,0 cm (figura 3.11), com a própria argamassa de assentamento, estando a alvenaria envolta por estrutura pouco deformável (LORDSLEEM JÚNIOR, 2000).



FIGURA 3.11 – Vão para fixação da alvenaria à estrutura
Fonte: Arquivo pessoal do autor

A condição ideal para início desta etapa de serviço é que a estrutura do edifício e a etapa de elevação da alvenaria estejam concluídas. Na impossibilidade desta condição é recomendável, conforme Thomaz & Helene (2000), o máximo retardamento entre a elevação das alvenarias e sua fixação à estrutura para que não ocorra transmissão de carregamentos entre os sucessivos pavimentos.

De acordo com Lordsleem Júnior (2000), o quadro 3.3 apresenta a condição ideal e, na impossibilidade desta, uma condição alternativa para início da fixação da alvenaria à estrutura.

QUADRO 3.3 – Planejamento da fixação da alvenaria de vedação

Situação Ideal	Alternativa Recomendada
<ul style="list-style-type: none"> • Execução da estrutura até o último pavimento • Execução da elevação da alvenaria do pavimento superior aos inferiores • Fixação da alvenaria de cima para baixo 	<ul style="list-style-type: none"> • Execução da estrutura de pelo menos 4 pavimentos, livre de escoramentos • Início da elevação da alvenaria, de cima para baixo (4° para o 1° pavimento) • Execução da estrutura de mais 4 pavimentos • Repete-se as operações anteriores até que se tenha pelo menos 50% da elevação da alvenaria executada • Inicia-se a fixação de cima para baixo

Fonte: Lordsleem Júnior (2000), p. 65.

Como alternativa de antecipar deformações da estrutura antes de sua fixação com a alvenaria, algumas empresas construtoras estão carregando a laje do pavimento mediante execução do contrapiso, entre a etapa de elevação da alvenaria e sua fixação à estrutura e, desta forma, minimizando o surgimento de possíveis patologias na interface alvenaria-estrutura.

De tudo o que foi mencionado pode-se concluir que a alvenaria racionalizada de vedações verticais deve ser executada mediante planejamento adequado, baseada em parâmetros técnicos definidos, equacionados e compatibilizados no projeto para produção. Neste contexto, a execução da alvenaria proporciona possibilidade de redução de perdas de materiais e aumento da produtividade da mão-de-obra, considerando que as interfaces entre subsistemas foram equacionadas na etapa de elaboração dos diversos projetos por equipe multidisciplinar.

Cada vez mais é acentuada a tendência que as empresas construtoras elaborem os projetos para produção de vedações verticais de forma integrada aos demais projetos do produto, como estratégia de realizar o detalhamento construtivo da alvenaria de vedação e melhorar o desempenho do edifício como um todo.

CAPÍTULO 4 – DETALHAMENTO CONSTRUTIVO DA ALVENARIA DE VEDAÇÃO COM SUAS INTERFACES

Na execução do edifício, cada subsistema utiliza materiais que possuem características próprias. O estudo do comportamento desses materiais aliado ao conhecimento de problemas anteriormente constatados nos canteiros deve assegurar a utilização da técnica construtiva a ser empregada, baseada em informações contidas nos projetos do produto. Por sua vez, a elaboração do detalhamento construtivo, na etapa de projeto, não garante a adoção da técnica construtiva mais adequada, especialmente, se na sua elaboração não for levado em consideração a construtibilidade de execução. Um detalhe construtivo de difícil execução pode resultar em adaptações na etapa de construção do edifício, desrespeitando as especificações de projeto como, por exemplo, a falta de equipamentos, ferramentas ou mão-de-obra adequada.

Para se obter maior potencial de racionalização da produção, é necessário que a adequação técnica e a exequibilidade das soluções sejam definidas na etapa do projeto e que sejam proporcionadas ao canteiro de obras condições adequadas para a realização da alvenaria de vedação, conforme o sistema produtivo de cada empresa. O detalhamento das soluções afins de projetos distintos para execução do edifício deve conciliar as interferências identificadas na etapa de compatibilização, tarefa facilitada pela elaboração do projeto para produção de vedações verticais em razão da alvenaria de vedação interagir com diversos subsistemas. Neste sentido, deve-se recorrer, sempre que necessário, ao detalhamento de partes do edifício para análise e tomada de decisões na tentativa de minimizar as incertezas com a padronização na execução dos serviços.

Porém, nem sempre uma mesma empresa construtora tem a possibilidade de padronizar a execução de seus serviços e conseqüentes detalhes construtivos. Ao executar o mesmo tipo de serviço a empresa pode sofrer, em determinada localidade, restrição quanto à disponibilidade de mão-de-obra, materiais ou equipamentos que resulte na necessidade de adoção de soluções particularizadas.

O domínio pela construtora da tecnologia de produção deve ser repassado aos projetistas, o que influencia a escolha do tipo de vedação e suas partes a serem definidas nos projetos para produção. Definido o tipo de vedação, devem-se estudar as interferências entre os diversos projetos e as vedações verticais, discutí-las e equacioná-las após análise crítica.

Assim, os detalhes construtivos devem ser desenhados em escala maior que o projeto e elucidar com clareza e técnica a compreensão do objeto a ser construído, antecipando-se a problemas identificados, normalmente, durante a fase de execução.

Silva (2003), baseando-se no trabalho de Eichler (1977) descreve que:

... um projeto de obra “corretamente redigido” deve conter, necessariamente, detalhes construtivos “irrepreensíveis” de todos os pontos suscetíveis ao desenvolvimento de patologias construtivas alertando que grande parte das ‘enfermidades’ correntes nos edifícios tem sua origem no desrespeito as leis físico-construtivas, situações nas quais pequenas modificações nos detalhes construtivos seriam suficientes para evitar equívocos e prejuízos.

A atual construção, como ressalta Thomaz (2001), é caracterizada por uma arquitetura de edifícios altos, executados com adoção de técnicas refinadas de cálculo estrutural, tornando a estrutura mais esbelta e leve, originando problemas das mais diversificadas espécies que repercutem no subsistema alvenaria de vedação (fissuras) e, por conseqüência, nos caixilhos (emperramento de portas e janelas), nos revestimentos (fissuras e destacamento) e instalações (danos em instalações embutidas nas alvenarias).

Então, o nível de detalhamento do projeto de alvenaria de vedações deve solucionar tais patologias por meio de dispositivos previamente previstos, tais como vergas e contravergas, juntas de dilatação e controle, fixações rígidas ou flexíveis, a fim de que o comportamento mecânico da estrutura não prejudique o desempenho do subsistema alvenaria de vedação.

A interface da alvenaria de vedação com outro subsistema deve ser objeto de detalhamento construtivo, em razão das movimentações diferenciadas entre materiais distintos ou da descontinuidade provocada na alvenaria de vedação quando da necessidade da introdução de algum elemento no seu interior.

4.1 Interface alvenaria/estrutura

Delimitada pelo vão de uma estrutura reticulada de concreto armado, a produção da alvenaria de vedação está associada às características e à qualidade da execução da estrutura dos edifícios de múltiplos pavimentos.

As técnicas de projeto e execução de edifícios em conjunto com a evolução tecnológica dos materiais de construção têm possibilitado, desde o início dos anos 90, estruturas mais arrojadas e alvenarias com maior precisão dimensional. Contudo, esse processo de construção tem resultado também em problemas originados, especialmente, pelas deformações imediatas e lentas da estrutura de concreto armado. Franco (1998) destaca que:

as mudanças ocorridas na forma de conceber as estruturas e a aplicação dos novos materiais têm aumentado a importância de deformabilidade, elasticidade ou capacidade de acomodar deformações, por um lado e da resistência mecânica por outro, mesmo para os elementos construtivos empregados apenas como de vedação, para fazer frente às novas condições de deformação impostas pelas estruturas de concreto armado.

De acordo com Sabbatini (2005), o concreto evoluiu e a prática de execução de estruturas mais esbeltas, com menos pilares para privilegiar grandes vãos e espessura de lajes reduzidas tornaram as estruturas mais deformáveis, induzindo tensões nas alvenarias de vedações de maneira que se a interface alvenaria/estrutura não for bem projetada e executada, a alvenaria não tem capacidade de absorver tais deformações oriundas da estrutura, ocasionando trincas nas alvenarias.

Às vezes, algumas dessas patologias derivam da competitividade das empresas construtoras que, com o objetivo de terminarem o produto edifício no menor espaço de tempo, conduzem as obras com velocidade de execução da estrutura cada vez maior, período menor de escoramento e início antecipado das alvenarias, possibilitando abertura de várias frentes de trabalho, mas resultando em possíveis deformações estruturais iniciais elevadas. A utilização, em grande escala, de concreto bombeado, caracterizado pelo uso de pouca brita e muito superplastificante, resulta em menor módulo de elasticidade do material e, muitas vezes, o limite de deformação adotado para as estruturas atuais continua sendo, para a maioria dos projetos, o mesmo adotado para as estruturas convencionais.

Segundo o projetista estrutural França (2005), o concreto passou por uma mudança acentuada na qual apenas a determinação da resistência à compressão não é suficiente para prever o comportamento da estrutura, mas também, é necessária a determinação do módulo de elasticidade, da resistência à tração⁶ e da fluência.

Prejudicadas pelas patologias nas alvenarias de vedações decorrentes das deformações da estrutura, em razão da velocidade de execução, muitas construtoras começaram a repensar seu cronograma de obras e tomar precauções para minimizar essas deformações. Percebe-se maior preocupação em deixar lajes e vigas escoradas pelo prazo mínimo de 28 dias e maior cuidado com a realização da cura do concreto.

Atualmente, o desempenho do concreto no que tange à deformação lenta continua a ser preocupante, pois quando se especifica o traço do concreto determina-se apenas a resistência à compressão e o módulo de elasticidade (que avalia a deformação instantânea potencial), mas não se estabelece parâmetro que limite a deformação lenta, a qual continua atuando por cinco a seis anos após o término da edificação (SABBATINI, 2005).

Desta maneira, apesar das várias precauções que as construtoras vêm tomando com o intuito de minimizar deformações da estrutura, especialmente com reflexo na alvenaria de vedação, o projeto para produção deve despender atenção à ligação das paredes de alvenaria de vedações com vigas e lajes em função da necessidade de controle da deformação lenta sofrida pela estrutura.

4.1.1 Ligação de paredes de vedação com vigas e lajes

Até início dos anos 90, com a utilização de concreto de menor resistência que nos dias atuais, a concepção da estrutura menos deformável e menor transmissão de carga por parte da estrutura, a ligação da alvenaria com vigas e lajes era realizada pelo encunhamento de pedaços de blocos cerâmicos ou de concreto para o enrijecimento da alvenaria, com a justificativa que a parede não se movimentasse entre os pilares. Posteriormente, constatou-se que a deformação lenta da estrutura ocasionava trincas ou fissuras das alvenarias ou dos revestimentos.

⁶ A cura bem realizada ajuda a reduzir o potencial de deformação da laje. Segundo FRANÇA (2005), “a resistência à tração depende da interface entre o agregado e a argamassa, por isso deve-se tomar cuidado com a cura”.

O advento da racionalização construtiva possibilitou maior precisão ao projeto, tornando vigas e pilares mais delgados e, por consequência, mais flexíveis e, então, repercutindo em transferência de maior carga da estrutura à alvenaria.

Já prevendo essa transferência de carga, pesquisas entre empresas construtoras e o meio acadêmico⁰ sugeriram a substituição do encunhamento pela simples fixação da alvenaria, por meio de materiais flexíveis (espuma de poliuretano ou argamassa de assentamento), com capacidade de absorver parte da movimentação da estrutura. A utilização da argamassa de assentamento deve ser evitada para estruturas muito deformáveis como os pré-moldados que exigem ligações mais flexíveis e para as paredes grandes e/ou altas por possuírem características próprias de movimentação e dilatação (FRANCO, 2004).

Mediante estudo prévio do desempenho da parede, o projeto para produção de vedações verticais deve definir a escolha de métodos e materiais adequados para a ligação em questão, compatibilizando a altura das paredes com vãos e rebaixos da estrutura para evitar cortes de blocos, diminuição de consumo de material e possibilitar maior produtividade de execução.

Para a fixação superior da alvenaria de vedação modulada, envolta por estrutura reticulada de concreto armado pouco deformável, salvo recomendações de projeto, é recomendado o preenchimento das juntas horizontais de fixação com argamassa que apresente baixo módulo de deformação e, portanto, grande capacidade de acomodar deformações, respeitando-se as recomendações e especificações definidas no item 3.6.4 – Fixação da alvenaria, deste trabalho.

No caso da alvenaria de vedação estar envolta por uma estrutura deformável como pórticos de grande vão ou lajes tipo cogumelo e não ser utilizada como contraventamento, a fixação superior da alvenaria deve ser realizada com material de elevada capacidade de absorver deformações. Dentre esses materiais destaca-se a espuma de poliuretano ou a utilização de uma argamassa rica em cal e com baixo teor de cimento, na proporção em volume de 1:3:12 (cimento:cal:areia). Também é possível executar a fixação pelo emprego de argamassa pronta de assentamento, comumente aditivada com polímeros, que melhoram a capacidade de absorver deformações (LORDSLEEM JÚNIOR, 2000).

Desta forma, a seqüência, velocidade de execução, carregamento da estrutura e o prazo para fixação da alvenaria devem ser cuidadosamente planejados para o bom desempenho da

interface alvenaria de vedação/estrutura de concreto armado para edifícios de múltiplos pavimentos. Porém, nem sempre este planejamento é bem executado. Como será visto no estudo de caso da obra C, no próximo capítulo, indefinições do contratante e, em especial, a falta dos projetos de instalações determinaram a não ligação superior das paredes internas de vedação com a estrutura, identificando falta de racionalização pela inexistência de seqüência dos serviços.

4.1.2 Ligação de paredes de vedação com pilares

Com frequência comum de ocorrência, as fissuras de interface entre paredes de alvenaria de vedação e pilares de concreto armado podem ser consideradas responsáveis por parte significativa das patologias das alvenarias. Logo, o projeto para produção de vedações verticais deve contemplar esta definição de ligação lateral.

Na ligação parede-pilar, conforme descreve Thomaz (2001), “deverão ser consideradas as diferentes propriedades térmicas entre o concreto estrutural e o material constituinte dos blocos, os gradientes térmicos das fachadas, as dimensões dos panos e a flexibilidade da estrutura”.

Medeiros & Franco (1999) avaliam que “o surgimento de fissuras e trincas em paredes de alvenaria de vedação pode ser evitado através de especificação e projetos adequados das estruturas e vedações de maneira a limitar as tensões atuantes a níveis compatíveis com as resistências das paredes e suas interfaces”.

Na maioria dos casos, a fixação lateral das alvenarias nos pilares de concreto é executada apenas pelo preenchimento da junta vertical de argamassa, com espessura recomendada entre 15 e 25 mm. Conforme o item 3.6.1, deste trabalho, a correta preparação do pilar por meio de seu chapiscamento deve garantir a aderência da interface, a qual, em algumas situações, pode representar a maior parcela da resistência da ligação em questão.

Entretanto, em situações de maior esforço na interface pilar-alvenaria, como os causados por movimentos diferenciais de temperatura e umidade, insuficiência de vergas e contravergas ou ausência de juntas de controle, além da aderência (chapisco na estrutura), deve-se garantir a ligação das paredes de vedação à estrutura, ou seja, sua ancoragem, por meio de reforços metálicos.

Apresentando maior grau de racionalização quando comparada aos ferros cabelos, definidos por Medeiros & Franco (1999) como fios de aço para concreto armado, os reforços de telas metálicas eletrosoldadas são fixadas por pinos e arruelas (ou cantoneiras) de aço carbono e fornecidas, exceto para alguma ancoragem especial que exige seu corte, nos tamanhos necessários de utilização (500 mm), conforme figura 4.1.

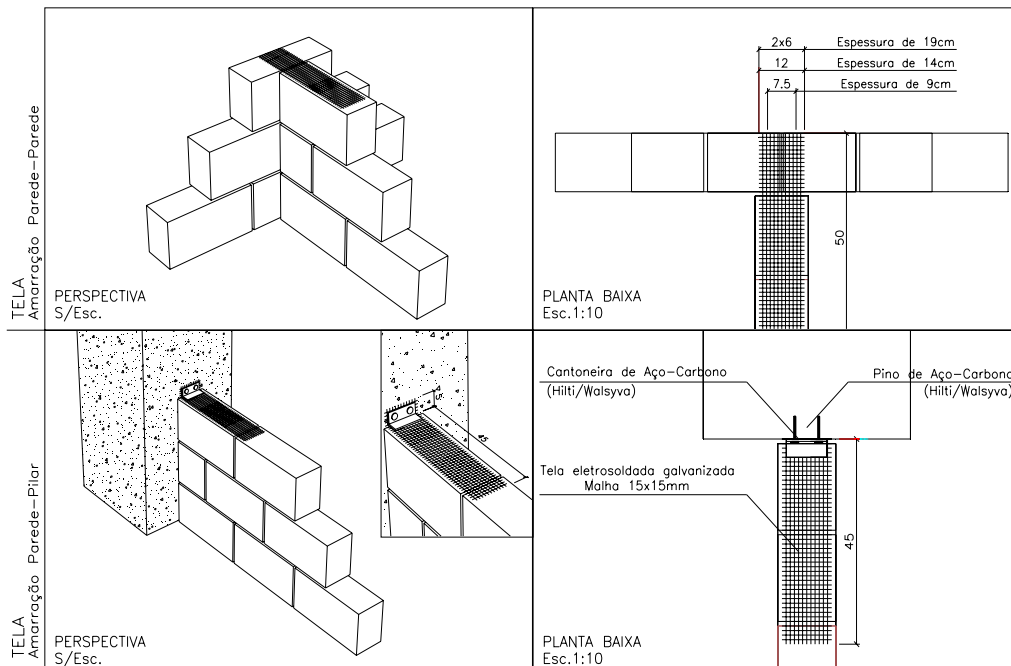


FIGURA 4.1 – Detalhe genérico de reforço metálico para amarração parede–parede e parede–pilar

Fonte: Caderno de detalhes de obras da empresa pesquisada

Em função da largura do bloco a ser utilizado na execução da parede, o projeto deve especificar tamanhos comerciais padrão das telas soldadas, conforme quadro 4.1 e, também, as fiadas de sua fixação que, normalmente, ocorre nas fiadas pares.

QUADRO 4.1 – Dimensões da tela em função da largura do bloco

Largura do bloco ou espessura da parede	Dimensões da tela
	Largura x Comprimento (mm)
140 mm	120x500
120 mm	105x500
90 mm	75x500
70 mm	55x500

Fonte: Medeiros & Franco (1999), p.58.

Para bloco com largura de 190 mm é comum a utilização de duas telas justapostas de 60x500 mm.

No caso específico de vãos de portas com espaletas (bonecas) de alvenaria fixadas nos pilares, por constituir pequeno trecho de alvenaria e sofrer esforços contínuos de abertura e fechamento das portas quando instaladas, o projeto para produção deve garantir a eficácia da ligação por meio do desenvolvimento de detalhe construtivo específico para evitar o aparecimento de fissuras nessa ligação. Uma alternativa é a ancoragem da espaleta de alvenaria ao pilar da estrutura por meio de reforços metálicos, conforme figura 4.2.

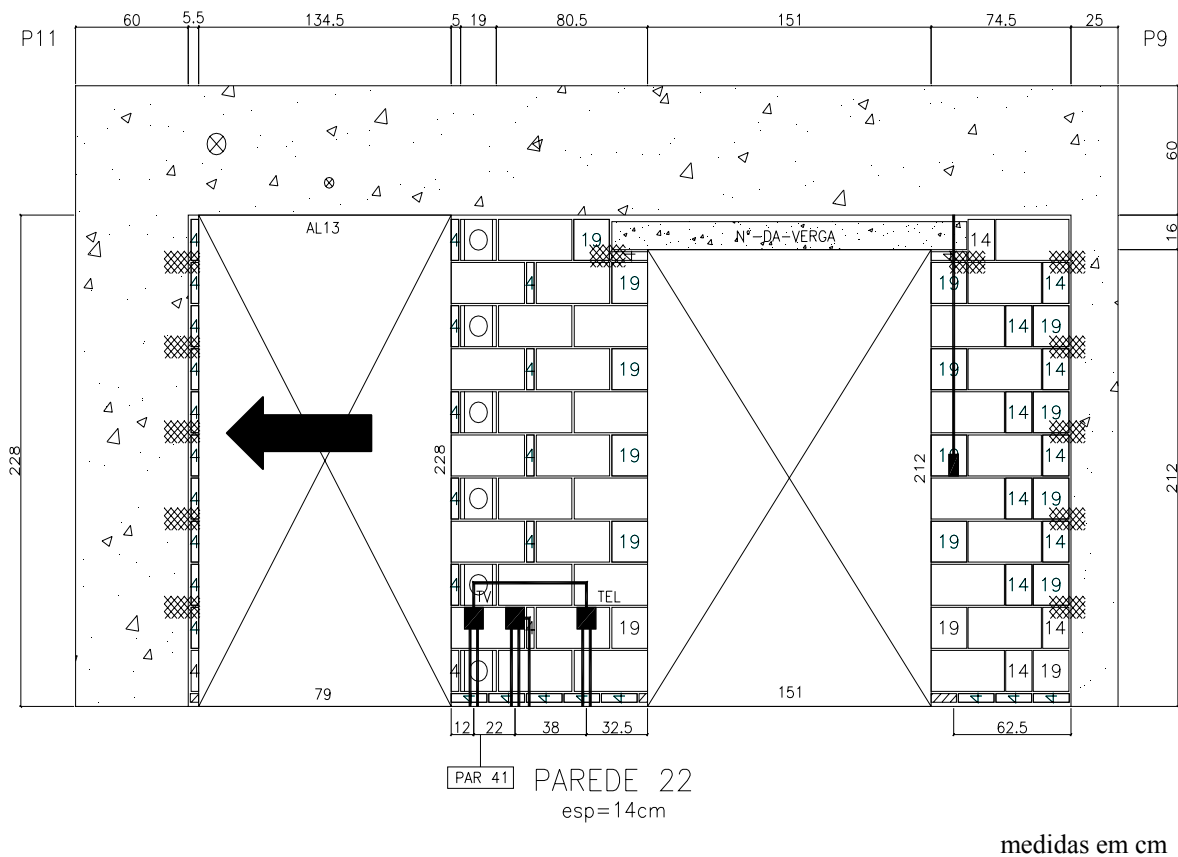


FIGURA 4.2 – Detalhe de espaleta de alvenaria ancorada ao pilar por telas metálicas

Fonte: Caderno de detalhes de obras da empresa pesquisada

Algumas empresas construtoras têm adotado procedimentos executivos diferenciados para as paredes de alvenaria das fachadas, com o intuito de reforçar a ligação estrutura-alvenaria de vedação, especialmente nos dois últimos pavimentos do edifício, em função da intensidade das movimentações. Esse reforço é realizado pela inserção de tela galvanizada na etapa anterior à argamassa de revestimento, conforme figura 4.3.

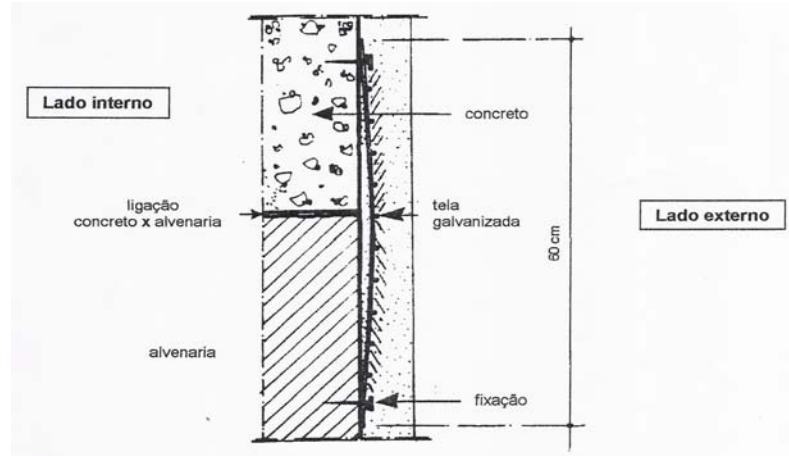
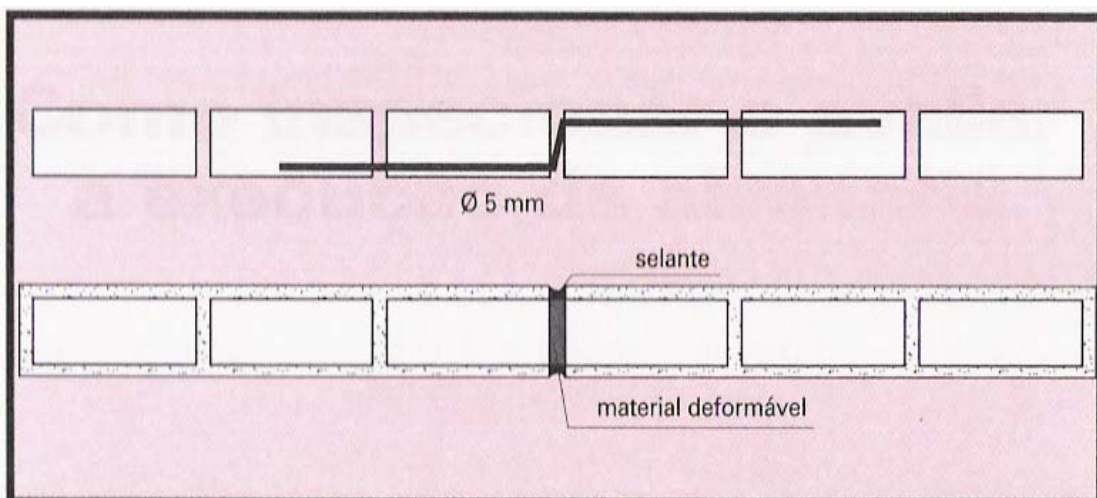


FIGURA 4.3 – Ligação estrutura-alvenaria da fachada com reforço de tela galvanizada
 Fonte: Caderno de detalhes de obras da empresa pesquisada

Para paredes longas, confinadas na estrutura reticular de concreto armado, o projeto para produção de alvenaria de vedação deve prever as movimentações higrotérmicas dos materiais e, quando necessário, introduzir a execução de juntas de controle com o intuito de evitar a ocorrência de fissuras. A ancoragem mecânica entre trechos de paredes contíguas pode ser realizada na etapa de elevação da alvenaria por meio de conectores de cisalhamento (fio de aço com diâmetro de 4,2 ou 5 mm) posicionados nas fiadas ímpares, a partir da terceira, transpassando aproximadamente 30 cm para cada lado da junta (LORDSLEEM JÚNIOR, 2000). Para estrutura pouco deformável e alvenaria não fixada rigidamente, as juntas de controle podem ser preenchidas com material deformável (poliestireno ou poliuretano expandido), recebendo acabamento externo com selante flexível, conforme figura 4.4.

FIGURA 4.4 – Junta de controle com conector cisalhante e acabamento com selante flexível



Fonte: Caderno de detalhes de obras da empresa pesquisada

A apologia de utilização de grandes vãos e poucos pilares nas atuais obras de edificações têm repercutido em patologias nas alvenarias de vedação em razão destas não suportarem a deformação induzida pela estrutura. A fim de otimizar o processo é relevante a elaboração de um projeto de produção que permita estudo prévio do desempenho da parede e defina os métodos e materiais adequados para a interface alvenaria/estrutura.

4.2 Interface alvenaria/esquadrias

No processo tradicional, os vãos para as esquadrias são caracterizados pela ausência de modulação dos blocos constituintes da parede de alvenaria de vedação, gerando retrabalho em razão da necessidade de ajustes dimensionais no momento do assentamento da esquadria.

Diferentemente, na alvenaria racionalizada, o projeto para produção de vedações verticais deve detalhar a elevação das paredes, indicando com precisão o posicionamento e a dimensão do vão compatível para a inclusão de portas e janelas, isto é, a dimensão da esquadria acrescida das folgas necessárias para sua fixação. Também, o projeto para produção deve fornecer informações de posicionamento, sistemas de fixação, técnicas de assentamento (obtidas junto ao fornecedor das esquadrias) e dimensionamento de vergas e contravergas, quando utilizadas.

De acordo com o Manual Técnico de Alvenaria da Associação Brasileira da Construção Industrializada (ABCI, 1990):

“Vergas são reforços horizontais colocados na parte superior das aberturas para resistir aos esforços de tração na flexão, redistribuindo para a parede as cargas verticais”.

“Contravergas são colocadas na parte inferior das aberturas e têm a função de distribuir os esforços concentrados que aí surgem”.

Desta forma, com a função de absorver e distribuir tensões concentradas nos vértices das aberturas de vãos de portas e janelas, as vergas e contravergas são incorporadas à alvenaria durante sua elevação, normalmente, com transpasse mínimo de 40 cm para cada lado.

Considerando a seção transversal correspondente a dos blocos, devem ser dimensionadas de acordo com as cargas atuantes sobre elas, com o tipo de bloco, comprimento da parede e

tamanho do vão. Assim, vergas e contravergas para janelas e vergas para portas de grandes dimensões devem ser dimensionadas como vigas.

De maneira geral, conforme salienta Lordsleem Júnior (2000), a execução das contravergas deve ocorrer quando o vão do caixilho exceder cinquenta centímetros. A paginação deve considerar a elevação da parede até uma fiada antes da altura dos peitoris, possibilitando, deste modo, executar a contraverga. Na continuação da elevação da parede, as vergas devem ser utilizadas na parte superior do vão do caixilho, do vão da porta, ou outra abertura com solicitação de carregamento.

No caso de vãos sucessivos, com distâncias inferiores a sessenta centímetros, as vergas e contravergas devem ser contínuas.

A definição de utilização de vergas e contravergas, pré-moldadas ou moldadas no local deve ser programada para otimizar a seqüência de serviços, resultando em maior produtividade.

Entre as técnicas usuais de produção das vergas e contravergas destacam-se as moldadas no local com fôrma de madeira e as moldadas no local com utilização de blocos tipo canaleta, sendo a adoção de uma ou outra função do planejamento das atividades, da disponibilidade de organização de canteiro, equipamentos, mão-de-obra e componentes da alvenaria.

A quebra de seqüência de elevação da alvenaria e conseqüente perda de produtividade em função da montagem das fôrmas, inclusão de armaduras, concretagem, cura e desforma, torna o processo de execução de vergas e contravergas, moldadas no local com fôrmas de madeira, um processo tradicional de produção, basicamente não utilizado por empresas construtoras comprometidas com a racionalização dos processos produtivos.

A utilização de blocos tipo canaleta para a execução de vergas e contravergas dispensam a necessidade da madeira para fôrmas, devendo o projeto para produção detalhar a armação e a resistência do concreto tipo groute ou concreto convencional a ser utilizado. Caso ocorra encontro da canaleta com o pilar, deve-se realizar o engastamento por meio de furação do pilar e fixação de ferro cabelo com resina epóxi, conforme o detalhamento construtivo da figura 4.5, para posterior grouteamento ou concretagem da canaleta.

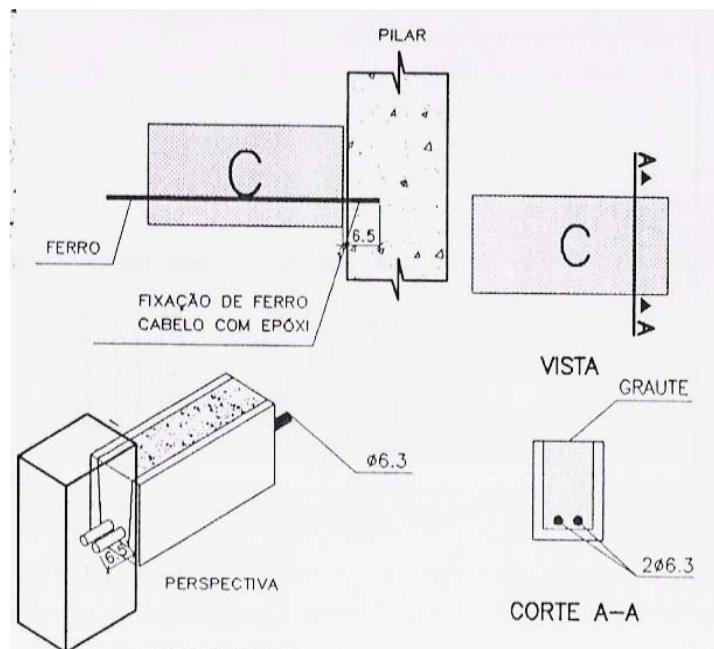


FIGURA 4.5 – Detalhe de fixação no encontro de canaleta com pilar de concreto

Fonte: Caderno de detalhes de obras da empresa pesquisada

A pré-moldagem de vergas e contravergas tem sido utilizada por empresas construtoras em edifícios para os quais pressupõe-se quantidade elevada de vãos padronizados, pois torna-se viável a produção de fôrmas para vergas e contravergas. Sejam metálicas ou de madeira, a confecção pode ocorrer no canteiro de obras, em central de produção da empresa construtora ou fornecida por terceiros, sempre levando-se em consideração o peso próprio, situação que pode tornar a utilização do pré-moldado inadequada. Na prática, peças pré-moldadas acima de 1,80 m tornam-se demasiadamente pesadas, diminuindo a trabalhabilidade no assentamento e dificultando o manuseio e transporte sem equipamentos especiais.

Como descreve Silva (2003), “o levantamento quantitativo dos vãos de diferentes dimensões previstos no projeto arquitetônico indicará, ao projetista, as possibilidades de padronização dimensional e geométrica das vergas e contravergas, sem prejuízo de situações particulares”.

O detalhamento construtivo das peças pré-moldadas deve fazer parte do projeto para produção de alvenaria de vedação. A figura 4.6 mostra detalhe genérico para produção de verga em paredes de alvenaria com espessura de 9 cm, 14 cm e 19 cm (vista A).

A vista B (figura 4.6) especifica a espessura da parede na qual a verga será assentada, o comprimento e o número da verga, a utilização de aço 6,3 mm com respectivas dobras e

comprimento em função do comprimento da verga, e o vão da alvenaria com seus apoios laterais.

A figura 4.6 (planta) também evidencia o detalhamento da passagem deixada na verga para descida de eletroduto. Os eletrodutos embutidos na laje, com descida pelas paredes de alvenaria até os interruptores sofrem interferências, freqüentemente, das vergas. A utilização de vergas em blocos tipo canaleta dificulta a passagem do eletroduto, situação que pode ser resolvida pela opção de verga pré-moldada com previsão de furo para passagem.

A figura 4.7 exemplifica o detalhamento construtivo de uma verga (V 107 A – 09) apoiada no seu lado direito sobre uma espaleta de alvenaria de 6,5 cm. Observa-se que o detalhe construtivo define a ligação da verga com o pilar, deixando uma sobra de 7,5 cm do aço 6,3mm para ser fixado no pilar por meio de resina epóxi no momento do assentamento da verga.

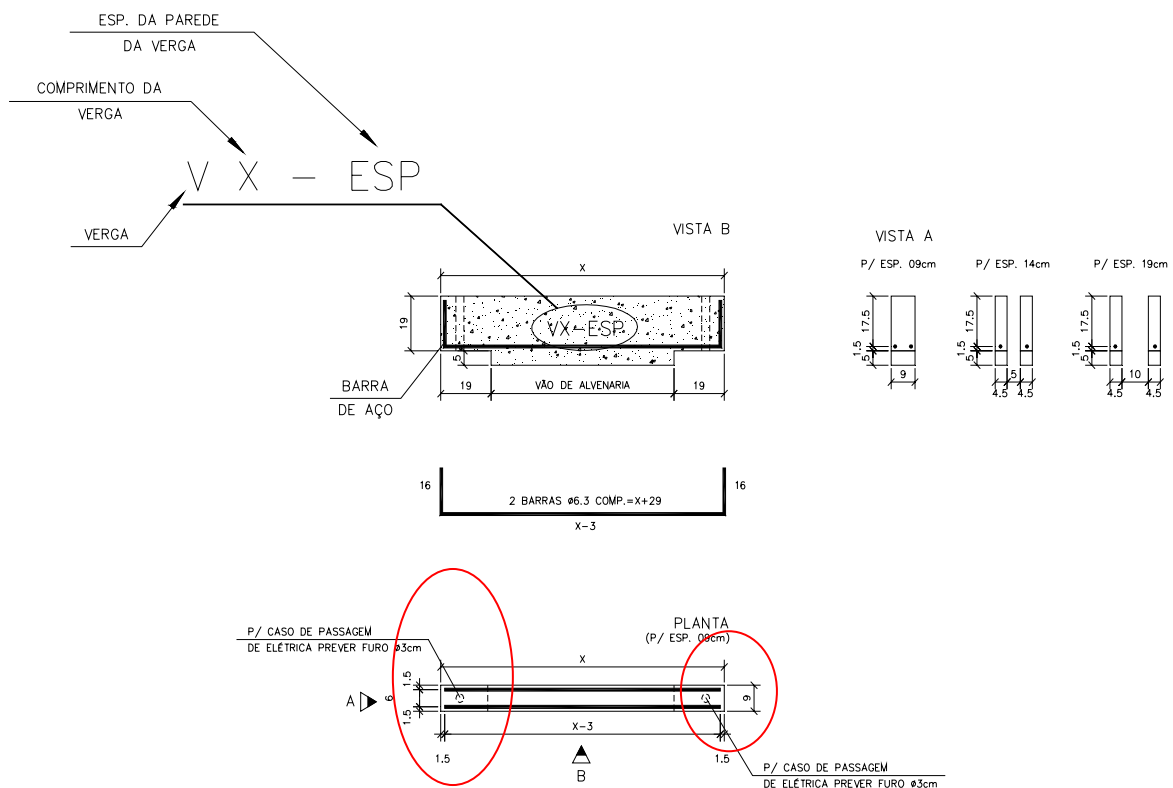


FIGURA 4.6 – Detalhe genérico para verga pré-moldada

Fonte: Caderno de detalhes de obras da empresa pesquisada

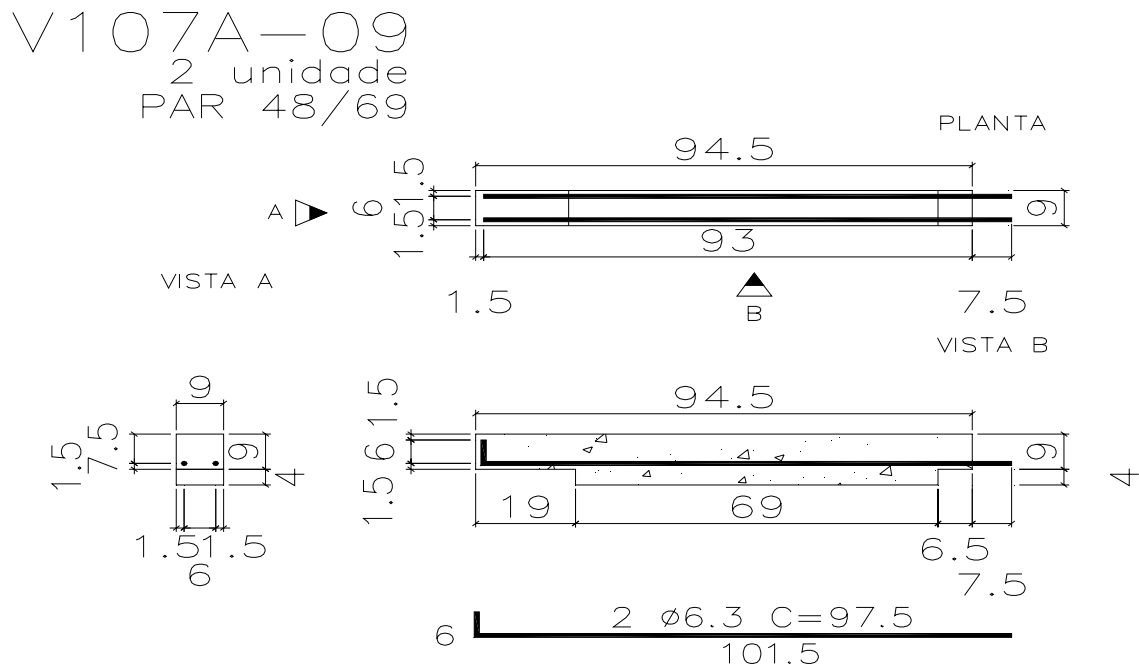


FIGURA 4.7 – Detalhamento construtivo de verga pré-moldada
Fonte: Caderno de detalhes de obras da empresa pesquisada

As vergas pré-moldadas também podem ser dimensionadas de tal forma a otimizarem o estudo da modulação vertical das paredes de alvenaria. A diferença de altura para ajuste do vão de portas pode ser acertada por meio da distância “d”, conforme figura 4.8.

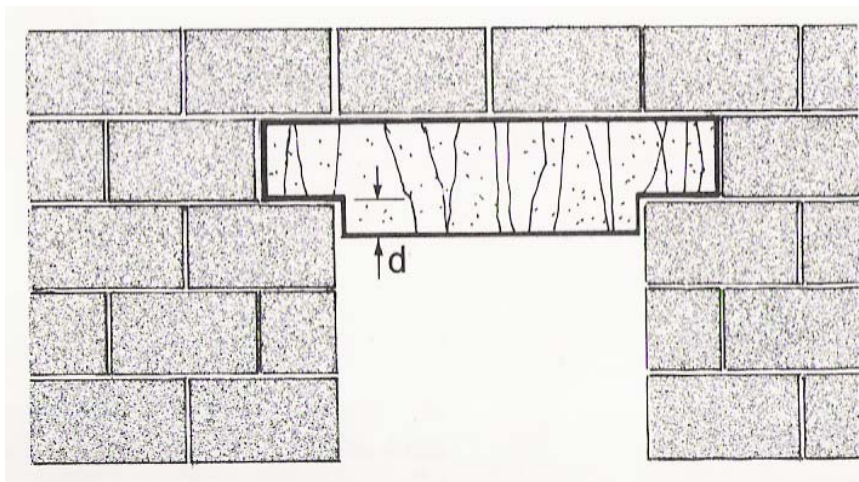


FIGURA 4.8 – Verga pré-moldada para ajuste da altura de vão de porta
Fonte: Manual Técnico de Alvenaria – ABCI (1990), p.65.

O dimensionamento compatível dos vãos com a coordenação dimensional pré-estabelecida para a inclusão de portas e janelas deve ser alcançado pelo estudo da modulação horizontal e vertical, para o qual devem ser evitados cortes nos blocos ou enchimentos para a complementação da modulação.

A modulação horizontal constitui o ajuste dos blocos da parede de alvenaria em conjunto com a utilização das partes seccionáveis dos blocos e da espessura das juntas verticais que, muitas vezes, pode constituir-se em juntas não preenchidas (juntas secas).

Para a modulação vertical, definida a altura do piso acabado em relação à estrutura (teto ou laje), as fiadas de alvenaria devem prever o ajuste dos blocos em conjunto com seus compensadores, com a espessura das juntas de assentamento e, ainda, com a altura das vergas e contravergas, quando presentes.

De acordo com as situações descritas, a figura 4.9 ilustra para a modulação de uma parede de 9 cm de espessura (parede 57) a utilização de blocos compensadores de 4, 14 e 19 cm para a modulação horizontal e blocos compensadores de 4 e 9 cm em conjunto com a verga V107D - 09 para a modulação vertical, definindo vãos de 69 x 222 cm para posterior fixação de portas.

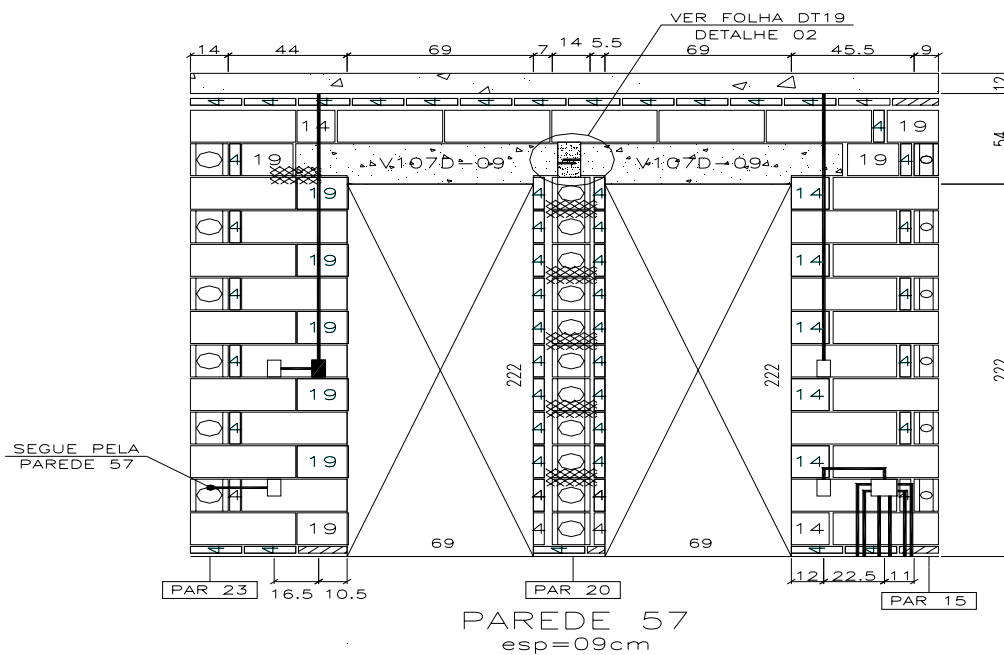


FIGURA 4.9 – Paginação de parede com definição de vão para esquadria

Fonte: Caderno de detalhes de obras da empresa pesquisada

No estudo da modulação vertical para vão de esquadria, no qual a altura de abertura do vão que atinge a laje ou a viga na sua parte superior, dispensando a necessidade de vergas, blocos inteiros ou compensadores, mostra-se mais racionalizada em relação às aberturas que exigem sua execução. Porém, nestes trechos de abertura a estrutura não deve apresentar irregularidades de execução. Assim, a figura 4.10 apresenta maior racionalização para os vãos das janelas JAL 05/06; JAL 07; JAL 04/14; JAL 08/11 e JAL 01/12/13 do que para as

aberturas das janelas JAL 23; JAL 09 e JAL 03 que apresentam complementação antes de atingirem a estrutura.

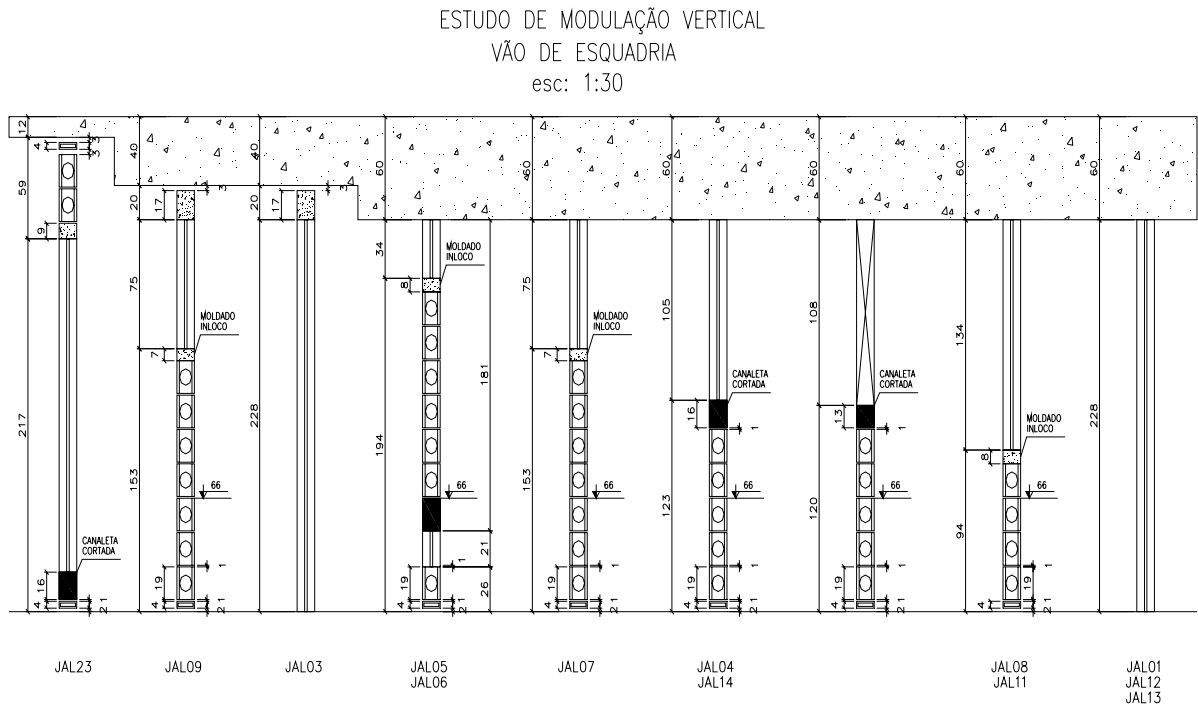


FIGURA 4.10 – Estudo de modulação vertical para vão de esquadria
Fonte: Caderno de detalhes de obras da empresa pesquisada

A produção de alvenaria racionalizada tem utilizado, basicamente, dois processos de instalação junto aos vãos de portas, buscando otimizar a seqüência de serviços e a produtividade da obra, quais sejam, os batentes metálicos envolventes (figura 4.11) e as portas prontas de madeira.

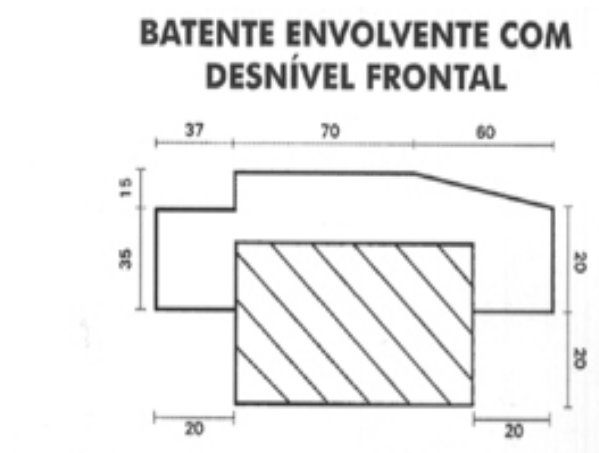


FIGURA 4.11 – Batente metálico envolvente (corte)
Fonte: Arquivo pessoal do autor

Os batentes metálicos envolventes, constituídos de grapas para chumbamento na alvenaria, são instalados simultaneamente ao assentamento dos blocos, auxiliando, desta maneira, o prumo e alinhamento das fiadas de elevação e eliminando a necessidade de ajustes posteriores aos vãos.

Para garantir a regularidade do vão de abertura para futura instalação do *kit* porta pronta é utilizado gabarito metálico, regulável na largura e altura, conforme figura 4.12, garantindo a locação precisa do vão na fase de elevação da alvenaria.

Desta maneira, para a determinação da largura do vão da alvenaria, em função da porta pronta solicitada no projeto arquitetônico, o projeto para produção deve levar em consideração a largura do batente, somado ao “vão luz” e a folga de um centímetro de cada lado para a introdução da espuma de poliuretano na etapa de fixação.

Na figura 4.13, tem-se representado para portas com folhas de 62/72/82 cm a necessidade de vãos de alvenaria de 69/79/89 cm, respectivamente.

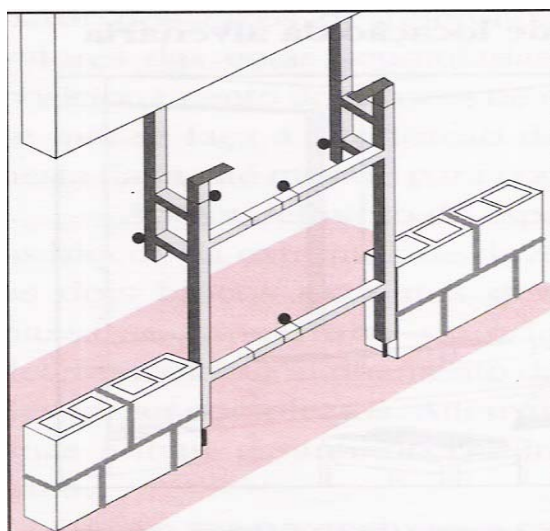


FIGURA 4.12 – Gabarito metálico para vão de porta
Fonte: Lordsleem Júnior (2000), p. 52

O mesmo raciocínio deve ser considerado em relação a altura do vão, ou seja, deve-se levar em consideração a altura da folha de porta que, salvo especificação de projeto, possui altura padrão de 210 cm, somado à espessura do acabamento do piso, acrescido de meio centímetro de folga para que a porta não raspe no piso e, somados ainda, à espessura da lumeeira do batente com mais um centímetro para a introdução da espuma de poliuretano na etapa de fixação.

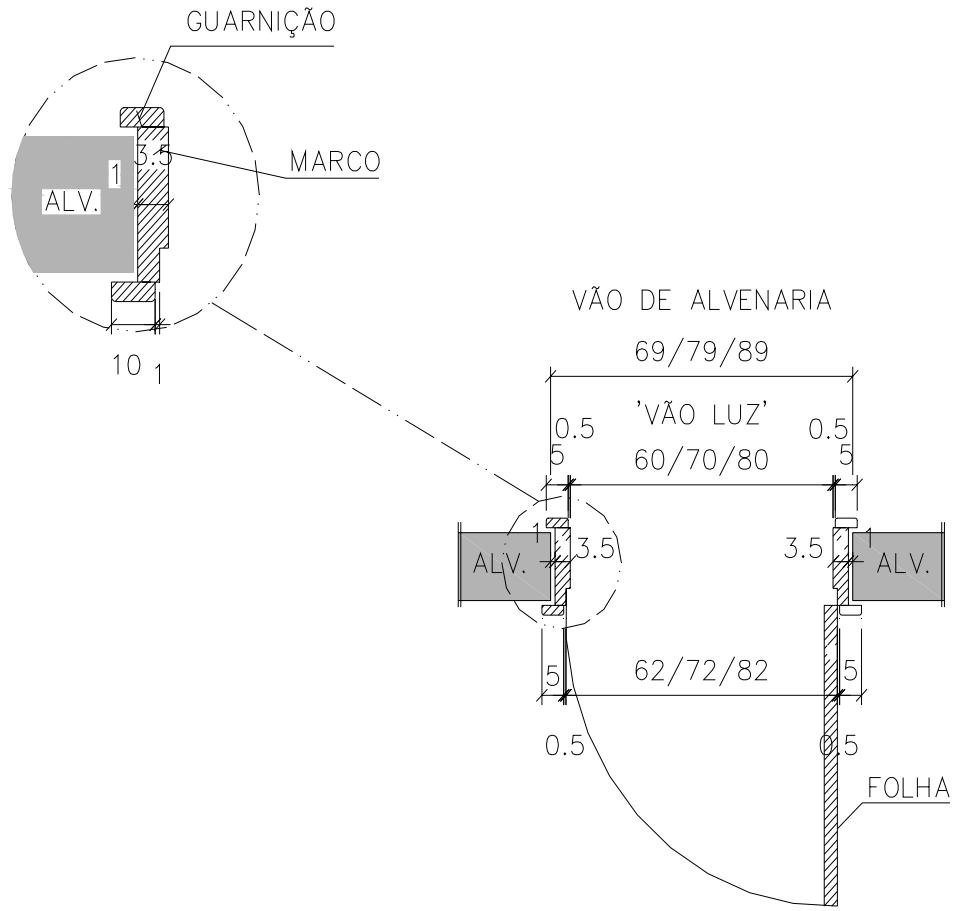


FIGURA 4.13 – Determinação do vão de alvenaria para sistema porta pronta de madeira
 Fonte: Caderno de detalhes de obras da empresa pesquisada

Também para os caixilhos, devem ser previstas as folgas necessárias dos vãos da alvenaria nos quais, como para as portas, deve-se fazer uso de gabaritos metálicos, conforme figura 4.14, para determinação de vãos precisos.

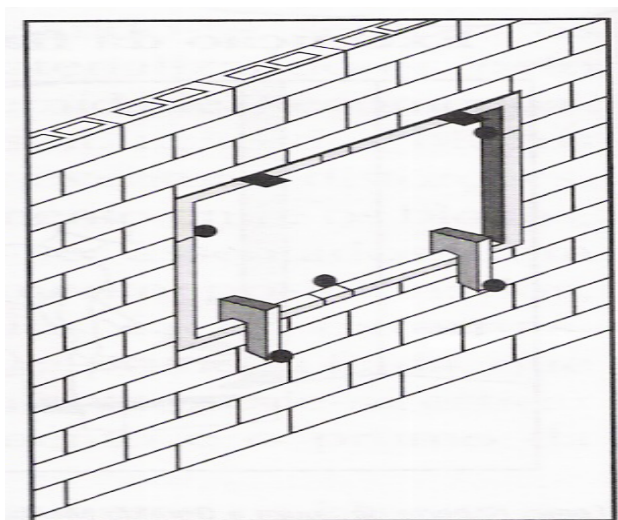


FIGURA 4.14 – Gabarito metálico para vão de caixilho
 Fonte: Lordsleem Júnior (2000), p. 52

Seguindo um padrão de mercado voltado para a classe média alta ou alto padrão, os edifícios em torres altas têm-se caracterizado pela instalação de caixilhos em alumínio, confeccionados sob medida, enquanto que para edifícios de 4 a 6 andares têm-se notado a preferência pela instalação de caixilhos em aço, motivado por sua produção comercial ofertar menor custo.

O caixilho em alumínio é precedido pela instalação do contramarco, após a parede concluída e fixada, com as taliscas posicionadas, indicando a espessura dos revestimentos em cada cômodo, e os pontos de nível, em relação ao piso acabado, indicados junto ao vão da janela.

O revestimento a ser utilizado na parede que contém a esquadria deve ser definido antes do assentamento do contramarco para que a espessura da esquadria fique adequada ao acabamento, isto é, o posicionamento da instalação do contramarco em parede com acabamento em azulejo cerâmico é diferente para o mesmo contramarco instalado em parede com acabamento em gesso liso para pintura.

Em vão limitado na sua parte superior por vergas ou própria estrutura de concreto (laje ou viga), na parte inferior por contravergas e nas laterais por componentes de alvenaria, pode-se ter a fixação do contramarco basicamente por dois processos, sempre levando-se em consideração o alinhamento, prumo e ajuste de nível.

No primeiro processo, a fixação do contramarco ocorre por intermédio de grapas. Sendo as faces superior e inferior do vão constituídas, respectivamente, por vergas ou própria estrutura e por contravergas, deve-se fixar pinos de aço nestas faces por meio de tiro para posterior soldagem das grapas encaixadas no contramarco. Os blocos das faces laterais devem ser cortados na altura do chumbamento das grapas. Depois das grapas serem chumbadas à alvenaria deve-se reconstituir possíveis danos causados nos blocos laterais do vão.

Um segundo processo consiste no grouteamento dos componentes laterais da alvenaria, garantindo ao vão estar envolto por componentes que possibilitem a fixação do contramarco por meio de buchas e parafusos, conforme figura 4.15. Esse processo deve ser realizado após execução do requadro do vão que vai receber o contramarco

O projeto para produção de alvenaria de vedação deve levar em consideração, para o vão da alvenaria, a folga necessária do revestimento para requadro do vão. Embora mais racionalizado, atenção especial deve-se ter na verificação de aderência da interface contramarco/alvenaria, pois um único desprendimento do sistema bucha e parafuso pode

resultar em folga da fixação do conjunto, resultando em ponto vulnerável à penetração de água, quando caixilho de fachada.

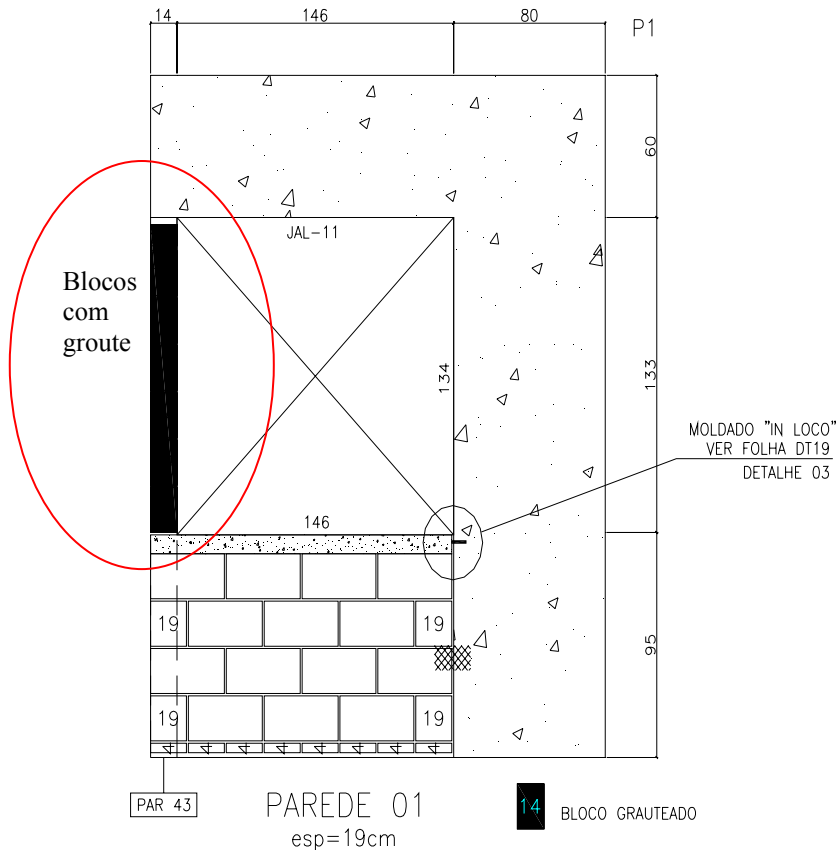


FIGURA 4.15 – Vão envolto por estrutura, contraverga e fiadas de blocos grouteados

Fonte: Caderno de detalhes de obras da empresa pesquisada

A instalação de componentes de proteção nos vãos de fachada deve melhorar a exposição da alvenaria contra agentes naturais, em especial chuvas e ventos. Silva (2003) descreve que “os peitoris de janelas, mesmo quando especificados, resumem-se ao assentamento de lâminas de pedras ou placas pré-moldadas de concreto, em geral, de comprimento equivalente à largura do vão, gerando pontos favoráveis à concentração de água nas laterais do peitoril”.

O correto detalhamento desses componentes tende a proporcionar melhor desempenho e durabilidade das fachadas e do edifício como um todo. Assim, especial atenção com a inclinação para o lado externo, embutir o peitoril em pelo menos um centímetro de cada lado na massa de revestimento externo e prever a folga vertical do vão de acordo com o tipo de argamassa de assentamento da pedra, são detalhes que devem ser definidos na elaboração do projeto para produção.

Concluídas as etapas de fixação de contramarcos e assentamento de componentes de proteção, quando de sua existência, a instalação dos caixilhos junto aos contramarcos deve ser iniciada após o término do revestimento final do vão de fachada e o masseamento das paredes internas. Os arremates internos devem ser colocados antes da última demão de pintura.

4.3 Interface alvenaria/instalações elétricas e hidráulico-sanitárias

De elevada importância econômica, em razão do custo de implantação e manutenção, tradicionalmente os sistemas de instalações prediais são fontes de problemas patológicos.

Muitas vezes, esta fonte de problemas concentra-se nas falhas de projeto ao apresentar ausência de detalhamentos, especificações deficientes ou incorretas e falta de compatibilização com interfaces.

Especificamente em relação ao subsistema vedação vertical, é um dos serviços de maior interferência pela tradição das instalações elétricas, telefônicas, rede lógica e, em especial, as hidráulico-sanitárias, serem embutidas nas paredes de alvenaria após sua elevação.

A introdução de tubulações, eletrodutos, conexões e quadros de distribuição nas paredes de alvenaria é prática comum. Essa prática é prejudicial à integridade e ao desempenho da parede, além de gerar grande desperdício de material e mão-de-obra em virtude da necessidade de posterior preenchimento e arremates dos rasgos.

Visando à racionalização da interface alvenaria/instalações elétricas e hidráulico-sanitárias, os projetos de instalações, segundo Thomaz (2001), devem preceder o projeto executivo da alvenaria. Desta maneira, a interferência da alvenaria com as instalações tende a ser tratada desde a etapa de execução das fôrmas da estrutura, na qual o projeto para produção, com o intuito de evitar rasgos na alvenaria, deve estar definido quanto às furações elétricas e hidráulicas que utilizarão os vazios existentes na vedação vertical para a passagem das respectivas tubulações.

Soluções alternativas ainda mais racionalizadas, como a utilização de *shafts*, têm sido empregadas, conforme descreve Franco (1998), “desvinculando completamente a execução destes subsistemas com a execução da vedação vertical”. A prática da utilização de *shafts*, especialmente para as prumadas hidráulico-sanitárias, permite sua execução antes do início da alvenaria, evitando perturbações posteriores pela necessidade de rasgos nas paredes e

possibilitando maior produtividade na execução dos subsistemas envolvidos. A introdução de *shafts* visitáveis permite a facilidade de detecção do ponto de vazamento na prumada e conseqüente acesso a reparos e manutenção, sem interferir na parede de alvenaria após sua execução.

Na impossibilidade do caminhamento das prumadas por *shafts* tem-se maior interferência com a parede de vedação. Assim, a alvenaria deve ser interrompida, criando uma descontinuidade para passagem das tubulações e posterior fechamento do vão com o encamisamento das tubulações com tela do tipo *deployée*, conforme figura 4.16, devendo o projeto para produção de vedações verticais definir as cotas dos pontos hidráulicos de saída e seu afastamento da alvenaria, em função do revestimento a ser aplicado no ambiente.

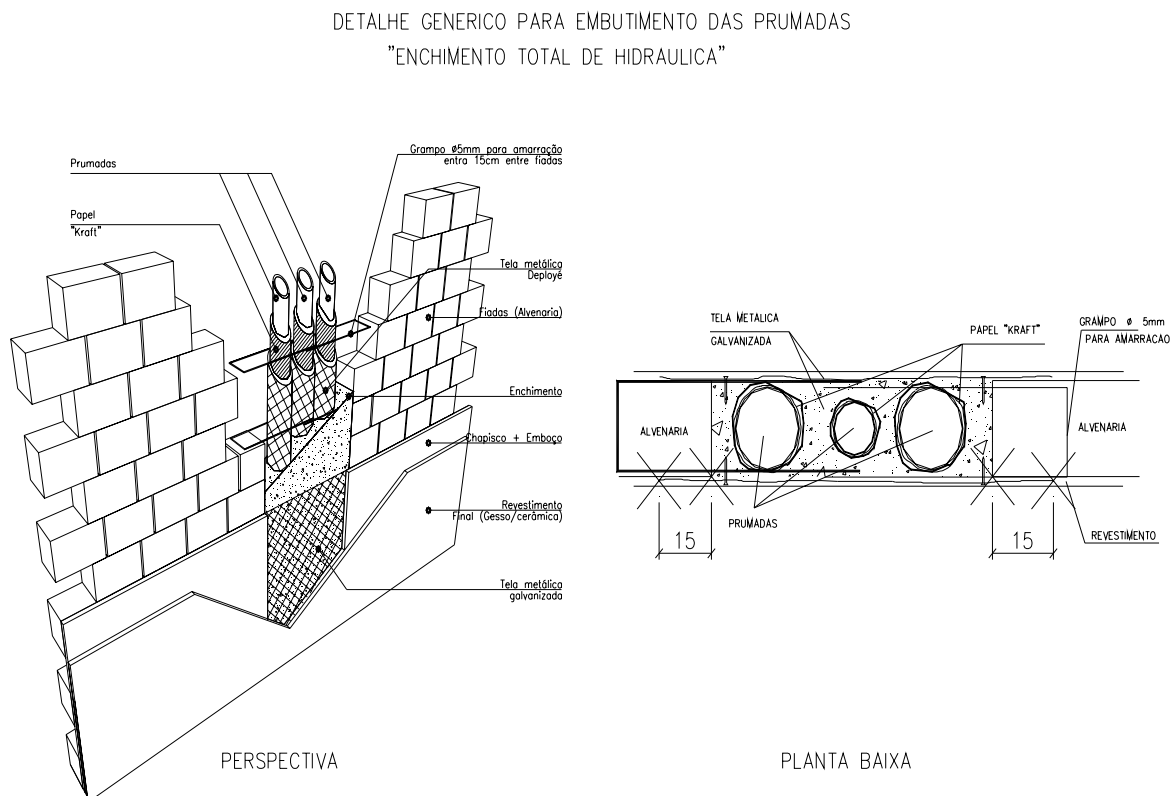


FIGURA 4.16 – Detalhe construtivo da interrupção da alvenaria para passagem tubulação hidráulico-sanitária

Fonte: Caderno de detalhes de obras da empresa pesquisada

Os ramais de distribuição, derivados das prumadas, devem ser alocados nas paredes de alvenaria em blocos de menor espessura. Desta forma, o projeto para produção deve demonstrar na elevação da parede o detalhamento da fiada com bloco de menor espessura e respectiva extensão que possibilite a passagem do ramal hidráulico sem a necessidade de rasgos na parede de alvenaria.

Para minimizar rasgos nas alvenarias e dar acabamento às tubulações aparentes de esgoto sob pias e tanques, o mercado da construção de edifícios tem-se utilizado cada vez mais das carenagens, cuja fixação dispensa a furação em paredes. Uma garra com desenho exclusivo prende a carenagem à tubulação de esgoto, mantendo-a pressionada contra a parede no prumo, mesmo que o tubo esteja inclinado (figura 4.17).

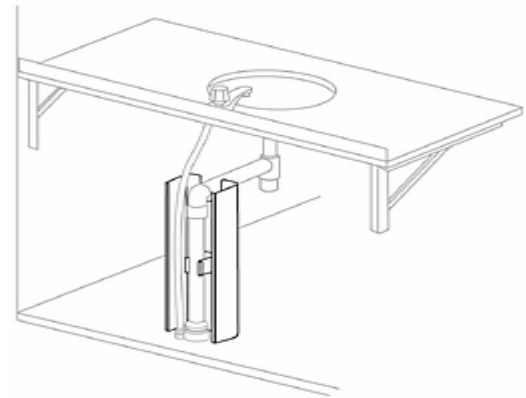


FIGURA 4.17 – Carenagem

Fonte: Catálogo Astra

Especificamente para as instalações elétricas, a concentração de eletrodutos na prumada com caminhamento ao quadro de distribuição do apartamento pode exigir a interrupção das paredes, conforme figura 4.18.

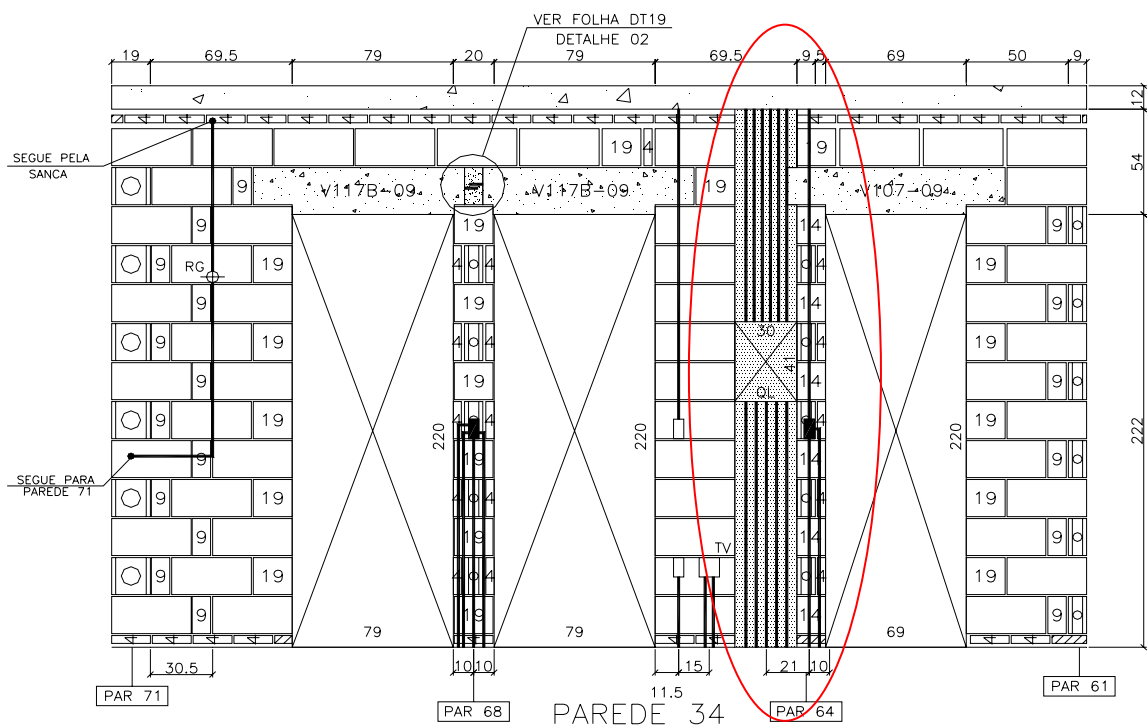


FIGURA 4.18 – Elevação de parede: interrupção da alvenaria para passagem de eletrodutos

Fonte: Caderno de detalhes de obras da empresa pesquisada

O embutimento dos eletrodutos verticais pelos vazios dos blocos ocorre sem maiores interferências na etapa de elevação, devendo as caixinhas elétricas estar previamente chumbadas nos blocos e com cotas de altura determinadas pelo projeto para produção de vedações verticais, conforme figura 4.19, levando-se em consideração a espessura do revestimento a ser aplicado na alvenaria.

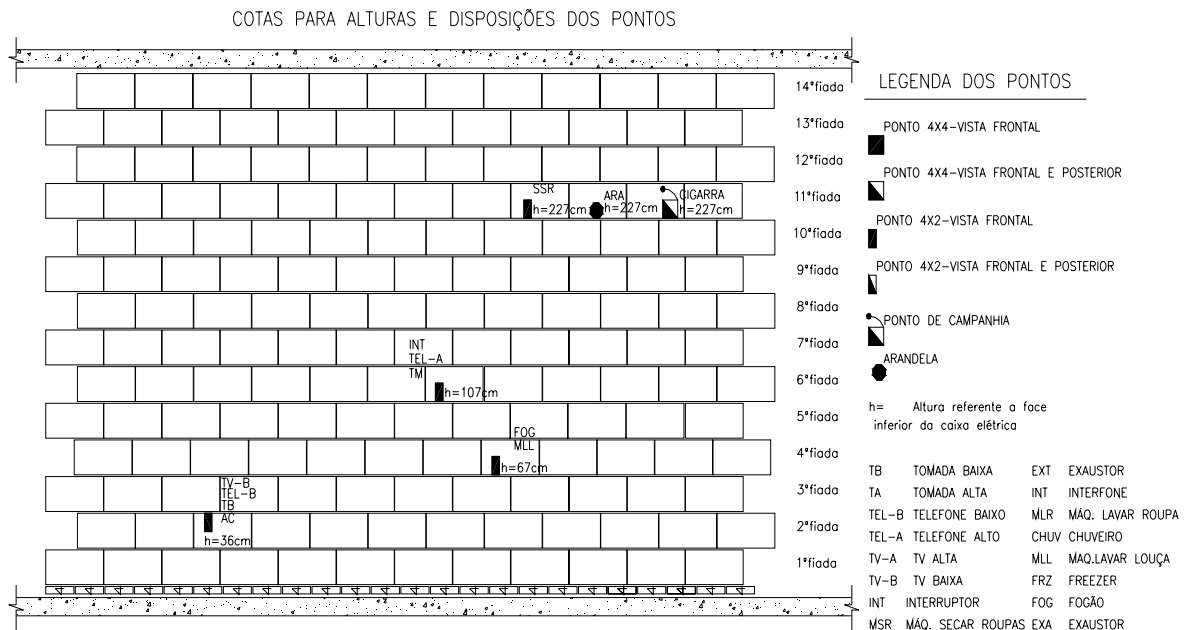


FIGURA 4.19 – Detalhe das cotas de altura dos pontos elétricos

Fonte: Caderno de detalhes de obras da empresa pesquisada

A eventual necessidade de corte na parede de alvenaria para a interligação de eletrodutos entre caixinhas ou passagem de tubos hidráulico-sanitários de pequeno diâmetro deve ocorrer com o auxílio de serra de disco de corte após a parede estar fixada à estrutura e realização de prévia programação, com o intuito de minimizar as áreas cortadas e obedecer a um caminhamento definido (LORDSLEEM JÚNIOR, 2000).

4.4 Interface alvenaria/revestimento de argamassa

As paredes da alvenaria interferem diretamente na qualidade final e nos custos do revestimento. A necessidade de utilizar espessura de revestimento além da especificada em projeto, em função de imperfeições da alvenaria e ou da estrutura, repercute em aumento de consumo de argamassa e menor produtividade da mão-de-obra.

Atualmente, o mercado dos grandes centros apresenta fornecedores de blocos industrializados preocupados com o controle de qualidade de seus produtos, permitindo boa produtividade de

execução da alvenaria de vedação pela facilidade de alinhamento, nivelamento e prumo em ambas as faces da parede. Desta maneira, a possibilidade de execução das estruturas e das alvenarias com maior precisão dimensional possibilita que o revestimento em argamassa seja de pequena espessura.

Todavia, como discutido na interface alvenaria/estrutura (item 4.1), as alvenarias podem apresentar fissuras por não suportar a deformação induzida pela estrutura ao longo do tempo, repercutindo em possíveis fissuras ou descolamento dos revestimentos. As fissuras e o descolamento das argamassas de revestimento são acentuados pela perda de água, tanto de evaporação, como pela absorção de base muito porosa ou ressecada, que pode ser minimizada pela aplicação prévia de chapisco.

Na interface em questão, a alvenaria serve como base para revestimentos de argamassa que, por sua vez, não tem como única função esconder as imperfeições da base; a compatibilização das superfícies de contato deve considerar a adoção de soluções técnicas que melhorem o desempenho do conjunto. Thomaz (2001) descreve que:

O desempenho das argamassas de revestimento dependerá sobremaneira das condições da base (limpeza, porosidade etc) e da forma de execução dos serviços; a aplicação de uma camada de ancoragem (chapisco) é vital para que seja otimizada a aderência com superfícies muito lisas ou materiais pouco higroscópicos; além disso, o chapisco tem a capacidade de regularizar as propriedades higroscópicas das alvenarias (diferenças nas propriedades físicas das argamassas de assentamento e dos componentes de alvenaria).

Uma vez chapiscada, a alvenaria está pronta para receber a argamassa de revestimento que deve constar de especificação no projeto para produção de revestimento. Em se tratando de alvenaria racionalizada, é intensa a utilização, pelas construtoras, de argamassas industrializadas que apresentam como vantagem maior facilidade no controle da dosagem.

Interferências com outros subsistemas também refletem na interface alvenaria/revestimento que podem comprometer a integridade do conjunto, isto é, devem-se evitar danos que venham exigir sua reconstituição. Assim, antes da realização da argamassa de revestimento deve-se garantir:

- ✓ o embutimento das tubulações hidráulico-sanitárias, com a realização de testes hidrostáticos;
- ✓ o embutimento dos eletrodutos elétricos, com arame guia passado;
- ✓ que rasgos provenientes de tubulações de esgoto (prumadas) estejam tratados com colocação de tela galvanizada;
- ✓ que caixinhas elétricas, quadros de distribuição e contramarcos estejam assentados com folgas necessárias para receberem o acabamento final sobre o revestimento de argamassa;
- ✓ impermeabilização da parede ou sua parte, quando necessário.

Na etapa de execução do revestimento externo de argamassa sobre a alvenaria deve atentar-se, também, para os detalhes construtivos de caimento dos peitoris em vãos de caixilhos e nas emendas ou juntas de trabalho que podem ser pontos vulneráveis à penetração de água com provável degradação da interface.

Entre os vários tipos de acabamentos utilizados nas fachadas dos edifícios, o revestimento cerâmico apresenta menor desgaste ao longo do tempo quando comparado aos revestimentos argamassados. Porém, segundo Campante & Sabbatini (2000), é grande a incidência de problemas patológicos apresentados antes dos cinco anos de uso pelo destacamento das placas cerâmicas nas fachadas em razão das deformações ocorridas na interface alvenaria/estrutura. Tais deformações ocorrem em função de acomodações do edifício após ocupação, fluência da estrutura de concreto ao longo do tempo, às variações higrotérmicas, falta de juntas de controle e deficiência na preparação da base (CAMPANTE & SABBATINI, 2001).

Desta maneira, torna-se necessário o domínio da tecnologia de produção dos revestimentos embasados pela elaboração de projetos que considerem as necessidades de produção.

4.5 Interface alvenaria/impermeabilização

A impermeabilização é um componente do subsistema vedação horizontal com função de garantir estanqueidade às superfícies, proporcionando maior durabilidade aos edifícios. Além disso, como descrevem Souza & Melhado (1998), “a impermeabilização é um componente cuja execução interfere e sofre interferência de outros subsistemas do edifício” o que justifica a necessidade de elaboração do projeto de impermeabilização, coordenado com os demais projetos do edifício.

A falta de proteção da alvenaria contra a umidade pode resultar em danos no revestimento e na pintura, manchas nas fiadas inferiores dos azulejos cerâmicos e mofo no ambiente, com possíveis problemas de saúde aos usuários da edificação.

A definição do tipo de impermeabilização, antecipada ao projeto das paredes de vedação, a ser utilizada nas áreas de pisos laváveis, terraços, varandas e áreas descobertas do edifício, como cobertura e térreo externo, é essencial para o detalhamento construtivo das interferências entre os componentes do sistema de impermeabilização e as paredes de vedação, de forma a atender aos requisitos de solicitação da interface.

Considerando que nem todas as áreas molháveis são solicitadas pela água com a mesma intensidade, Souza & Melhado (1998) estabelecem uma escala de classificação do ambiente em relação à presença de água, conforme tabela 4.1, capaz de referenciar o projetista quanto ao tipo de impermeabilização necessária e sua conseqüente interface com a alvenaria de vedação que delimita o ambiente.

TABELA 4.1 – Solicitação dos pisos em relação à penetração de água

Área	Solicitação em relação à água
cobertura, térreo externo	muito alta
varanda	alta
box do banheiro	alta
banheiro	média a alta
cozinha	baixa a média
área de serviço	baixa a média
lavabo	muita baixa

Adaptado de Souza & Melhado (1998)

Nas áreas de solicitação de água muito baixa, como no lavabo, algumas empresas têm transgredido a classificação técnica sugerida ao optarem pela não realização da impermeabilização do ambiente.

A padronização do tipo de impermeabilização e conseqüente detalhamento construtivo da interface com a parede de alvenaria tem elevado o grau de racionalização de diferentes obras de uma mesma empresa construtora, permitindo que detalhes constem nos projetos executivos da estrutura, como a indicação do rebaixamento da laje em varandas e em boxes de banheiros, o que também deve ser levado em consideração pela modulação vertical da parede de alvenaria, em função do rebaixo criado.

Desta maneira, é usual quando da utilização de manta asfáltica, a execução das primeiras fiadas de alvenaria com blocos de menor espessura, criando-se uma cavidade na parede, conforme ilustrado na figura 4.20, com a finalidade de acomodar a manta e sua proteção vertical, racionalizando a espessura do revestimento ao longo da parede. A mesma situação pode ser observada para a parede 05 constituída por blocos de 14 cm (figura 4.21), mas com as primeiras fiadas com blocos de 09 cm para futura acomodação da manta asfáltica. Para paredes que contém banheiras de hidromassagem, a cavidade deve subir 40 cm acima da banheira.

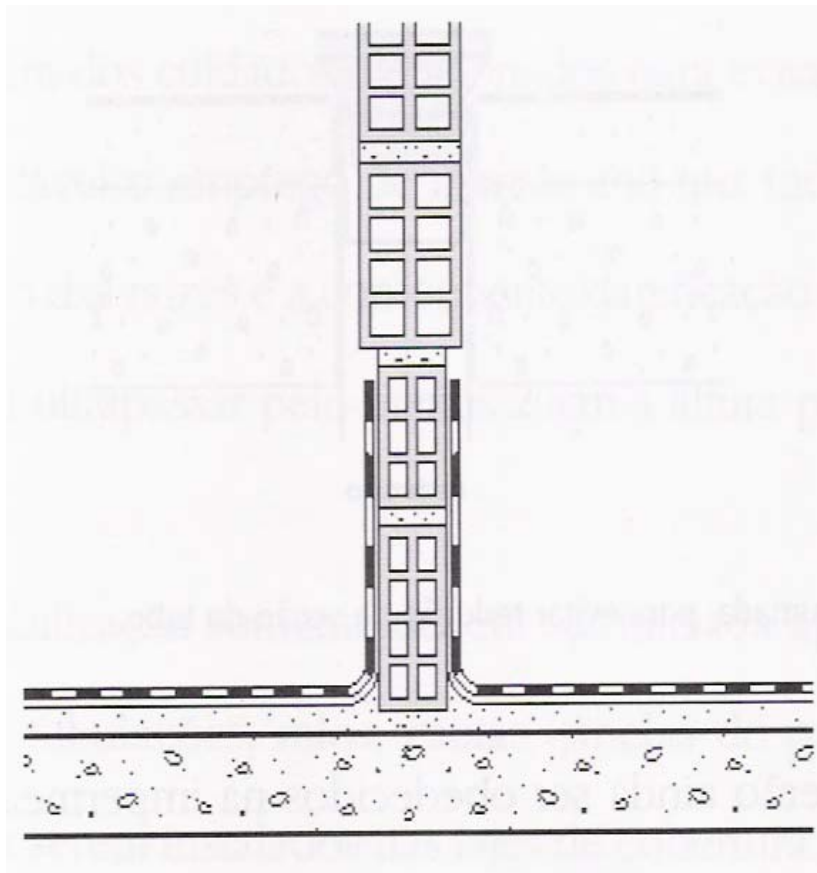


FIGURA 4.20 – Cavidade na parede para embutimento da manta asfáltica

Fonte: Thomaz (2001), p. 263.

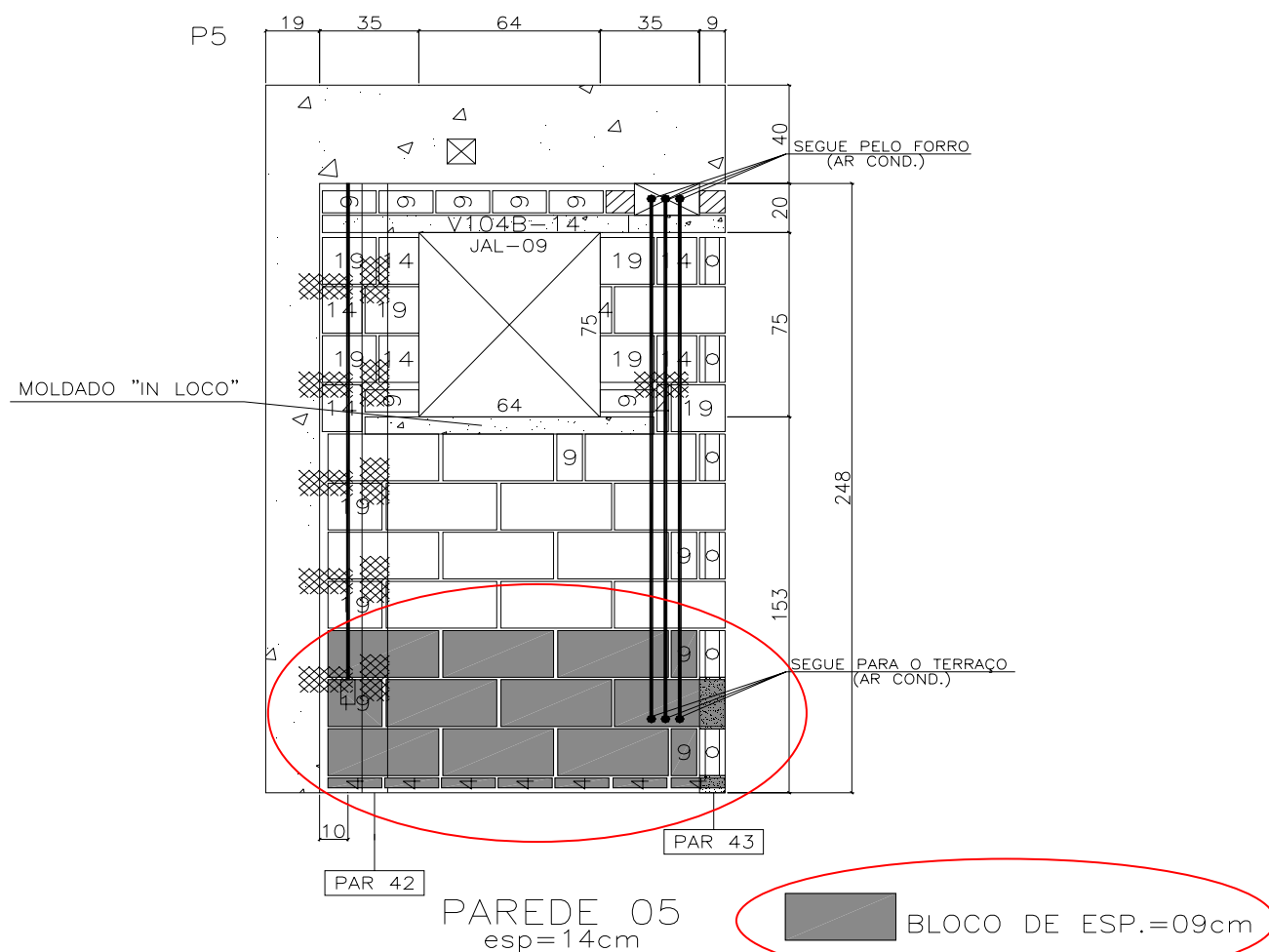


FIGURA 4.21 – Elevação da parede 05

Fonte: Caderno de detalhes de obras da empresa pesquisada

Na interface com a parede, o projeto de impermeabilização deve detalhar o encontro da superfície horizontal (piso) com a superfície vertical (alvenaria), isto é, estabelecer a altura de dobra da manta na parede e a cota de sobreposição da impermeabilização na horizontal, conforme ilustrado na figura 4.22. A manta aderida junto à parede de alvenaria deve receber uma proteção, denominada proteção vertical, que pode ser de dois tipos:

- proteção simples para a superfície vertical (alvenaria): consiste na aplicação de chapisco grosso sobre manta asfáltica aderida na alvenaria;
- proteção mecânica armada para a superfície vertical (alvenaria): sobre a impermeabilização, aplicar chapisco grosso e aguardar cura de 24 horas. Sobre o chapisco grosso aplicar argamassa sarrafeada na espessura de 3 cm, estruturada com tela galvanizada hexagonal de fio 22 ou tela plástica, com abertura de malha 2,0 x 2,0 cm.

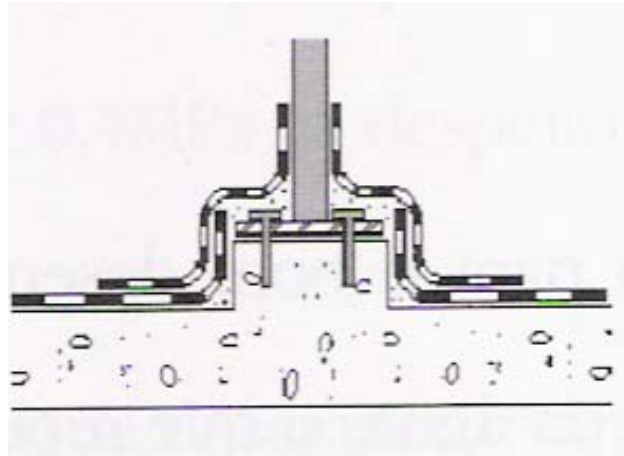


FIGURA 4.22 – Detalhe da sobreposição da manta asfáltica no encontro superfície horizontal com parede de alvenaria

Fonte: Thomaz (2001), p.262.

Ainda, em lajes expostas, de acordo com Thomaz (2001), deve-se prever juntas de movimentação nos pisos e juntas de dessolidarização nos encontros com paredes; tais juntas têm a finalidade de evitar que a dilatação térmica do piso desloque as paredes, induzindo rasgamento ou descolamento da manta, conforme ilustrado na figura 4.23.

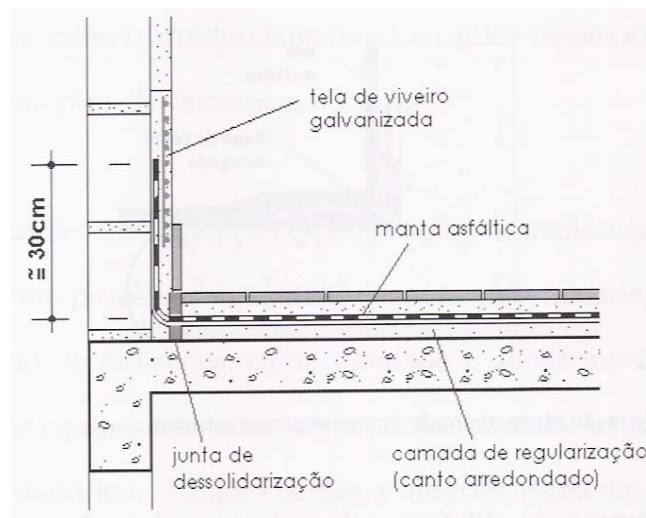


FIGURA 4.23 – Junta de dessolidarização no encontro da impermeabilização com parede de alvenaria em área exposta

Fonte: Thomaz (2001), p.263.

Outro tipo de impermeabilização utilizado pelas empresas construtoras, em áreas de baixa a média solicitação de água, como cozinhas e áreas de serviço e, algumas vezes nos banheiros, são as impermeabilizações com cimento polimérico estruturado. Consiste na aplicação de membrana impermeabilizante semi-flexível a base de cimento e polímeros de perfeita aderência ao substrato, sendo que após a primeira demão da pintura e aguardo do tempo de

secagem, deve-se aplicar, por ocasião da segunda demão, uma armadura de tela poliéster/nylon em toda a superfície, inclusive virando sobre a parede do ambiente, conforme altura definida no memorial descritivo e, ou detalhamento construtivo do projeto de impermeabilização.

A interface alvenaria/impermeabilização sofre interferência do subsistema instalações hidráulicas, tornando-se um ponto de reflexão quanto ao processo construtivo racionalizado já que, muitas vezes, a impermeabilização é pensada no decorrer da obra. Na eventual necessidade de manutenção do sistema hidráulico-sanitário, o subsistema impermeabilização será afetado, perdendo sua continuidade. Esta situação pode ser percebida em uma futura necessidade de manutenção na tubulação alojada nas primeiras fiadas da parede 07 (figura 4.24).

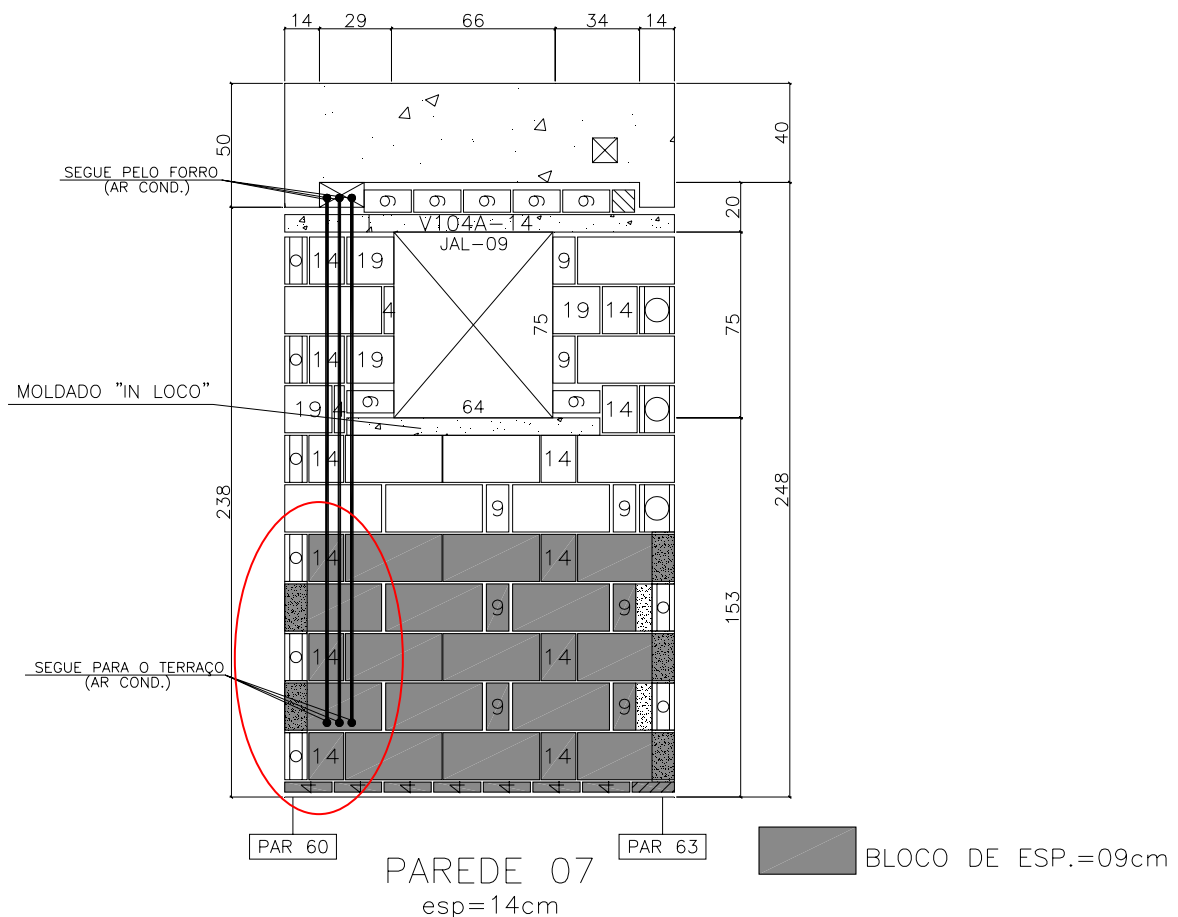


FIGURA 4.24 – Detalhe de tubulação hidráulica embutida em blocos impermeabilizados
Fonte: Caderno de detalhes de obras da empresa pesquisada

A improvisação na execução da interface das vedações verticais com os demais subsistemas deve ser eliminada pela adoção de soluções adequadas, definidas pela inserção do

detalhamento construtivo no processo de produção da alvenaria de vedação. Especificações de materiais e técnicas construtivas embutidas no projeto para produção de vedações verticais tendem a evitar que trabalhadores utilizem sua experiência prática e introduzam adaptações com ausência de procedimentos racionalizados nas interfaces das vedações verticais.

Desta forma, torna-se necessária maior integração da empresa construtora-projetistas, a fim de definirem soluções técnicas e respectivos detalhamentos construtivos, propostos nos projetos do produto.

CAPÍTULO 5 – VEDAÇÕES VERTICAIS DE EDIFICAÇÕES: VISÕES DA PRÁTICA PRODUTIVA

Para o estudo de caso foram escolhidas três obras de uma empresa incorporadora – construtora de pequeno porte, atuante no subsetor privado de edificações na realização de incorporações e também de empreendimentos para terceiros. Frente ao embasamento teórico exposto nos capítulos anteriores, este capítulo objetiva mostrar a prática realizada pela empresa construtora pesquisada entre as interfaces da vedação vertical executada em alvenaria de bloco cerâmico e alguns subsistemas que com ela interagem.

Por ser analisada uma única empresa a abrangência dos resultados são limitadas. Assim, o estudo de casos não tem a finalidade de realizar um levantamento estatístico de como se comporta o mercado privado de edificações frente à elaboração do projeto para produção de vedações verticais e seu conseqüente detalhamento construtivo quanto à execução dos serviços da alvenaria e suas interfaces, mas a realização de uma pesquisa qualitativa e de caráter exploratório.

De acordo com Silva & Menezes (2001), a pesquisa qualitativa “não requer o uso de métodos e técnicas estatísticas. O ambiente natural é a fonte direta para coleta de dados e o pesquisador é o instrumento-chave. É descritiva. Os pesquisadores tendem a analisar seus dados indutivamente”. Quanto ao caráter exploratório, as mesmas autoras descrevem que “envolve levantamento bibliográfico; entrevistas com pessoas que tiveram experiências práticas com o problema pesquisado; análise de exemplos que estimulem a compreensão. Assume, em geral, as formas de Pesquisas Bibliográficas e Estudos de Caso”.

Para a coleta de dados foram realizadas entrevistas (apêndice A) com responsáveis por alguns departamentos da empresa construtora: diretor técnico, coordenador de obras, suprimentos, planejamento; com colaboradores e prestadores de serviços: projetistas, engenheiros, mestres, encarregados, operários, arquitetos responsáveis pelos projetos para produção, em especial, vedações verticais. Para complementar a coleta foi realizado acompanhamento de três obras com verificação da documentação envolvida: sistema de gestão da qualidade e análise de projetos.

Pela instabilidade do mercado de atuação das empresas construtoras inseridas no subsetor edificações, dificultado especialmente pela concorrência do setor, as obras estudadas mostram um momento particular da empresa construtora em questão.

5.1 Apresentação da empresa construtora

Fundada em 1981, é uma empresa de pequeno porte de acordo com dados da Câmara Brasileira da Indústria da Construção (CBIC), possuindo menos de 29 funcionários. Sediada na cidade de São Paulo – SP, atua na área de construção de empreendimentos imobiliários e de construção de obras para clientes particulares nas áreas residenciais, comerciais, industriais e hospitalares, com mais de quinhentos mil metros quadrados de obras realizadas.

Composta por um quadro técnico de sete engenheiros civis, quando necessário são contratados mais profissionais, apenas para a realização de determinadas obras ou serviços em virtude do aumento da demanda de obras. Não conta com mão-de-obra própria para a realização dos serviços. Desta maneira, trabalha com parcerias (subempreiteiros) especializadas em cada etapa da obra.

Com o intuito de aprimorar a qualidade dos serviços e produtos e visando a padronização dos processos administrativos e de execução de obras, a empresa elaborou um Sistema de Gestão da Qualidade para certificar-se segundo os requisitos da ABNT (NBR ISO 9001:2000) – Sistemas de Gestão da Qualidade – Requisitos, para buscar garantir o comprometimento de seus funcionários e de seus fornecedores com os objetivos da empresa e conseqüentemente a satisfação de seus clientes, obtendo maior competitividade e destaque no mercado. Desta forma, o escopo para o qual o Sistema de Gestão da Qualidade da empresa foi elaborado e implantado é o de “Gerenciamento de projetos e execução de obras residenciais, comerciais, industriais e hospitalares”.

Focando constantemente o cliente, a organização procura trabalhar com as fases da figura 5.1 que ilustra a seqüência e a interação entre seus processos.

Cabe ressaltar que a empresa não desenvolve projetos com pessoal próprio, subcontratando tais atividades junto a escritórios especializados, habituados a prestar serviços à empresa construtora. Nos empreendimentos próprios, o engenheiro responsável pelo departamento de projetos (DEPRO), em conjunto com o diretor técnico (DIRTEC), exercem controle sobre o desenvolvimento dos projetos ao coordenarem as diversas etapas de elaboração dos mesmos,

inclusive, repassando a tecnologia construtiva e o procedimento de execução dos serviços a serem utilizados no canteiro; o mesmo procedimento nem sempre é possível de ser realizado em empreendimentos para terceiros, pois, normalmente, a construtora é contratada para a realização da obra com os projetos prontos ou em fase adiantada.

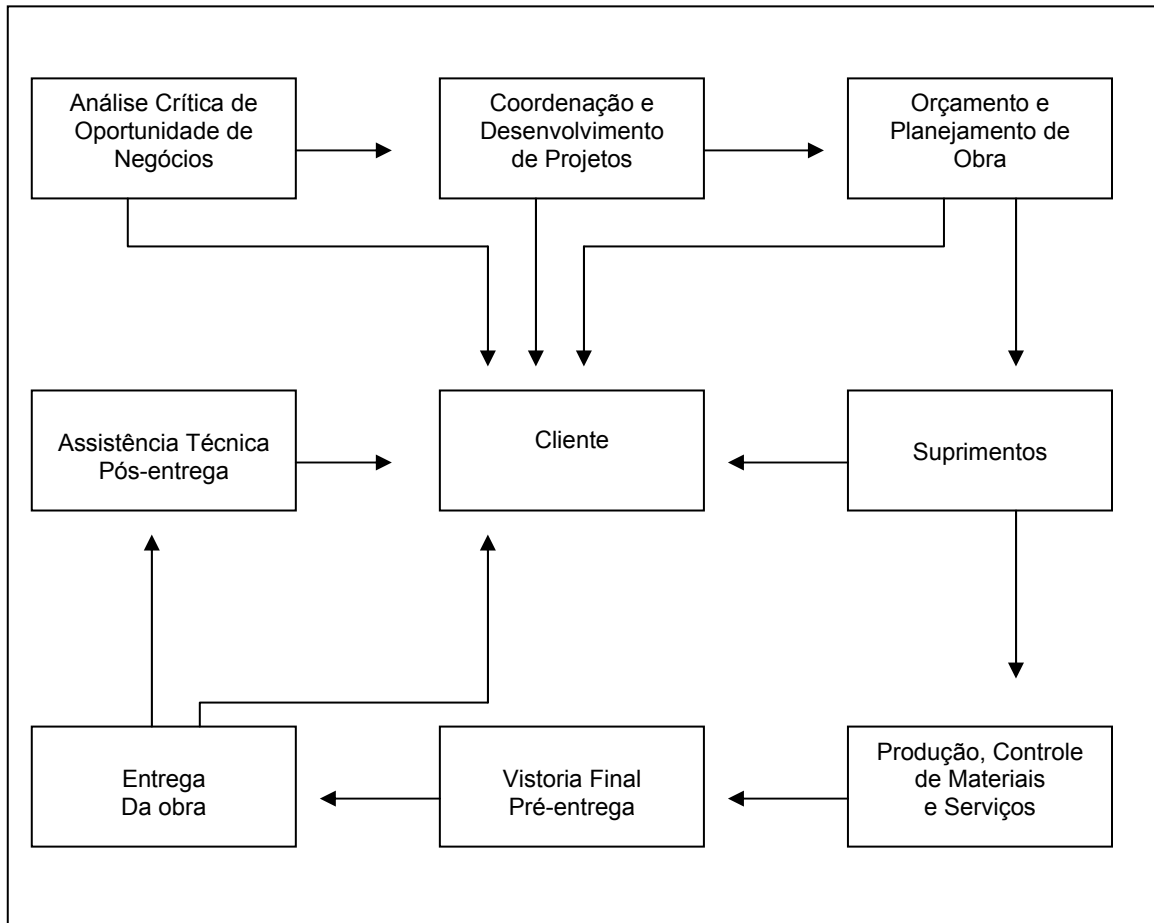


FIGURA 5.1 - Seqüência e interação entre os processos da empresa construtora

Fonte: Manual do Sistema da Qualidade da empresa pesquisada

Para que ocorra a interação entre os diversos processos, a empresa estruturou-se conforme o organograma apresentado na figura 5.2. Algumas funções são exercidas por uma mesma pessoa como, por exemplo, o departamento de planejamento e custo (DEPLA), o departamento de projetos (DEPRO) e a engenharia de segurança de trabalho (SESMT) estão a cargo de um mesmo engenheiro; o coordenador de obras (DECOB) acumula a função de responsável pelo departamento de assistência técnica (DAT) e a secretaria técnica (SETEC) é responsável, também, pelo processo de documentação (SEDOC). Desta maneira, internamente, a empresa construtora reorganiza informalmente a estrutura do organograma.

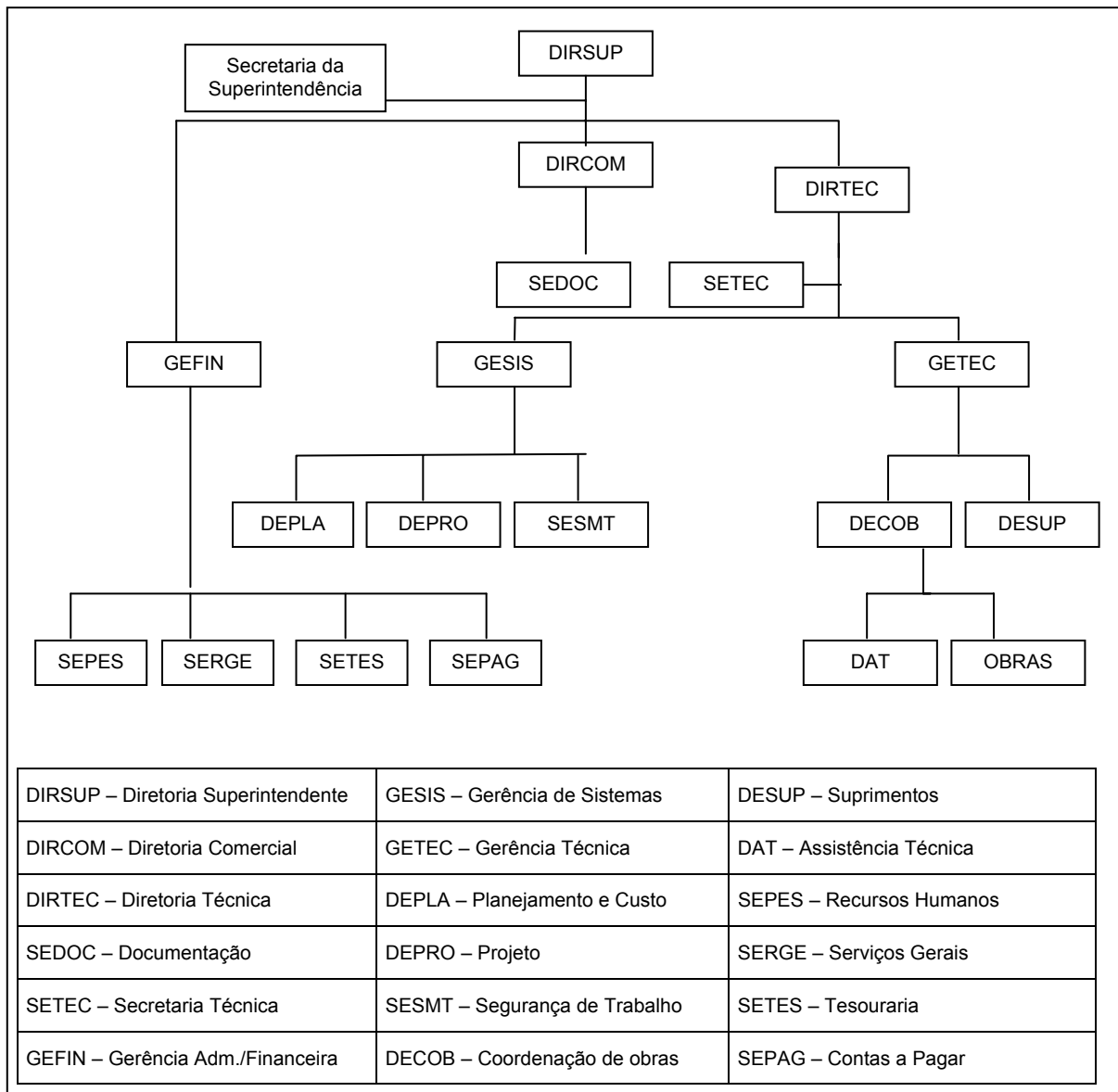


FIGURA 5.2 – Organograma estrutural da empresa construtora

Fonte: Manual do Sistema da Qualidade da empresa pesquisada

5.2 Obra A

5.2.1 Características da obra A

A obra A refere-se a um edifício residencial de 8.119,06 m² construído na cidade de São Carlos – SP com tempo de execução de trinta e seis meses (2002 – 2004). Apresenta dois subsolos, pavimento térreo, sete pavimentos-tipo com quatro apartamentos de 125,00 m² por andar, quatro apartamentos duplex de 225,00 m², ático e caixa d'água. A execução de todos os serviços foi realizada por parceiros colaboradores (subempreiteiros) trazidos da cidade de São Paulo.

Com fundação em tubulões a céu aberto, a estrutura realizada foi do tipo convencional de concreto armado. As vedações foram executadas em blocos cerâmicos, tendo como revestimento interno gesso aplicado diretamente sobre bloco e no revestimento externo aplicação de argamassa industrializada múltiplo-uso com acabamento em pintura tipo *jet-cril* (imitação de massa raspada). As áreas frias foram entregues com revestimentos cerâmicos (piso e parede) e as áreas quentes entregues no contrapiso, ficando ao cliente comprador a responsabilidade do acabamento a ser instalado.

A própria empresa construtora realizou a incorporação do empreendimento e construção do edifício, contando com o auxílio do financiamento de uma instituição bancária que iniciou a liberar recursos após a realização de um percentual de serviços executados pela construtora. Conforme acerto entre as partes, esse percentual coincidiu com a conclusão da estrutura reticular de concreto armado do edifício, fato que favoreceu a execução das vedações verticais quanto às condições de deformações impostas pela estrutura de concreto armado.

O sistema incorporação–construção possibilitou a integração entre o projeto e a construção, pois antes do efetivo início da obra os projetos do produto foram entregues, resultando ao final da edificação poucas modificações apresentadas pelo projeto “*as built*”. Conforme relata o diretor técnico, houve tempo para a realização dos projetos, inclusive com a oferta de onze opções de plantas que o cliente comprador pôde optar até o início da alvenaria. Segundo o mesmo diretor, este tempo de planejamento só foi possível em virtude da realização do empreendimento no sistema incorporação–construção, o qual possibilitou tempo de maturação e estudo detalhado do produto final.

Satisfeitos com a forma de contratação realizada, os projetistas relataram ter encontrado no mercado poucas empresas com diretrizes de projeto definidas e com atuação e cobrança atuante na etapa de elaboração dos mesmos. Por outro lado, sentiram-se confortáveis durante a execução da obra pelas poucas vezes que foram solicitados, reflexo do equacionamento de grande parte das interferências nos projetos com a prática de utilização da engenharia simultânea para elaboração dos mesmos. Assim, as interferências entre os diversos subsistemas, tais como passagens de instalações, posicionamento de *shafts* e outros detalhes puderam ser identificados na etapa de projeto e, portanto, minimizadas.

5.2.2 Projetos da obra A

Visando uma estratégia de *marketing* para seu produto, a empresa incorporadora-construtora contratou renomado arquiteto da cidade de São Paulo para elaborar a concepção do edifício. Para a realização dos projetos do produto e visitas de acompanhamento de execução da obra foram contratados projetistas da cidade de São Carlos. Assim, foram contratados quatro projetistas: estruturas, instalações elétricas, instalações hidráulicas e o arquiteto, este com a principal função de detalhar a concepção arquitetônica, inicialmente elaborada pelo arquiteto paulistano.

Pelo fato da empresa construtora possuir procedimentos próprios de execução, as diretrizes de elaboração e coordenação dos projetos foram definidas pela própria construtora por meio de reuniões periódicas na sede da empresa. De acordo com a etapa de elaboração dos projetos, um ou mais projetistas foram convocados para reuniões de coordenação, quase sempre com a presença do arquiteto responsável pelo detalhamento do projeto de arquitetura.

Por outro lado, os projetos para produção, entre os quais fôrmas, vedações verticais (apenas para pavimentos-tipo) e impermeabilização foram contratados junto a escritórios especializados da capital.

A integração entre o projeto e a construção da obra A pode ser verificada pelas interfaces descritas a seguir.

5.2.3 Interfaces projetos – vedações verticais

Visando a qualidade dos serviços e do produto edifício, o bloco cerâmico utilizado foi adquirido junto a uma empresa fornecedora da região de Itu – SP, distante do canteiro de obras aproximadamente 200 quilômetros, para o qual o frete equiparou-se quase com o custo do material. A escolha técnica e não pelo menor preço também foi favorecida pela pontualidade de entrega, reposição das peças entregue quebradas, fornecedor possuir os blocos seccionáveis constantes no projeto para produção das vedações verticais e paletização dos blocos, conforme figura 5.3.



FIGURA 5.3 – Blocos cerâmicos paletizados
 Fonte: Empresa pesquisada (Obra A)

a) alvenaria - estrutura

Em razão da estrutura de concreto armado ter sido realizada com recursos próprios da construtora, a empresa optou por um desembolso de caixa tal que permitisse a execução de uma laje a cada duas semanas, ou seja, duas lajes por mês.

O lento processo de execução da estrutura, comparativamente ao que se realiza nos grandes centros, somado à imposição do agente financiador de conclusão da estrutura para posterior início da alvenaria de vedação, favoreceu o tempo de escoramento e reescoramento das lajes em razão da velocidade de execução, tendendo a minimizar as patologias nas alvenarias de vedações decorrentes das deformações da estrutura.

Outro fator, possibilitado pela velocidade de execução da estrutura, foi a não utilização de concreto bombeado. A disponibilidade de tempo e a pequena altura da edificação possibilitaram que as concretagens fossem realizadas pelo elevador de cargas da obra com a utilização de gericas transportadas sobre caminhos de concretagens, conforme figura 5.4.



FIGURA 5.4 – Caminhos de concretagem
Fonte: Empresa pesquisada (Obra A)

Alguns cuidados foram adotados pela construtora na fase de concretagem das lajes quanto às interferências com as vedações verticais. Na figura 5.5 nota-se que a marcação na fôrma (pintura em vermelho) da localização das paredes do andar inferior, em relação à laje a ser concretada, facilita a descida dos eletrodutos que passarão por dentro dos blocos cerâmicos, assim como a localização das caixinhas de teto e de pontos hidráulicos como ralos, vasos sanitários e *shafts*.

Na figura 5.6 nota-se rebaixo na laje de sacada em relação ao ambiente interno, o que possibilita a execução da impermeabilização com manta asfáltica, mantendo desnível entre ambientes. A altura do desnível foi pensada de tal forma que na modulação vertical da vedação fossem utilizados submódulos de blocos para completação das paredes, evitando a necessidade de corte de blocos inteiros; os mesmos procedimentos foram utilizados para as áreas dos boxes dos banheiros.



FIGURA 5.5 – Localização das paredes na fôrma
Fonte: Empresa pesquisada (Obra A)



FIGURA 5.6 – Preparo para rebaixo da laje de sacada
Fonte: Empresa pesquisada (Obra A)

Pensando na passagem e proteção da tubulação de gás da prumada até os pontos dos apartamentos, por ocasião da concretagem das lajes, o seu caminhamento foi previsto e autorizado pelo projetista de estruturas, conforme figura 5.7, o que evita a necessidade de enchimento do contrapiso e conseqüente necessidade de quebra de blocos em obra, quando da modulação vertical da alvenaria de vedação.

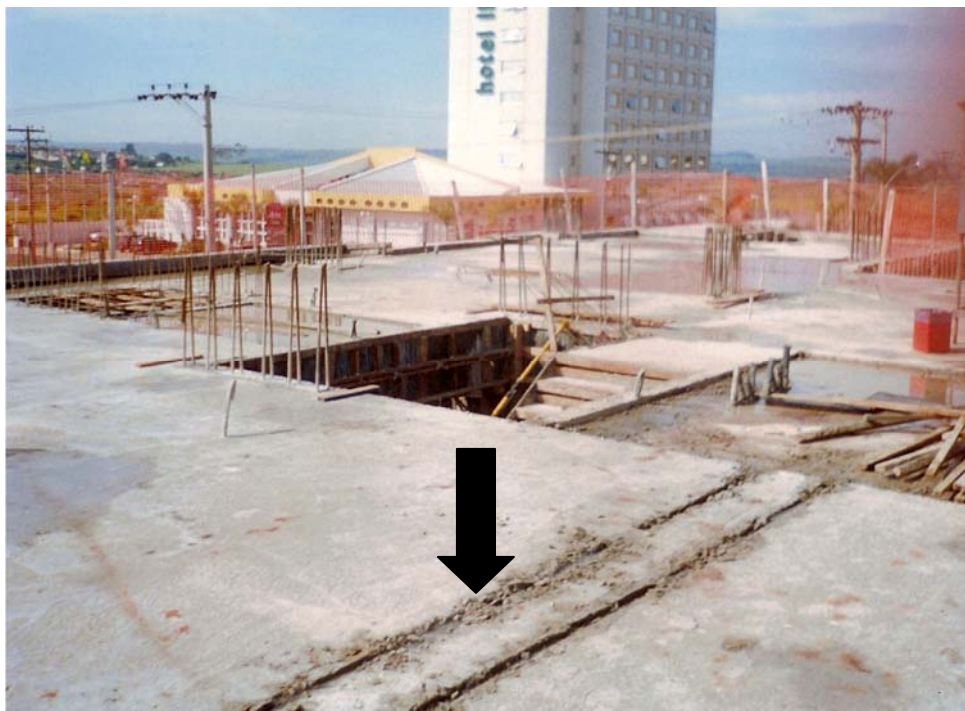


FIGURA 5.7 – Previsão de passagem de tubulação de gás na concretagem
Fonte: Empresa pesquisada (Obra A)

Referente à execução da alvenaria de vedação, a construtora utilizou-se das três etapas especificadas no projeto para produção de vedações verticais: marcação, elevação e fixação superior da alvenaria à estrutura de concreto armado. A técnica construtiva de modular verticalmente a alvenaria com folga de 1,5 a 3,0 cm das vigas ou lajes para posterior fixação com a própria argamassa utilizada no assentamento dos blocos cerâmicos foi repassada pela construtora ao escritório elaborador do projeto para produção. Conforme destaca o coordenador de obras, esta técnica mostrou-se eficiente em obras anteriores quanto à capacidade de acomodar deformações. O mesmo relata que a empresa trabalha com dois fornecedores de argamassa industrializada, mas para cada obra apenas um fabricante torna-se fornecedor.

Por ocasião da marcação da 1ª fiada da alvenaria, nota-se na figura 5.8, que a mesma teve início após prumadas hidráulicas estarem executadas, mas não tomou-se o cuidado em numerar as paredes, o que facilita a visualização dos operários junto ao projeto para produção na etapa de elevação. Para manter alinhamento constante entre as fiadas de blocos houve o cuidado de se realizar o mapeamento da laje com correções pontuais para o nivelamento da 1ª fiada de blocos; também tomou-se o cuidado quanto ao preenchimento das juntas entre os blocos em contato com os pilares e o assentamento da fiada de locação com todas as juntas

verticais preenchidas, garantindo maior resistência a choques e permitindo melhor distribuição de esforços entre a estrutura e a alvenaria.



FIGURA 5.8 – Marcação da 1ª fiada sem numeração das paredes

Fonte: Empresa pesquisada (Obra A)

Na etapa de elevação, a ancoragem das paredes de vedação à estrutura foi realizada por meio de telas metálicas de malha 15 x 15 mm fixadas por pino e arruelas de aço carbono na altura das fiadas pares dos blocos.

Para as fachadas do edifício, a construtora determinou como diretriz para o projeto para produção o reforço da ligação da estrutura com a alvenaria de vedação nos dois primeiros e nos dois últimos pavimentos do edifício através da colocação de tela galvanizada antes da execução da argamassa de revestimento, como discutido anteriormente no item 4.1.2 deste trabalho.

b) alvenaria – esquadrias

Visando racionalização e construtibilidade ao canteiro de obras, o projeto para produção das vedações verticais eliminou as vergas para os caixilhos das janelas, limitando o vão na sua

parte superior na própria viga da estrutura e na parte inferior por contravergas moldadas no local com a utilização de blocos tipo canaletas.

Com o dimensionamento dos vãos compatíveis com a coordenação dimensional dos blocos cerâmicos, o projeto para produção especificou como procedimento executivo de serviço a fixação superior e inferior dos contramarcos dos caixilhos das janelas em alumínio por meio de pinos de aço. A fixação lateral ocorreu pelo corte dos blocos para posterior chumbamento das grapas. O processo de fixação lateral gerou perda de produtividade, pois exigiu retorno da mão-de-obra de pedreiros para preenchimento, com argamassa de cimento e areia, dos espaços vazios entre as grapas e a alvenaria. Por outro lado, o projeto para produção previu o tipo de acabamento em cada ambiente, determinando a folga necessária do contramarco em função do revestimento final.

Quanto à modulação vertical para os vãos das portas, o projeto para produção mostrou-se falho. Após todos os ambientes com gesso liso prontos e grande parte das áreas frias azulejadas, o início de assentamento das portas prontas acusou vão da modulação vertical cinco centímetros superior ao necessário, ocasionando enorme retrabalho e atraso no cronograma físico da obra. Houve a necessidade de se criar uma verga moldada no local de quatro centímetros sobre as paredes, possibilitando, assim, após conclusão das mesmas a fixação das portas por meio de espuma de poliuretano.

c) alvenaria – instalações elétricas e hidráulico-sanitárias

Como visto na interface alvenaria – estrutura, a construtora preocupou-se desde a etapa de execução da estrutura com as instalações ao marcar nas fôrmas a localização das paredes, embutindo os eletrodutos e posicionando as passagens hidráulico-sanitárias antes da concretagem das lajes.

Na figura 5.9 pode-se observar, por ocasião da marcação da alvenaria, a passagem dos eletrodutos pelos vazios dos blocos. Por outro lado, no detalhe 1 da mesma figura, percebe-se uma concentração de eletrodutos (prumada) com destino ao quadro de distribuição do apartamento; a quantidade elevada de eletrodutos exigiu uma descontinuidade dos blocos na parede, situação prevista e para a qual o projeto para produção especificou fechamento posterior do vão com utilização de tela galvanizada. Já o detalhe 2 (figura 5.9) mostra uma situação não prevista, na qual a marcação elétrica deixada na laje não coincidiu com a

marcação da locação da parede. Esta situação exigiu que a superfície da laje fosse descascada, possibilitando desvio do eletroduto por dentro do vazio do bloco.



FIGURA 5.9 – Interferência alvenaria – instalações elétricas
Fonte: Empresa pesquisada (Obra A)

Na elevação das paredes, eletricitistas posicionaram os eletrodutos para subida entre os septos dos blocos, sempre com o cuidado de sua passagem antes da concretagem dos blocos canaletas constituintes das vergas ou contravergas. As caixinhas elétricas foram chumbadas nas paredes de alvenaria pela execução de cortes nos blocos assentados, mas tomando-se a precaução de realizar qualquer corte na parede após a mesma estar com a fixação superior realizada.

As instalações hidráulico-sanitárias mostraram-se racionalizadas quanto à utilização de *shafts* visitáveis, mas com alguns problemas de posicionamento da marcação deixada nas lajes na etapa da estrutura. Após a alvenaria executada constatou-se alguns furos com pequena diferença de posicionamento, o que obrigou seu ajuste, em particular os furos destinados às passagens para vasos sanitários, pois seu correto posicionamento influi no *lay out* dos banheiros, especialmente os de dimensões reduzidas.

Para os ramais hidráulicos e sanitários o projeto para produção especificou que todos os blocos das paredes das áreas frias fossem assentados com juntas horizontais e verticais

preenchidas e, como no caso das instalações elétricas, que os rasgos só fossem executados após a execução da fixação superior da parede. Apesar de a boa técnica exigir a realização dos rasgos na alvenaria com serra de disco de corte percebeu-se, também, a utilização de marretas e talhadeiras.

d) alvenaria – revestimento de argamassa

A empresa construtora possui um procedimento próprio de execução do revestimento de fachada. Desta forma, dificilmente ocorre a contratação do projeto para produção do revestimento de fachada para as suas edificações, resultando em muitas tomadas de decisões pela equipe de execução.

A execução do serviço consistiu, primeiramente, na realização do mapeamento da fachada por meio da descida de arames galvanizados, obedecendo a distância máxima de 1,5 a 1,8 metros entre eles e afastados cerca de 10 centímetros da platibanda para detectar correções necessárias. Durante a subida do balancim a estrutura foi limpa, chapiscada e taliscada, executando-se as correções detectadas no mapeamento, tais como: a necessidade de cortes em pontos localizados da estrutura, preencher furos provenientes de rasgos, nichos (bicheiras) de concretagem, quebra parcial de blocos e depressões de pequenas dimensões. Na descida do balancim foi executado o revestimento externo com argamassa industrializada múltiplo-uso.

Como particularidade notou-se a utilização de argamassadeira fornecida pelo fabricante da argamassa, a qual ligada a um reservatório (tambor de 200 litros) controlava automaticamente a vazão d'água, possibilitando homogeneidade da mistura da argamassa. Transcorrido curto período de tempo, o conjunto de controle d'água da argamassadeira apresentou problemas de funcionamento, causando constantes paradas para manutenção. Assim, o engenheiro residente optou pela utilização de uma argamassadeira convencional, na qual o volume d'água para a argamassa encontrava-se especificado na embalagem do produto.

Na execução da fachada, por não haver previsão de peitoris, tomou-se maior precaução com o requadro dos vãos dos caixilhos quanto ao caimento.

Ao final do serviço de revestimento da fachada constatou-se acréscimo de utilização de argamassa múltiplo-uso em torno de 15% do inicialmente previsto, reflexo da falta de treinamento da mão-de-obra executora e perda de material por ocasião do sarrafeamento.

e) alvenaria – impermeabilização

A contratação tardia do projeto para produção de impermeabilização impossibilitou maior compatibilização das paredes do edifício no que tange à interface alvenaria – impermeabilização.

O fato da alvenaria de vedação já encontrar-se realizada fez com que a construtora, em conjunto com o escritório de projeto para produção de impermeabilização, especificasse para as áreas frias internas com ralo no ambiente, impermeabilização com cimento polimérico estruturado, procedimento definido no item 4.5 deste trabalho. Este tipo de impermeabilização não exige aumento da espessura do revestimento de argamassa na parede. Deste modo, não é necessária a execução das primeiras fiadas de alvenaria com blocos de menor espessura.

A elaboração do projeto para produção de vedações verticais apenas para os pavimentos-tipo refletiu na execução das alvenarias externas (térreo, cobertura e ático) sem cavidade para receber a manta asfáltica, conforme figura 5.10. Assim sendo, a necessidade da utilização de manta em função da grande incidência de água nas áreas externas do edifício e nos terraços dos apartamentos fez com que o projeto para produção se mostrasse pouco racionalizado ao não apresentar construtibilidade de execução. Para não executar revestimento com grande espessura de argamassa nas paredes externas, o coordenador de obras decidiu criar um barrado de argamassa sobre a impermeabilização na parte inferior da parede.



FIGURA 5.10 – Alvenaria de cobertura (apartamento duplex) sem nicho para receber a manta asfáltica

Fonte: Empresa pesquisada (Obra A)

Para os terraços dos apartamentos, por tratar-se de área nobre, optou-se pelo aumento da espessura total do revestimento das paredes de tal forma que cobrisse a manta asfáltica, gerando aumento do consumo de argamassa.

Decorridos cerca de três anos da entrega da obra, a interface alvenaria com os subsistemas analisados não apresentou maiores problemas, com exceção do consumo excedente de argamassa múltiplo-uso na fachada.

Após nove meses da entrega do edifício três moradores reclamaram de algumas fissuras nas paredes revestidas em gesso. No entanto, responsáveis da construtora constataram não haver fissuras nos blocos, mas apenas no revestimento de gesso; segundo o diretor técnico da empresa construtora “tal fato ocorreu em razão das deformações decorrentes do carregamento de ocupação dos apartamentos”.

De maneira geral, a obra A, realizada pelo sistema incorporação-construção, trouxe benefícios à execução do subsistema vedações verticais quanto à antecipação de interferências com os demais subsistemas analisados, salvo contradições explicitadas que deveriam ser tratadas com maior atenção por toda equipe da empresa construtora.

5.3 Obra B

5.3.1 Características da obra B

A obra B constitui-se de um edifício residencial de 6.253,00 m² na cidade de São Paulo – SP com duração de dezoito meses de construção (2005 – 2006), contendo um subsolo, pavimento térreo com pé-direito duplo, mezanino (apartamento do zelador), primeiro pavimento, quatorze pavimentos-tipo (um apartamento de 245,00 m² por andar), duplex inferior, duplex superior, ático e caixa d’água.

A obra B foi realizada com fundação em tubulão a céu aberto e estrutura convencional de concreto armado. As vedações verticais foram executadas em blocos cerâmicos, com revestimento interno em gesso liso aplicado sobre bloco e revestimento externo constituído em argamassa industrializada para revestimento externo com acabamento em pintura tipo *jet-cril*, pastilhas cerâmicas e pele de vidro. Diferentemente da obra A, a obra B trabalhou com outro fornecedor de argamassa industrializada para todos os serviços que exigiram este tipo de material. As áreas frias, com exceção da copa e da cozinha com acabamento em revestimento

cerâmico (piso e parede), tiveram as suítes e lavabo de cada apartamento entregues com revestimento cerâmico nas paredes e granito nos pisos. Os pisos das áreas quentes foram executados em tábuas de madeira.

Com o intuito de investir no setor da construção civil, iniciando nova atividade paralela ao seu ramo de atuação, o cliente da obra B optou em atuar no mercado de edificações mesmo sem ter pleno conhecimento da complexidade da realização de um empreendimento imobiliário.

Após os projetos estarem concluídos, a execução da edificação foi contratada no sistema de empreitada com preço global. A intenção do cliente investidor em contratar a execução da obra pelo sistema empreitada global foi a de transferir a responsabilidade da construção para a empresa construtora por um preço fixo acordado antes do início da construção, mas a contratação sequencial dos projetos repercutiu na falta de coordenação e compatibilização, resultando na necessidade de alterações de projetos em virtude de erros ou omissões dos projetistas, proporcionando aditivos de contrato.

O processo seletivo para escolha da empresa construtora foi de caráter técnico, pois apesar de alguns ajustes de preços, o cliente, representado na contratação da construtora por uma empresa gerenciadora, levou em consideração as técnicas construtivas propostas e, especialmente, o atendimento ao prazo de execução.

Segundo o diretor técnico da empresa construtora, o planejamento de execução dos serviços apresentado junto ao desafio de atingir o prazo de execução foi o diferencial para vencer as concorrentes, pois todas as empresas participantes do processo seletivo conheciam as deficiências dos projetos e seus potenciais problemas de execução.

No contrato por empreitada acordado, a construtora ficou responsável pelo fornecimento da mão-de-obra e de todo material envolvido. Contudo, reconhecendo a impossibilidade de alcançar elevado potencial de racionalização, mas preocupada com a compatibilização da alvenaria com outros subsistemas envolvidos na obra e visualizando os benefícios que o projeto para produção de vedações verticais proporcionaria ao canteiro, a empresa construtora resolveu contratar a elaboração deste projeto, mesmo não sendo escopo do contrato de empreitada e, assim, não podendo solicitar aditivo de contrato para este projeto.

Para o coordenador de obras, a elaboração do projeto para produção de vedações verticais se pagaria com a possibilidade de agilização dos serviços e minimização de retrabalho, pois definiria:

- interferências com a estrutura;
- a utilização dos blocos e suas partes seccionáveis;
- a modulação dos vãos de caixilhos e portas, possibilitando utilização do *kit* porta pronta (desembolso para compra e instalação das portas na fase de acabamento);
- interferências com instalações elétricas e hidráulico-sanitárias;
- interferências com a impermeabilização.

Apesar da definição da construtora de contratar o projeto para produção de vedações verticais muito próximo ao início da execução dos serviços de alvenaria, o escritório contratado realizou, por meio de três reuniões com o engenheiro residente, compatibilização básica dos projetos do produto com o projeto de vedações verticais, sendo as soluções propostas autorizadas pelo gerenciador após consulta aos respectivos projetistas e registradas no projeto “as built”.

Reconhecendo as dificuldades de execução, pela falta de compatibilização entre os projetos contratados pelo cliente, a empresa gerenciadora atuou como intermediadora nas soluções das decisões entre o cliente e a empresa construtora. Mesmo assim, muitas decisões foram tomadas no canteiro de obras, causando perda de produtividade da mão-de-obra pela necessidade de improvisações.

5.3.2 Projetos da obra B

Desenvolvidos de maneira seqüencial, os projetos do produto (arquitetura, estrutura e instalações) elaborados para a obra B tiveram longo tempo de duração. Preocupado, em primeira instância, com a aprovação do projeto junto aos órgãos competentes, o empreendedor contratou um escritório apenas para a elaboração dos projetos de arquitetura e bombeiro. Com a legalização da edificação e definição do projeto arquitetônico, o mesmo foi enviado, para fins de orçamento, para dois escritórios de estruturas e três de instalações.

Definidos e contratados os projetistas de estruturas e de instalações, os projetos foram elaborados sem coordenação, assim, sem atender medidas de racionalização; como complemento dos projetos foi elaborado o projeto de paisagismo.

Logo, com a visão de considerar projeto como custo e não investimento, o cliente contratou uma empresa gerenciadora para coordenar o processo de contratação dos serviços e acompanhamento da edificação após os projetos do produto estarem concluídos.

De acordo com um dos diretores da gerenciadora, seu escritório foi consultado na etapa de elaboração do anteprojeto arquitetônico para desenvolver e coordenar todo o processo de projeto e execução da edificação, mas não teve seu orçamento aprovado para realização dessas tarefas, pois para o cliente, sem o devido conhecimento dos benefícios do projeto, este custo era dispensável. Assim, o cliente contratou os projetos do edifício de forma seqüencial.

Como anteriormente discutido, a falta de compatibilização dos projetos entregue pelo cliente, aliada à omissão de detalhamentos construtivos e interferências entre os subsistemas, exigiu da empresa construtora a contratação do projeto para produção de vedações verticais como tentativa de minimizar problemas no canteiro de obras.

Por ter sido este o primeiro investimento do empreendedor no subsetor edificações, notou-se a falta de orientação do mesmo em relação aos benefícios alcançados quando da elaboração dos projetos de forma coordenada.

5.3.3 Interfaces projetos – vedações verticais

A forma de contratação dos projetos do produto e a falta de projetos para produção comprometeram demasiadamente a qualidade da obra em razão da omissão de detalhes nas interfaces entre os subsistemas da edificação. A decisão da contratação do projeto para produção de vedações verticais pela empresa construtora, mesmo próximo do momento de execução da alvenaria, mostrou-se vantajosa para a execução dos serviços no que tange à visualização de interferências e respectivos detalhamentos.

Contratando a mesma empresa fornecedora de blocos cerâmicos da obra A, a parceria entre a construtora e seu fornecedor foi mantida. Diferentemente da obra A, a menor distância entre o fornecedor e o canteiro de obras da obra B diminuiu o custo do frete.

a) alvenaria – estrutura

A utilização de concreto bombeado possibilitou a execução da estrutura (pavimentos tipos e duplex) em uma laje por semana, totalizando para cada laje tempo médio de vinte e um dias

de escoramento e reescoramento. Para a liberação do escoramento, mantendo-se faixas de escoramento sob a laje e de fundos de viga por pelo menos 3 lajes, conforme orientação do projetista de estruturas, foi contratada uma empresa de controle tecnológico para executar ensaios de resistência à compressão do concreto⁷ aos 7, 14 21 e 28 dias, cujos resultados deveriam ser iguais ou superiores aos especificados pela tabela 5.1.

TABELA 5.1 – Valores estimados da resistência à compressão do concreto

Fck estimado	Idade (dias)
0,6 Fck final	7
0,8 Fck final	14
0,9 Fck final	21
1,0 Fck final	28

Fonte: Memorial descritivo do projeto de estrutura da empresa pesquisada (Obra B)

Para o concreto Fck 35 MPa especificado no projeto de estrutura, a resistência à compressão deveria ser pelo menos 21 MPa aos 7 dias, 28 MPa aos 14 dias, 31,5 MPa aos 21 dias e 35 MPa aos 28 dias.

O projeto de estrutura especificou valor de 28,1 GPa aos 28 dias para o módulo de deformação do concreto, cujo ensaios também foram contratados junto a empresa de controle tecnológico. A empresa construtora programou a realização do módulo de deformação a cada 3 lajes, possibilitando apenas uma amostragem dos resultados, pois deformações excessivas podem ter ocorrido nas lajes não ensaiadas. Apesar dos resultados apresentados ter valor superior ao especificado (28,1 GPa), a empresa construtora deve adequar-se a especificação dos requisitos correspondentes às propriedades do concreto durante a fase construtiva e tomar por princípio a realização de ensaios do módulo de deformação do concreto para todas as lajes da estrutura.

A utilização excessiva de plastificante no concreto bombeado resultou em fissuras nas lajes do 3º e 4º pavimentos-tipo do edifício nas primeiras vinte e quatro horas após conclusão das concretagens, conforme figura 5.11. Realizada análise, por parte de consultor contratado pela construtora, constatou-se a necessidade da adição de cimento e diminuição do plastificante no traço utilizado pela usina de concreto e um maior cuidado quanto à execução da cura por um

⁷ O projeto de estruturas especificou para as lajes concreto com as seguintes características: fck 35 MPa; brita 1±2 e slump 9±1.

período de pelo menos 72 horas após concretagem da laje. A cura foi realizada por meio do espalhamento de uma manta geotêxtil sobre a laje concretada constante umedecida com água ao longo do dia.



FIGURA 5.11 – Fissura na laje de concreto do 3º pavimento tipo
Fonte: Empresa pesquisada (Obra B)

Enquanto aguardava a finalização e entrega do projeto para produção de vedações verticais, a obra orientou-se apenas pelo projeto de arquitetura, demarcando a localização das paredes nas fôrmas para auxílio da distribuição dos eletrodutos, caixinhas de teto e *shafts*. Seguindo orientação da empresa elaboradora do projeto para produção de vedações verticais, as passagens hidráulicas não foram deixadas na etapa de preparação para concretagem das lajes em virtude de várias modificações que estavam sendo propostas para otimização da interface alvenaria-instalações hidráulicas.

Com a entrega do projeto para produção de vedação vertical, a obra encontrava-se na etapa de concretagem do 6º pavimento tipo, quando iniciaram-se os serviços de alvenaria a partir do 1º pavimento. Por ser o mesmo escritório elaborador do projeto para produção da obra A, as mesmas técnicas de execução da alvenaria (marcação, elevação e fixação superior) foram utilizadas, respeitando-se as particularidades da modulação horizontal e vertical da obra B.

Condicionado à definição da estrutura reticulada de concreto e ao fornecedor de blocos cerâmicos, o projeto para produção apresentou detalhes construtivos específicos, ou seja, mesmo com a utilização de blocos seccionáveis algumas paredes tiveram que ser executadas

com juntas verticais espessas para a completação da modulação horizontal, conforme figura 5.12.



FIGURA 5.12 – Paredes 79 e 80 com utilização de submódulos e junta vertical espessa
Fonte: Empresa pesquisada (Obra B)

As alturas variadas apresentadas pelas vigas do edifício e a falta de compatibilização estrutural entre piso-laje resultaram na necessidade da modulação vertical utilizar-se de bloco compensador de 4 cm na base da alvenaria e, às vezes, de blocos compensadores no topo da parede para propiciar a fixação superior com argamassa de assentamento em vão de 1,5 a 3 cm, como mostra a figura 5.13.

A utilização de bloco compensador de 4 cm na base, conforme determinação do projeto para produção de vedações verticais, proporcionou baixo rendimento de produtividade da mão-de-obra, mostrando ser esta solução não tanto racionalizada pelo projeto para produção, o qual poderia determinar uma camada de 1,5 a 2 cm de argamassa na base, servindo para regularização da mesma e distribuir a diferença restante na espessura das juntas horizontais. Porém, o canteiro de obras em conjunto com o responsável pelo projeto para produção de vedações verticais substituíram o bloco compensador da base por uma camada de 4 cm de argamassa de assentamento, tornando a solução adotada improdutiva para a execução dos

serviços, pois a excessiva espessura da argamassa dificultava o nivelamento e prumo dos blocos por ocasião de seu assentamento.

ESTUDO DE MODULAÇÃO VERTICAL

esc: 1:30

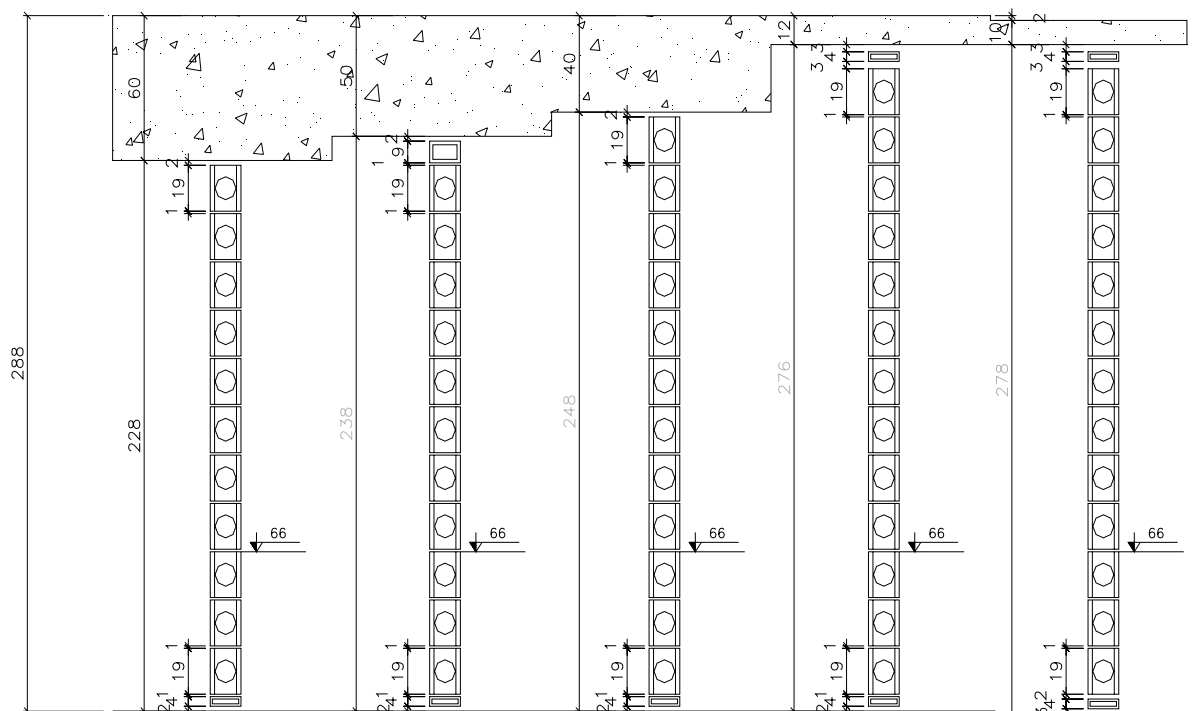


FIGURA 5.13 – Detalhe de projeto: utilização de bloco compensador de 4 cm na base da alvenaria

Fonte: Empresa pesquisada (Obra B)

b) alvenaria – esquadrias

Tentando minimizar a falta de compatibilização da modulação vertical alvenaria–estrutura, o projeto para produção definiu a utilização de vergas e contravergas pré-moldadas com alturas variadas para delimitar alguns vãos de esquadrias em conformidade com o projeto arquitetônico. Desta forma, montou-se uma central para execução das vergas e contravergas pré-moldadas no canteiro de obras, deixando-as estocadas para utilização conforme a necessidade da elevação das paredes.

O escritório elaborador do projeto para produção de vedações verticais compatibilizou os vãos das portas para recebimento, na etapa de acabamento, do *kit* porta pronta. Os contramarcos dos caixilhos das janelas de alumínio tiveram o mesmo procedimento executivo de serviços da obra A, o qual fixa a parte inferior e superior dos contramarcos por meio de pinos de aço e

as laterais pelo corte do bloco e chumbamento das grapas. Como visto no item 4.2 deste trabalho, este processo de execução reduz a produtividade da mão-de-obra pela posterior necessidade de preenchimento do vão entre alvenaria-contramarco, sendo, atualmente, mais utilizado pelas construtoras o processo de groutamento dos componentes laterais do vão para posterior fixação do contramarco por meio de pinos de aço.

A interferência alvenaria-esquadria apresentou falta de construtibilidade na fixação dos contramarcos dos caixilhos da sala de jantar para o terraço em razão da extensa dimensão do vão, conforme figura 5.14.



FIGURA 5.14 – Falta de construtibilidade para fixação do contramarco
Fonte: Empresa pesquisada (Obra B)

A ausência do estudo da modulação vertical para o vão do caixilho (altura da porta) não previsto pelo projeto para produção somado a irregularidades de nivelamento na fôrma da estrutura ao longo da altura da viga exigiram fixação de telas metálicas no fundo das vigas para evitar fissuras no preenchimento da argamassa de cimento e areia no vão entre viga e contramarco de alumínio, como mostra a figura 5.15.



FIGURA 5.15 – Preenchimento com argamassa do vão entre viga e contramarco de alumínio
Fonte: Empresa pesquisada (Obra B)

c) alvenaria – instalações elétricas e hidráulico-sanitárias

Com a proposta de minimizar interferências e tentar evitar futuros rasgos nas paredes de alvenaria, já que no início da execução da estrutura não havia projeto para produção de vedações verticais, o canteiro de obras demarcou nas fôrmas as paredes existentes no projeto arquitetônico e posicionou os eletrodutos de descida e subida, as caixinhas de teto e os *shafts*, conforme figura 5.16. Eletricistas acompanhavam a concretagem das lajes, corrigindo posicionamento de possíveis eletrodutos deslocados na execução dos serviços. A falta de planta de passagem das instalações hidráulico-sanitárias retardou a furação para depois das lajes concretadas.



FIGURA 5.16 – Posicionamento em laje de eletrodutos, caixinhas de teto e shafts
Fonte: Empresa pesquisada (Obra B)

Em conjunto com a marcação da 1ª fiada de alvenaria, os eletricitistas posicionaram os eletrodutos por entre os vãos dos blocos, como na figura 5.17 e acompanharam toda a fase de elevação da alvenaria.



FIGURA 5.17 – Interferência alvenaria – instalações elétricas
Fonte: Empresa pesquisada (Obra B)

As passagens pelas vergas ou contravergas estavam com furação definida pelo projeto para produção, assim, esses pré-moldados foram executados com previsão de passagem dos eletrodutos, conforme vergas da figura 5.18.



FIGURA 5.18 – Vergas pré-moldadas com previsão para passagem de eletrodutos
Fonte: Empresa pesquisada (Obra B)

Outra medida de racionalização definida no projeto de instalações elétricas, como mostra a figura 5.19, foi a passagem da prumada dos cabos elétricos por *shaft* visitável no hall de serviço dos pavimentos do edifício. Contudo, a necessidade inevitável de rasgos nas paredes de alvenaria para embutimento das caixinhas e caminhamento de eletrodutos entre caixinhas repercutiu em desperdícios de material e retrabalho de serviços para fechamento dos rasgos. Os rasgos nas paredes devem ser executados por meio de prévio estudo para minimizar seu caminhamento, disco de corte apropriado e com a parede fixada, para não abalar, demasiadamente, sua estrutura.

A falta de marcação inicial das instalações hidráulico-sanitárias nas lajes obrigou a realização de furos posteriores por meio de máquina extratora, conforme figura 5.20. Com a elevação da parede concluída, a furação ficou facilitada, pois foi possível precisar o distanciamento necessário do furo ao revestimento final da parede, por meio de seu taliscamento. A realização posterior dos furos evitou ajustes desnecessários, agregando qualidade e

produtividade aos serviços, mas nem sempre as construtoras estão acessíveis a dispender recursos financeiros para a realização desses serviços com máquinas extradoras.



FIGURA 5.19 – *Shaft* para prumada de cabos elétricos
Fonte: Empresa pesquisada (Obra B)



FIGURA 5.20 – Furo na laje por meio de máquina extratora
Fonte: Empresa pesquisada (Obra B)

Como na obra A, por ocasião do início da alvenaria, a prumada hidráulica foi prevista para ser executada com descida por *shafts* hidráulicos, sendo estes não visitáveis no caso da obra B, o que pode provocar perda em toda sua racionalização quando da necessidade de uma inspeção e provável manutenção.

Com as primeiras fiadas dos blocos de menor espessura para realização da impermeabilização, alguns ramais hidráulicos preservaram a alvenaria pela não realização de cortes na parede. Por outro lado, na maioria das vezes, como mostra a figura 5.21, houve a necessidade da realização de rasgos nas paredes, os quais foram executados com disco de corte após a parede estar devidamente fixada na sua parte superior. Pode-se observar na mesma figura que apesar de solução largamente utilizada pelas empresas construtoras, os rasgos nas paredes geraram retrabalho com a necessidade de seu posterior fechamento e com a limpeza do ambiente.

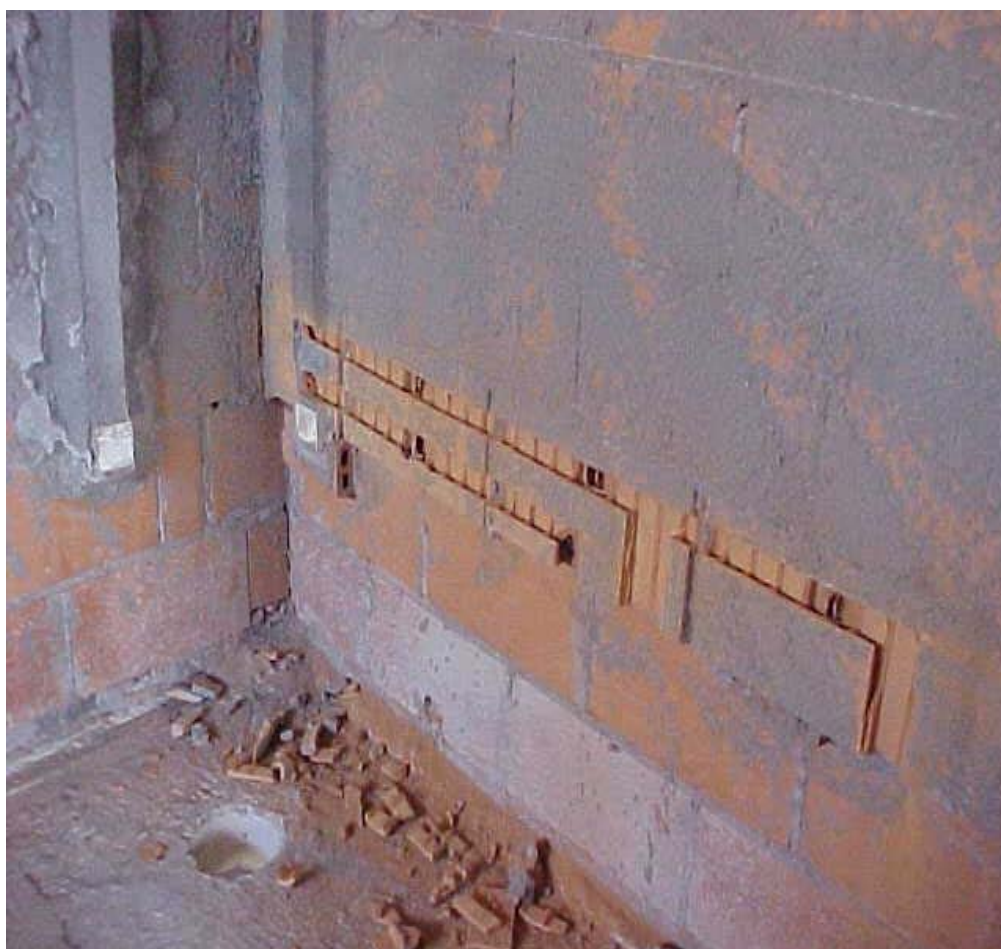


FIGURA 5.21 – Corte na parede de alvenaria para ramal hidráulico
Fonte: Empresa pesquisada (Obra B)

d) alvenaria – revestimento de argamassa

Sem a existência do projeto para produção de revestimento da fachada, o canteiro de obra balizou-se pelo projeto arquitetônico para a execução da fachada do edifício, composta por três acabamentos diferentes: pintura em *jet-cril*, pastilha cerâmica e pele de vidro. A figura 5.22 mostra uma face da fachada com acabamento tipo *jet-cril* e pastilha cerâmica.



FIGURA 5.22 – Fachada com acabamento em pintura *jet-cril* e pastilha cerâmica
Fonte: Empresa pesquisada (Obra B)

O processo de execução do revestimento de fachada seguiu os padrões utilizados na obra A, com o diferencial de utilização da argamassa industrializada para revestimento externo. Na etapa de mapeamento constatou-se, na fachada dos fundos, que as vigas de concreto do 4º e 7º pavimento tipo torceram, o que resultou no enchimento, em camadas de argamassa, de alguns trechos da alvenaria-estrutura, causando consumo excessivo de argamassa e perda de produtividade da mão-de-obra. A utilização de diferentes acabamentos para a mesma face da fachada também gerou perda de produtividade em virtude das interferências, como a necessidade de proteção de um acabamento para a conclusão do outro.

Outra interferência deu-se pela definição postergada do cliente em assentar peitoris de granito nos vãos dos caixilhos após estarem assentados os contramarcos. A espessura da pedra assentada encobriu parte do perfil do contramarco, obrigando o fornecedor de caixilhos a adaptar um complemento no perfil para solucionar o problema, reduzindo a altura do caixilho. Na tentativa de proporcionar maior proteção à interface, o granito do peitoril ficou embutido 1,5 cm para cada lado na argamassa, avançando 2,0 cm do revestimento da fachada com friso pingadeira na parte inferior.

Assim sendo, esta decisão postergada resultou em adaptação no canteiro de obras. Tal adaptação poderia ter sido evitada pela elaboração do projeto para produção da fachada, pois certamente na contratação deste projeto o escritório responsável apresentaria um *check list*, alertando com antecedência o cliente quanto à definição ou não pelo assentamento de um acabamento no peitoril dos caixilhos.

e) alvenaria – impermeabilização

Mesmo não havendo trabalhado de forma multidisciplinar nesta interface, o projeto para produção de vedações verticais definiu espessura menor para os blocos das primeiras fiadas das paredes dos banheiros das suítes para futura impermeabilização com manta asfáltica; a empresa contratada no transcorrer da obra para executar a impermeabilização elaborou o caderno de detalhes de execução de serviços baseada apenas nas paredes existentes.

A falta na determinação da seqüência das tarefas e o atraso na contratação dos serviços de impermeabilização resultaram na necessidade de retrabalho da mão-de-obra de instalações hidráulicas. A distribuição dos ramais, como mostra a figura 5.23, teve que ser desmanchada e novamente refeita após a execução da manta asfáltica realizada até a altura de 60 cm. Caso a impermeabilização fosse realizada sobre a tubulação hidráulica, a necessidade futura de manutenção do ramal hidráulico acabaria com a integralidade da manta asfáltica. Logo, quatro ramais de distribuição, executados em suítes do 1º andar, tiveram que ser desfeitos pela falta de seqüência de serviços. Após execução da impermeabilização, a distribuição dos ramais foi novamente executada sobre a manta asfáltica, aproveitando o nicho da alvenaria.

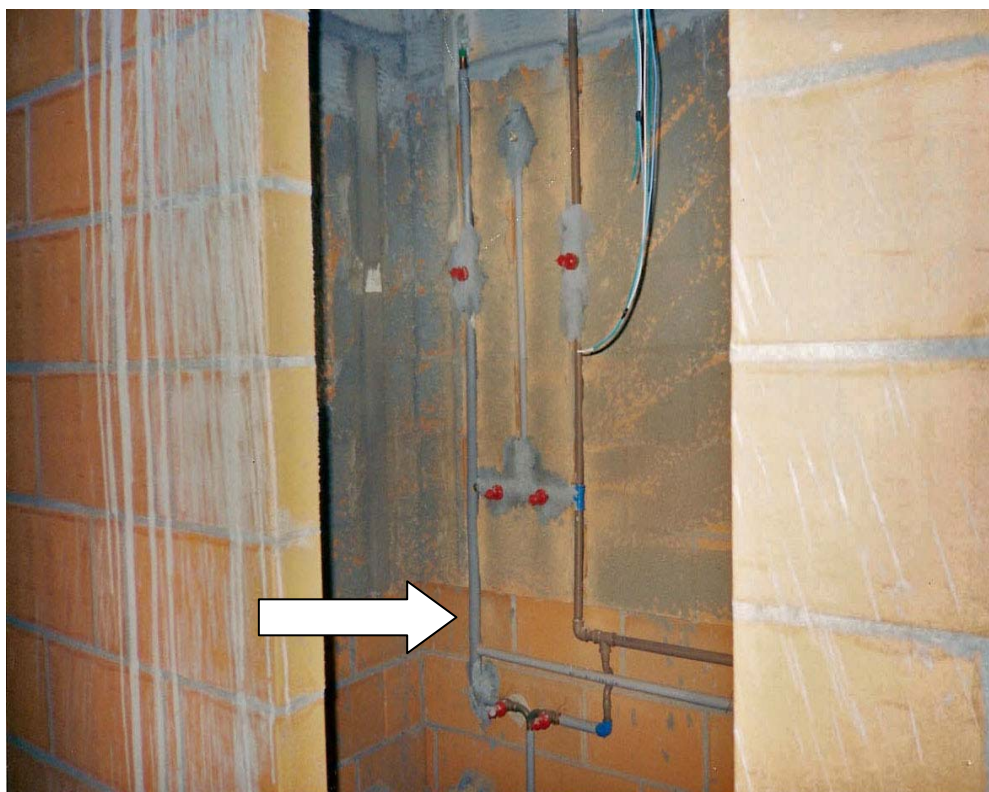


FIGURA 5.23 – Execução de ramal de distribuição antes da manta asfáltica
Fonte: Empresa pesquisada (Obra B)

Como na obra A, a direção técnica da construtora, em conjunto com o escritório executor do projeto de impermeabilização, definiram para as áreas frias internas, como cozinha e lavabo, a realização de impermeabilização com cimento polimérico estruturado. Nos banheiros das suítes a execução das paredes de alvenaria com bloco de menor espessura nas primeiras fiadas permitiu a utilização de manta asfáltica.

Com o intuito de obter racionalização na interface alvenaria-impermeabilização, o projeto de estruturas detalhou os terraços dos apartamentos mais baixos que os ambientes internos, proporcionando desnível suficiente para a execução da impermeabilização com manta asfáltica. O desnível entre ambientes também possibilitou ao projeto para produção de vedações verticais realizar estudo da modulação vertical de tal modo que não houvesse a necessidade de corte de blocos na elevação da parede, considerando, ainda, para essa mesma parede de alvenaria blocos de menor espessura nas duas primeiras fiadas para acomodar a manta asfáltica. Quanto às áreas externas do térreo e da cobertura, não houve detalhamento da interface alvenaria – impermeabilização, sendo adotada no canteiro de obras a solução de criar barrado na parte inferior da parede para proteger e arrematar a impermeabilização.

A falta de conhecimento do cliente quanto aos benefícios da execução dos projetos do produto sob a responsabilidade de uma coordenação eficiente repercutiu na necessidade de alguns aditamentos de contrato pela falta de exequibilidade dos projetos apresentados.

Em razão do projeto para produção de vedações verticais ter sido contratado e elaborado “às pressas”, a intervenção do escritório responsável ficou restrita ao levantamento de interferências, reduzindo a possibilidade de introdução de parâmetros racionalizadores nas interfaces da alvenaria com demais subsistemas do edifício.

5.4 Obra C

5.4.1 Características da obra C

A obra C refere-se à execução de uma obra hospitalar como parte da ampliação de um hospital na cidade de São Paulo – SP, com cronograma para execução de vinte e quatro meses (2005 – 2007). Com 14.840,00 m², a torre de ampliação, ao lado do hospital existente, apresenta três subsolos, dois pavimentos térreos, quatro andares-tipo para quartos de internação, pavimento U.T.I. (Unidade de Tratamento Intensivo), pavimento de salas cirúrgicas, pavimento técnico (máquinas de ar condicionado), pavimento de esterilização e

diretoria, cobertura, caixa d'água e heliponto. As paredes de contenção (paredes diafragma) e o estaqueamento encontravam-se concluídos antes da empresa construtora estudada assumir o canteiro de obras. Com estrutura realizada em laje protendida, as vedações verticais foram executadas em blocos cerâmicos, com revestimento interno em gesso liso e revestimento externo em argamassa industrializada.

Por ocasião deste trabalho, a obra encontrava-se com estrutura, alvenaria e revestimento externo concluídos; instalações elétricas e hidráulico-sanitárias e impermeabilização em fase de conclusão e apenas com contramarcos e batentes metálicos assentados, assim, sem nenhum tipo de acabamento como caixilho, porta, piso ou azulejo cerâmico e pintura.

Com características diferenciadas das obras A e B, a obra C constitui-se em uma edificação não habitacional e possui particularidades como diferentes alturas de pé-direito, lajes de aproximadamente 1000 m², com caixa de escada/elevador central (04 elevadores e 02 escadarias), sem pilares internos.

Em virtude da expectativa de recursos financeiros por parte do cliente junto ao Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES), o contrato de construção da obra C foi do tipo construção por pacotes (*fast-track*). De acordo com Grilo & Melhado (2002), nesta modalidade de contrato a construção é caracterizada por fases seqüenciais de projeto-construção. A edificação é subdividida em vários pacotes individuais e a contratação realizada à medida que novas etapas de serviços vão se aproximando e respectivos serviços concluídos. Assim, a obra C acabou sendo dividida em três fases: estrutura, alvenaria de vedação/revestimento de fachada e acabamentos, sendo a empresa construtora contratada, em fases distintas, para a realização desses três pacotes de serviços.

Apenas em etapa avançada do segundo pacote de obras civis (alvenaria de vedação/revestimento de fachada), o departamento de engenharia do cliente concretizou a contratação, junto a empresas especializadas, da execução das instalações elétricas e hidráulico-sanitárias, das instalações de gases medicinais e de ar condicionado.

A seqüência de contratação dos serviços realçou a perda da visão global da edificação por parte dos responsáveis da engenharia do cliente, pois, ao contratar e executar as vedações verticais no pacote anterior ao das instalações, não houve possibilidade de compatibilizar os projetos e racionalizar as interferências entre os subsistemas analisados.

5.4.2 Projetos da obra C

Com o intuito de ampliar o potencial hospitalar com novas especialidades de atendimento, o cliente da obra C, apoiado pelo conselho administrativo, optou pela construção de uma nova torre, anexa ao hospital existente. Porém, as diretrizes da nova edificação não se encontravam bem definidas e, desta maneira, havia falta de consenso na tomada de decisões entre os membros do conselho administrativo, repercutindo em indefinições para a elaboração dos projetos do edifício. As especialidades de atendimento médicas estavam bem definidas, mas o *lay out* da arquitetura sofreu várias mudanças no transcorrer da obra.

Com o objetivo de elaborar o projeto estrutural, contratar e coordenar os projetos do empreendimento e contratar a empresa construtora para a execução da obra, o hospital contratou um projetista de estruturas, o qual encontrou dificuldades no desenvolvimento de suas tarefas por indefinições, como comentado, do conselho hospitalar. Indefinições, especialmente, quanto ao tipo de equipamentos a serem instalados retardaram a contratação de projetos, como os de elétrica, ar condicionado e gases medicinais (oxigênio, óxido nitroso, vácuo e ar comprimido), os quais dependiam de definições para posterior elaboração.

A escolha pelo sistema de laje protendida possibilitou grandes vãos, permitindo a inexistência de pilares centrais que limitassem os ambientes internos. Esta escolha possibilitou, inicialmente, que o projeto estrutural fosse baseado apenas em um anteprojeto arquitetônico. De acordo com o engenheiro, ora determinado ambiente era destinado a uma especialidade, ora mudava essa especialidade para outro ambiente, o que comprometeu a coordenação dos projetos pela constante alteração da arquitetura e conseqüentes alterações de seus pontos de instalação.

Com a estrutura em execução foram contratados, em fases distintas, os projetos de arquitetura, instalações elétricas e hidráulico-sanitárias, gases medicinais e ar condicionado. A localização dos cabos de protensão na laje foi repassada aos demais projetistas para, caso necessário alguma furação, houvesse desvios dos mesmos, como por exemplo, para a locação de ralos hidráulicos.

A falta de coordenação dos projetos do produto e da conseqüente compatibilização de interfaces deixaram para a fase de execução as definições, servindo os projetos apenas para balizamento conceitual. Em determinado momento, as inúmeras alterações solicitadas pelo

cliente ao projetista de instalações, após projeto entregue, fez o mesmo recusar-se a realizar mudanças em seu projeto, criando atrito entre os agentes envolvidos, dificultando ainda mais a exequibilidade dos serviços no canteiro de obras.

Apesar da contratação dos projetos e das empresas instaladoras serem de responsabilidade direta da direção do hospital, mas com supervisão da execução desses serviços pela construtora, conforme contrato com o cliente, a empresa construtora, com o intuito de se resguardar de futuros problemas, contratou uma equipe de especialistas (consultores) para fiscalizar as instalações elétricas, de ar condicionado e de gases medicinais, em virtude das várias soluções adotadas em campo. Os consultores tinham como principal tarefa inspecionar a execução dos serviços instalados e suas alterações, originando uma ata de reunião com o aceite ou recusa das alterações ocorridas, levando em consideração o conceito dos projetos contratados.

Sem atentar para medidas de racionalização construtiva para o aumento do nível organizacional do empreendimento, a falta de coordenação de projeto repercutiu na ampliação dos custos para o cliente e perda da qualidade dos serviços executados.

5.4.3 Interfaces projetos – vedações verticais

O sistema construção por pacotes da obra C, no qual os projetos foram elaborados por etapas sequenciais à medida que a obra foi executada, dificultou ao projetista de estruturas contratado diretamente pelo cliente uma atuante coordenação de projetos, sendo esta tarefa de sua responsabilidade. Desta forma, para as vedações verticais, executadas sem elaboração do projeto para produção, não foi realizado estudo de compatibilização com os demais subsistemas do edifício.

A falta de projetos para produção com definição de detalhes construtivos das interfaces dos subsistemas que interagem com as vedações verticais preocupou a empresa construtora quanto à integridade das paredes internas de vedação com reflexo em ocorrências de manifestações patológicas, pois as paredes sofreram muitos rasgos para a acomodação das instalações embutidas de gases medicinais, hidráulico-sanitárias e elétricas. Após fechamento dos rasgos e acabamento em gesso liso nas referidas paredes de alvenaria, o canteiro de obras deverá realizar minuciosa inspeção para verificar e corrigir possíveis fissuras no revestimento de gesso para posterior liberação do acabamento em pintura (ainda não foram iniciados os

serviços de pintura por ocasião da realização deste trabalho, estando os serviços de revestimento de gesso em andamento).

Sempre trabalhando com a mesma empresa fornecedora de blocos cerâmicos, a parceria entre construtora e seu fornecedor continuou mantida.

a) alvenaria – estrutura

A necessidade de preparo do cabo de protensão para pós-tencionamento limitou a concretagem das lajes a cada doze dias trabalhados. A indefinição do projeto de arquitetura permitiu que a estrutura do edifício fosse concluída antes do início dos serviços das vedações verticais, minimizando possíveis patologias nas paredes de alvenaria oriundas das deformações da estrutura.

A falta dos projetos das instalações (ar condicionado, elétrica e hidráulica, rede lógica) fez com que o engenheiro do cliente adotasse junto à empresa construtora uma estratégia de seqüência de serviço para as vedações verticais, dividindo sua execução em alvenaria externa e interna.

Para a execução da alvenaria externa, a falta do projeto para produção de vedações verticais foi substituída por um projeto de paginação das paredes, entregue pela engenharia do cliente, na qual a única informação relevante foi a definição da altura dos peitoris e vãos dos caixilhos, exigindo que as modulações fossem definidas pela obra, pois no projeto de paginação os blocos foram desenhados de tal forma que cabiam perfeitamente no reticulado de concreto da estrutura, não levando em consideração as espessuras das juntas: no campo, a incompatibilidade da alvenaria externa com a estrutura definiu a necessidade de corte de blocos para completação da modulação vertical de alguns pavimentos, lembrando da variação existente de pé-direito entre os pavimentos.

Após a conclusão da alvenaria externa iniciaram-se os serviços da alvenaria interna, ficando definido para esta a não execução das duas últimas fiadas, possibilitando, assim, um vão entre a alvenaria interna e a estrutura de, aproximadamente, 40 cm para caminhamento dos dutos de ar condicionado, das tubulações hidráulico-sanitárias e gases medicinais e das eletrocalhas, conforme figura 5.24.



FIGURA 5.24 – Alvenaria interna com vão para passagem de tubulações, eletrocalhas e dutos
Fonte: Empresa pesquisada (Obra C)

Como as paredes internas não foram fixadas na sua parte superior, a empresa construtora preocupou-se em travar essas paredes por meio de pilaretes com o próprio bloco cerâmico nas extremidades dos vãos de abertura e nos cantos da alvenaria e executando a última fiada de elevação da parede com bloco tipo canaleta. Na elevação das paredes, os pilaretes armados com ferro CA50 de Ø10 mm no seu interior foram grouteados a cada cinco fiadas. Para completar a amarração da parede, as canaletas da última fiada de elevação foram grouteadas após liberação da execução das instalações elétricas e de gases medicinais, como mostra a figura 5.25. Nota-se, na mesma figura, a incompatibilidade de seqüência de serviços pela execução de solda na tubulação de cobre (gases medicinais) próximo a eletrodutos que podem sofrer alteração pelo calor da chama do maçarico.

Com a interrupção na elevação das paredes internas, a falta de compatibilização estrutural piso-laje não interferiu na modulação vertical para as vedações internas, mas muitos vãos de passagem foram insuficientes, especialmente para os dutos de ar condicionado, que às vezes danificaram trechos constituídos por canaletas, conforme figura 5.26.



FIGURA 5.25 – Passagem de eletrodutos e da tubulação de gases para posterior liberação da concretagem dos blocos tipo canaleta
Fonte: Empresa pesquisada (Obra C)



FIGURA 5.26 – Vão insuficiente para duto de ar condicionado
Fonte: Empresa pesquisada (Obra C)

b) alvenaria – esquadrias

A coordenação da empresa construtora definiu groutear os blocos laterais dos vãos dos caixilhos na etapa de elevação da alvenaria de fachada, considerando a existência de vergas e contravergas em blocos tipo canaleta como especificado no projeto de paginação das paredes externas. Esta tarefa criou maior racionalização construtiva, evitando retrabalho da mão-de-obra na etapa de fixação dos contramarcos, pois com os vãos grouteados ocorreu possibilidade de fixação dos contramarcos da obra C com pinos de aço na parte superior, inferior e nas laterais da alvenaria, evitando o corte do bloco para chumbamento das grapas, tempo de espera para secagem da argamassa de chumbamento das grapas e posterior preenchimento do vão entre alvenaria-contramarco, como ocorrido nas obras A e B.

A falta do projeto para produção de vedações verticais com seus respectivos detalhes construtivos repercutiu na necessidade de adaptações no canteiro de obras. Para a fachada principal, o projeto de arquitetura especificou caixilhos de 3 m de largura, fixados na sua parte superior em vergas de bloco tipo canaleta. Os vãos de 3 m a serem vencidos pelas vergas mereceram atenção, pois estas não se encontravam dimensionadas e havia preocupação da ocorrência de alguma deformação que prejudicasse o perfeito funcionamento do caixilho a ser instalado.

Na tentativa de solucionar o problema diretamente no campo, o engenheiro residente da empresa construtora em conjunto com o mestre-de-obras optou por fazer um modelo protótipo para análise da situação, levando-se em conta apenas suas experiências práticas e não o cálculo de dimensionado da verga: para esta situação a mesma deveria ser calculada como viga.

Desta maneira, optou-se pela confecção de ganchos com ferro CA 50 ($\varnothing 12,5$ mm), como mostra a figura 5.27, os quais foram fixados na viga da estrutura por meio de resina epóxi. Dentro dos blocos canaletas foram colocadas 2 barras de ferro $\varnothing 10$ mm, também fixados nos pilares que delimitavam os vãos de 3 m por meio de resina epóxi. Novos ganchos de $\varnothing 10$ mm sustentaram a ferragem da canaleta junto aos primeiros (fixados na estrutura). Depois de executada essa amarração os blocos canaletas (vergas) foram grouteados, mas a solução construtiva adotada apresentou falta de construtibilidade no assentamento da fiada de bloco entre a verga e a estrutura, uma vez que os ganchos permaneceram instalados para garantir a estabilidade do conjunto.



FIGURA 5.27 – Ganchos para sustentar ferragem das vergas dos caixilhos de fachada
Fonte: Empresa pesquisada (Obra C)

A indefinição de escolha do tipo de porta a ser instalada, madeira ou ferro, exigiu que a execução da alvenaria deixasse a largura dos vãos com as dimensões previstas em planta do projeto de arquitetura. Não existindo nenhum corte que especificasse a altura do vão, o canteiro de obras definiu criar vergas com blocos canaletas na altura da décima primeira fiada de elevação da alvenaria (220 cm). Iniciada a execução da alvenaria interna do primeiro andar foi definido, pelo conselho hospitalar, pela instalação de batentes metálicos, para os quais as medidas dos vãos dos dormitórios de internação eram insuficientes para a entrada de cadeira de rodas. Ajustadas as medidas dos vãos com a necessidade de quebra da alvenaria no andar, as novas dimensões foram obedecidas para os demais pavimentos.

A instalação destes batentes após conclusão das alvenarias de vedações, conforme figura 5.28, prejudicou a produtividade da mão-de-obra pela necessidade de quebra dos blocos laterais para fixação das grapas e posterior chumbamento e completção dos vãos com argamassa de cimento e areia.

A largura dos batentes metálicos foi definida em função do acabamento (azulejo ou gesso liso) a ser utilizado no ambiente de sua instalação.



FIGURA 5.28 – Assentamento de batentes metálicos após execução da alvenaria
 Fonte: Empresa pesquisada (Obra C)

c) alvenaria – instalações elétricas e hidráulico-sanitárias

Na etapa de execução da estrutura, foram posicionados nos cantos externos da caixa de escada/elevadores, localizada no centro da laje, quatro *shafts* para descida das prumadas hidráulico-sanitárias, de incêndio e de gases medicinais, para as quais os projetistas deveriam direcionar as redes de distribuição dos andares, na etapa de elaboração de seus respectivos projetos. Para as instalações elétricas e rede de lógica foram posicionados dois *shafts* confinados em áreas técnicas.

A execução dos projetos de instalações sem compatibilização entre si e entre os projetos de gases e ar condicionado, somados à extensão do pavimento, exigiu que o canteiro de obras criasse algumas prumadas auxiliares de esgoto embutidas na alvenaria de vedação, em virtude da falta de caimento suficiente até a prumada inicialmente pensada e desenhada em projeto: a quantidade de interferências nos corredores com tubulações, eletrocalhas e dutos, como mostra a figura 5.29, impossibilitou a distribuição da rede de esgoto até a prumada inicialmente projetada, pois seu caminhamento com a queda necessária causaria perda de altura do pé direito no pavimento em questão. Logo, a passagem da nova prumada de esgoto

por dentro da alvenaria exigiu retrabalho para reconstituição da parede, criando descontinuidade da mesma com probabilidade de futuras manifestações patológicas.



FIGURA 5.29 – Interferências de tubulações e dutos para caminhamento da rede de distribuição de esgoto até prumada
Fonte: Empresa pesquisada (Obra C)

As constantes mudanças de *lay out* por parte do cliente afetaram os serviços acabados de alvenaria e das instalações hidráulico-sanitárias, com necessidade de retrabalho de demolição, como mostra a figura 5.30, e reconstrução de acordo com a nova arquitetura.



FIGURA 5.30 – Demolição de serviços acabados
Fonte: Empresa pesquisada (Obra C)

Igualmente à obra B, os furos nas lajes para os passantes hidráulicos foram executados por extratora, após execução da alvenaria, o que traduziu em otimização construtiva pela precisão dos distanciamentos alcançados.

Para a obra C os rasgos nas paredes foram em quantidade maior dos que os realizados nas obras A e B, pois não houve passagem de eletrodutos por entre os blocos cerâmicos na fase de elevação das paredes e, também, pela necessidade de rasgos para descida da tubulação dos gases medicinais, conforme figura 5.31.



FIGURA 5.31 – Rasgos nas alvenarias para passagem de eletrodutos e tubulação de cobre de gases medicinais
Fonte: Empresa pesquisada (Obra C)

Diferentemente das obras A e B, nas quais os rasgos foram executados com a alvenaria fixada na sua parte superior, a necessidade de passagem de eletrodutos e tubulações de cobre dos gases pelos blocos canaletas fez com que os rasgos das paredes internas da obra C fossem realizados sem travamento da alvenaria, isto é, sem o grouteamento dos blocos canaletas, causando para alguns casos, o descolamento de algumas canaletas da argamassa de assentamento, exigindo retrabalho para a sua reconstituição.

d) alvenaria – revestimento externo de argamassa

Para a obra C também não foi realizado o projeto para produção de fachada, sendo utilizado o mesmo procedimento de execução de serviços para revestimento de fachada das obras A e B, com uso de argamassa industrializada para revestimento externo.

Com pilares externos de 40 cm de largura e blocos cerâmicos de 19 cm de espessura, a alvenaria da fachada foi executada sempre faceando internamente os pilares, como mostra a figura 5.32, desta forma não existindo continuidade da interface alvenaria/estrutura na face externa da fachada. O assentamento de blocos faceando a parte interna do pilar criou necessidade de requadro das vigas e pilares externos da fachada, pois caso contrário (blocos na face externa do pilar) ocorreria requadro interno dos pilares e do piso a ser instalado.



FIGURA 5.32 – Alvenaria de fachada pelo lado interno do pilar

Fonte: Empresa pesquisada (Obra C)

Para evitar acúmulo de água com probabilidade de penetração no revestimento, atingindo o lado interno do ambiente, foram assentados peitoris de ardósia com pingadeira e caimento para a parte externa sobre as vigas da estrutura, conforme figura 5.33.



FIGURA 5.33 – Assentamento de peitoril de ardósia sobre viga da fachada

Fonte: Empresa pesquisada (Obra C)

Em fase de produção, os caixilhos foram contratados para virem instalados com peitoris em chapa de alumínio, como mostra o modelo da figura 5.34, realizado pelo fornecedor para aprovação do cliente. A opção por esta contratação racionalizou etapas de serviço no canteiro de obras, pois caso a opção fosse pelo assentamento de peitoris em pedra natural, o revestimento da fachada demandaria maior tempo para conclusão.



FIGURA 5.34 – Caixilho instalado com peitoril em chapa de alumínio
Fonte: Empresa pesquisada (Obra C)

e) alvenaria – impermeabilização

As indefinições de *lay out* e a opção pela execução de laje protendida restringiram a possibilidade de rebaixo da laje na etapa da estrutura para a impermeabilização das áreas molháveis.

Sem existência do projeto para produção, a impermeabilização das áreas internas foi executada com cimento polimérico estruturado, conforme figura 5.35. Em virtude da fina espessura de acabamento, a impermeabilização realizada pouco interferiu com o revestimento interno das paredes.

Para as áreas externas, a aplicação de manta asfáltica encontrou as alvenarias sem cavidade na parte inferior das paredes, o que exigiu, como nas obras A e B, maior consumo de argamassa de revestimento para execução de um barrado de argamassa na região da parede com manta asfáltica, como mostra a figura 5.36.



FIGURA 5.35 – Impermeabilização de box de banheiro com cimento polimérico estruturado
Fonte: Empresa pesquisada (Obra C)

Como a obra C encontra-se em fase de execução, não se tem histórico de possíveis patologias na interface das vedações verticais com os subsistemas analisados. As vedações verticais foram prejudicadas pelos constantes rasgos e impactos de quebra dos blocos das paredes para a passagem de tubulações, eletrocalhas ou dutos, afetando sua integridade com probabilidade futura de patologias.



FIGURA 5.36 – Necessidade de barrado de argamassa na região de parede com manta asfáltica
Fonte: Empresa pesquisada (Obra C)

A elaboração seqüencial dos projetos do produto e a inexistência de projetos para produção contribuíram para a falta de compatibilização das interferências entre os subsistemas existentes, gerando perda da visão global da edificação no tocante a seqüência dos serviços.

CAPÍTULO 6 – CONSIDERAÇÕES FINAIS

A produção dos serviços de uma edificação baseia-se nos projetos do produto, mas na prática, observa-se pequena participação da equipe de produção no processo de projeto. A falta de comunicação entre equipe de produção e projetistas prejudica a retroalimentação de deficiências de projetos percebidas no canteiro.

A busca por maior eficiência, redução dos custos e melhoria da qualidade na construção das edificações têm levado as empresas construtoras a investir em mudanças, alterando gradativamente seus processos construtivos por meio da implementação de princípios que propiciem uma racionalização das atividades construtivas nos canteiros de obra. Desta forma, torna-se essencial a elaboração dos projetos do produto da edificação dentro do conceito do projeto simultâneo, pois a integração projeto-produção, geralmente realizada por um coordenador de projetos, possibilita antecipação da solução construtiva a ser adotada, proporcionando construtibilidade aos serviços do canteiro, produtividade da mão-de-obra e qualidade do produto final, sendo que a solução adotada não deve ser apenas a melhor para as interfaces em questão, mas para o desempenho global da edificação.

Sem a finalidade de suprir deficiências ou falhas de projetos que proporcione à fase de execução a qualidade e eficiência esperada, o projeto para produção de vedações verticais exerce papel compatibilizador junto aos demais projetos da edificação, possibilitando à coordenação integrar e desenvolver tais projetos, visando à racionalização da produção. Neste contexto, a coordenação de projetos assume um papel gerencial, enquanto a compatibilização um aspecto técnico ao identificar interferências projetuais.

Da realização de obras incorporadas, ou para clientes particulares, no que tange a execução das soluções adotadas nas interfaces da alvenaria de vedações, a análise do estudo de caso possibilita identificar situações distintas para a empresa pesquisada. Ao executar obras para terceiros (obras B e C), a construtora fica restrita à produção da edificação ao receber os projetos do produto concluídos, “prontos” para a execução, mas para o empreendimento incorporado (obra A), nota-se que a direção técnica da empresa tende a valorizar o processo de projeto do edifício como estratégia de execução da construção, disseminando para o escritório responsável pela elaboração do projeto para produção de vedações verticais suas técnicas construtivas.

A vantagem dos projetos revisados da obra A terem sido entregues com antecedência e o fato da elaboração do projeto para produção de vedações verticais realizar uma análise prévia das interfaces da alvenaria fez com que as tomadas de decisões no canteiro fossem minimizadas nos pavimentos-tipo, possibilitando melhor planejamento da produção.

A cultura da empresa construtora mostra-se falha ao realizar a contratação do projeto para produção de vedações verticais apenas para os pavimentos-tipo, prejudicando a compatibilização das interfaces da alvenaria nos demais pavimentos ao deixar para o canteiro a responsabilidade de decisão da solução construtiva. A solução adotada pode-se mostrar onerosa quando comparada aos benefícios (construtibilidade, desperdício de materiais e mão-de-obra) da contratação do projeto para produção de vedações verticais para os pavimentos não repetitivos.

A prática produtiva de execução de obras também pode contribuir numa retroalimentação de informações junto ao responsável pela elaboração do projeto para produção como na definição de interfaces da alvenaria de vedação com outros subsistemas ao sugerir soluções construtivas, talvez, mais racionalizadas do que a utilizada na interface alvenaria/esquadrias da obra A, a qual utiliza grapas para o chumbamento lateral dos contramarcos, cujo processo executivo exige retrabalho.

A realização de obras para terceiros deste estudo de caso, obras B e C, evidencia certa dissociação projeto-produção, pois a empresa construtora é contratada apenas para a realização da edificação, não participando da elaboração dos projetos do produto. Assim, o processo do projeto não é considerado como uma atividade estratégica de execução da construção pela falta de uma coordenação atuante, impossibilitada de introduzir a tecnologia construtiva da empresa construtora.

O projeto para produção de vedações verticais da obra B, contratado em estágio avançado da obra, possibilita apenas identificar interferências da alvenaria de vedações verticais com demais subsistemas por meio da sobreposição dos projetos do produto, elaborados de forma seqüencial.

Nota-se para algumas paredes da obra B execução das modulações horizontal e vertical com juntas verticais espessas e blocos compensadores na base, respectivamente. Nestas situações, a falta de construtibilidade oferecida ao canteiro repercute diretamente na perda de

produtividade pela falta de padronização de execução dos serviços. Desta forma, a compatibilização de interfaces pela sobreposição de projetos permite identificar que o detalhamento construtivo adotado nem sempre seja proposto da forma mais conveniente, mas adaptado.

Porém, mesmo perdendo potencial de racionalização pela contratação atrasada do projeto para produção de vedações verticais, a sua elaboração foi de suma importância para o canteiro da obra B ao introduzir benefícios, quando da identificação e definição de detalhes construtivos e especificações de materiais e técnicas construtivas adotadas nas interfaces da alvenaria de vedações.

A falta de identificação de prioridades e diretrizes executivas por parte do contratante, somados a elaboração sequencial dos projetos do produto e a forma de contratação por pacotes (*fast-track*) da obra C dificultaram a incorporação de aspectos e detalhes construtivos nos projetos com relação à qualidade da edificação, visto que a colaboração dos agentes envolvidos ocorreu de forma isolada e independente.

A ausência de um agente coordenador propiciou que a colaboração independente dos projetistas buscasse interesses individuais, ao invés de objetivos comuns na elaboração de seus projetos, repercutindo na falta de integração com o processo de produção e construtibilidade nas soluções adotadas. Desta maneira, a obra C apresenta-se como uma obra atípica, na qual a forma desordenada de contratação dos projetos refletiu na subdivisão de execução dos serviços, em pacotes, nem sempre seguindo uma seqüência lógica de execução.

A perda da visão sistêmica da obra C, ao executar o subsistema vedações verticais antes da contratação das instalações (elétricas, hidráulico-sanitárias, gases medicinais e ar condicionado), dificultou planejar a execução e padronizar detalhes construtivos das interfaces da alvenaria de vedações, gerando incertezas trazidas pela incompatibilidade entre as partes do edifício, no momento da execução da obra.

O desenvolvimento deste trabalho permite que sejam propostas sugestões de temas para novos estudos relacionados às vedações verticais e suas interfaces em um maior número de empresas construtoras, com o intuito de analisar as soluções e detalhamentos construtivos adotados pelo subsetor edificações. Além destes, outros estudos podem ser propostos, como:

- Desenvolver estudo relacionado com as alternativas de contratação de obras e suas conseqüências na produção das vedações verticais.

- Desenvolver um banco de dados de informações das soluções técnicas adotadas nas interfaces da alvenaria de vedações que proporcionem maior construtibilidade numa empresa construtora, objetivando a retroalimentação em projetos futuros que caracterizem os empreendimentos da empresa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACI Committe 435, **Allowable Deflections – ACI-435.3-R68 (reaffirmed 1979)**. American Concrete Institute, Detroit, 1979.

AQUINO, J.P.R. **Análise do desenvolvimento e da utilização de projetos para produção de vedações verticais na construção de edifícios**. 2004. 184f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Engenharia de Construção Civil, Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA CONSTRUÇÃO INDUSTRIALIZADA. **Manual Técnico de Alvenaria**. São Paulo, ABCI/Projeto, 1990.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **Projeto de estruturas de concreto – Procedimento – NBR 6118**. Rio de Janeiro, 2003.

_____. **Sistemas de gestão da qualidade – Requisitos – NBR ISO 9001**. Rio de Janeiro, 2000.

_____. **Divisórias leves internas moduladas – NBR 11685**. Rio de Janeiro, 1990.

_____. **Projeto de norma 02:136.01.001/4:2006 – Desempenho de edifícios habitacionais de até cinco pavimentos – Parte 4: Sistemas de vedações verticais externas e internas**. Rio de Janeiro, 2006.

ASSUMPCÃO, J.F.P. **A construção civil e a racionalização na produção de edifícios**. 2004. São Carlos: UFSCar/Departamento de Engenharia Civil, 2004. Notas de aula do curso de mestrado.

ASTRA. Caderno de divulgação comercial. Disponível em: <<http://www.astra-sa.com.br/spanish/lancamento.htm>>. Acesso em: 23 mai. 2007.

BARROS, M.M.B. O processo de produção das alvenarias racionalizadas. In: SEMINÁRIO TECNOLOGIA E GESTÃO NA PRODUÇÃO DE EDIFÍCIOS: VEDAÇÕES VERTICAIS, 1., 1998, São Paulo. **Anais**. São Paulo: EPUSP, 1998. p. 21-48.

BARROS, M.M.B.; SABBATINI, F.H. **Diretrizes para o processo de projeto para implantação de tecnologias construtivas racionalizadas na produção de edifícios.** São Paulo, EPUSP, 2003. (Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP, Departamento de Engenharia de Construção Civil, BT/PCC/172).

BARROS, M.M.B.; FRANCO, L.S.; SABBATINI, F.H.; CARDOSO, F.F. **Tecnologia de vedações verticais.** Capítulo 1: Fundamentos. Disciplina de Tecnologia da construção de edifícios I – PCC 2435. São Paulo: Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. Disponível em: <http://pcc2435.pcc.usp.br/pdf/PCC2435_aula18_cap1_revisado.pdf>. Acesso em: 14 abr. 2007.

BEZZON, L.C. **Guia Prático de Monografias, Dissertações e Teses.** 2. ed. Campinas: Alínea, 2004. 76p.

CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO (CBIC): Indústria da Construção. Disponível em: <<http://www.cbicdados.com.br/constructnumeros2.asp>>. Acesso em: 03 abr. 2007.

CAMPANTE, E.F.; SABBATINI, F.H. Durabilidade dos revestimentos cerâmicos de fachada e sua influência na qualidade e segurança das edificações. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL NUTAU 2000 – Tecnologia & Desenvolvimento, São Paulo, 2000. **Anais.** São Paulo, 2000.

_____. **Metodologia de diagnóstico, recuperação e prevenção de manifestações patológicas em revestimentos de fachada.** São Paulo, EPUSP, 2001. (Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP, Departamento de Engenharia de Construção Civil, BT/PCC/301).

CAMPOS, M.H.A.C. **A construtibilidade em projectos de edifícios para o ensino superior público em Portugal.** 2002. 237f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Departamento de Engenharia Civil, Universidade do Minho, Braga (Portugal), 2002.

CARDOSO, F.F. A gestão da produção de vedações verticais: alternativas para a mudança necessária. In: SEMINÁRIO TECNOLOGIA E GESTÃO NA PRODUÇÃO DE EDIFÍCIOS: VEDAÇÕES VERTICAIS, 1., 1998, São Paulo. **Anais.** São Paulo: EPUSP, 1998. p.187-220.

Centro Tecnológico de Edificações (CTE). **Sistema de gestão da qualidade para empresas construtoras**, 1994.

Construtora Incorbase. **Projeto para produção de alvenaria de vedação**. São Paulo, 2003/2004. (Não publicado).

_____. **Projeto para produção de impermeabilização**. São Paulo, 2003/2004. (Não publicado).

_____. Sistema da Qualidade Incorbase (SQI): **Procedimento de execução de serviço**. São Paulo, 2001. (Não publicado).

CORRÊA, C.V.; ANDERY, P.R.P. Dificuldades para a implementação de projetos para a produção de alvenaria: um estudo de caso. **Gestão & Tecnologia de Projetos**, São Paulo, n.1, p.104 – 125, nov. 2006.

DUEÑAS PEÑA, M. **Método para elaboração de projetos para produção de vedações verticais em alvenaria**. 2003. 160f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Engenharia de Construção Civil e Urbana, Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.

EICHLER, F. **Patología de la construcción, detalles constructivos**. Barcelona. Editorial Blume, 1997.

FABRÍCIO, M.M. **Projeto simultâneo na construção de edifícios**. 2002. 329f. Tese (Doutorado em Engenharia) – Engenharia de Construção Civil e Urbana, Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2002.

FABRÍCIO, M.M.; MELHADO, S.B. Projeto simultâneo e a qualidade na construção de edifícios. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL NUTAU' 98 – ARQUITETURA E URBANISMO: tecnologias para o século XXI, 1998, São Paulo. **Anais**. São Paulo: FAU/USP, 1998. 9p.

FERREIRA, M.L.R. **Gestão de contratos de construção e montagem industrial**. Niterói: Editora da Universidade Federal Fluminense, 2004. 87p.

FRANCO, L.S. O projeto das vedações verticais: características e a importância para a racionalização do processo de produção. In: SEMINÁRIO TECNOLOGIA E GESTÃO NA

PRODUÇÃO DE EDIFÍCIOS: VEDAÇÕES VERTICAIS, 1., 1998, São Paulo. **Anais**. São Paulo: EPUSP, 1998. p. 221–236.

_____. **Racionalização construtiva, inovação tecnológica e pesquisa**. In: Curso de Formação em Mutirão. São Paulo: EPUSP, 1996, 13p.

_____. Ligação de paredes com vigas e lajes. **Téchne**, São Paulo, n. 86, p. 56 – 57, mai. 2004.

FRANCO, L.S.; SABBATINI, F.H.; BARROS, M.M.B.; ARAÚJO, L.O.C. **Notas de aula – vedações verticais**: conceitos básicos. São Paulo: Escola Politécnica. Disponível em: <<http://pcc2435.pcc.usp.br/Aulas%20em%20pdf-2005/4-%20Vedações%20Verticais/aula18.PDF>>. Acesso em: 09 set. 2005.

FRANÇA, R. Alerta! Deformações excessivas. **Téchne**, São Paulo, n. 97, p. 46-51, abr. 2005.

GRANDI, S.L Alvenaria estrutural: a memória de um sistema construtivo. Revista Prisma, São Paulo, 2003. Disponível em: <<http://www.revistaprisma.com.br>>. Acesso em: 16 mar. 2006.

GRILO, L.M.; MELHADO, S.B. Novas formas de contratação e organização dos empreendimentos no segmento de construção de edifícios. In: IX ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO – ENTAC 2002. 7 – 10 mai. 2002, Foz do Iguaçu – PR. **Anais**. Foz do Iguaçu - PR, 2002. 10p.

HOLANDA, E.P.T. **Novas tecnologias construtivas para produção de vedações verticais**: diretrizes para o treinamento da mão-de-obra. 2003. 159f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Engenharia de Construção Civil e Urbana, Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION (ISO). Performance standards in buildings: principles for their preparation and factors to be considered (ISO 6241). London, 1984.

LORDSLEEM JÚNIOR, A.C. **Execução e inspeção de alvenaria racionalizada**. 2. ed. São Paulo: O Nome da Rosa, 2000. 90p.

MARTUCCI, R. **Projeto tecnológico para edificações habitacionais: utopia ou desafio?** 1990. Tese (Doutorado) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1990.

MASSETO, L.T.; SABBATINI, F.H. Estudo comparativo da resistência das alvenarias de vedação de blocos utilizadas na região de São Paulo. In: CONGRESSO LATINO-AMERICANO – TECNOLOGIA E GESTÃO NA PRODUÇÃO DE EDIFÍCIOS: Soluções para o terceiro milênio. 03-06 nov. 1998, São Paulo, SP. **Anais**. São Paulo: Escola Politécnica da Universidade de São Paulo – SP, 1998. 8p.

MEDEIROS, J.S.; FRANCO, L.S. **Prevenção de trincas em alvenarias através do emprego de telas soldadas como armadura e ancoragem**. São Paulo, EPUSP, 1999. (Texto Técnico da Escola Politécnica da USP, Departamento de Engenharia de Construção Civil, TT/PCC/22).

MELHADO, S.B. **Qualidade do projeto na construção de edifícios: aplicação ao caso das empresas de incorporação e construção**. 1994. 294f. Tese (Doutorado em Engenharia) – Engenharia de Construção Civil e Urbana, Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1994.

MELHADO, S.B.; FABRÍCIO, M.M. Projetos da produção e projetos para produção na construção de edifícios: discussão e síntese de conceitos. In: VII ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO – ENTAC 98. Qualidade no processo construtivo. 27-30 abr. 1998, Florianópolis, S.C. **Anais**. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina – SC, 1998. 7p.

MESQUITA, M.J.M. **Processos construtivos flexíveis: racionalização do produto quanto a sua produção**. 2000. 280f. Dissertação (Mestrado em Engenharia e Urbanismo) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2000.

NASCIMENTO, L.A.; SANTOS, E.T. A indústria da construção na era da informação. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 3, n. 1, p. 69 – 81, jan./mar. 2003.

NOVAES, C.C. **Diretrizes para garantia da qualidade do projeto na produção de edifícios habitacionais**. 1996. 389f. Tese (Doutorado em Engenharia) – Engenharia de Construção Civil e Urbana, Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1996.

_____. Um enfoque diferenciado para o projeto de edificações: projetos para produção. In: XVII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO – ENEGEP 97, 6 – 9 out. 1997, Gramado, RS. **Anais**. Gramado, RS: Associação Brasileira de Engenharia de Produção, 1997. p. 68.

_____. A modernização do setor da construção de edifícios e a melhoria da qualidade do projeto. In: VII ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO – ENTAC 98. Qualidade no processo construtivo. 27-30 abr. 1998, Florianópolis, S.C. **Anais**. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina – SC, 1998. 8p.

_____. Projeto de vedações como instrumento da compatibilização de projetos na construção de edifícios. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GESTÃO DA QUALIDADE E ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO, 1., 1999, Recife – PE Disponível em: <http://www.infohab.org.br/Scripts/downloadpdf.asp?CD_BIBLIOGRAFIA=11772>. Acesso em: 04 jan. 2005.

_____. **Gestão do processo de projeto de edificações** – CIV 201. São Carlos. UFSCar / Departamento de Engenharia Civil (Programa de Pós-graduação), 2004. Notas de Aula.

PERALTA, A.C. **Um modelo do processo de projeto de edificações, baseado na engenharia simultânea, em empresas construtoras incorporadoras de pequeno porte**. 2002. 133f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002.

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

RODRIGUEZ, M.A.A., HEINECK, L.F.M. A construtibilidade no processo de projeto de edificações. In: II WORKSHOP NACIONAL: GESTÃO DO PROCESSO DE PROJETO NA CONSTRUÇÃO DE EDIFÍCIOS, 2., 21–22 nov. 2002, Porto Alegre – RS. **Anais**. Porto Alegre: PUC – RS, 2002. 5p.

ROSSO, T. **Racionalização da construção**. São Paulo: Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo, 1980. 300p.

SABBATINI, F.H. **Desenvolvimento de métodos, processos e sistemas construtivos: formulação e aplicação de uma metodologia.** 1989. 336p. Tese (Doutorado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo – São Paulo, 1989.

_____. **O processo construtivo de edifícios de alvenaria estrutural sílico-calcária.** 1984. 298p. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1984.

SABBATINI, F.H. Construção crítica. **Téchne**, São Paulo, n. 99, p. 24-29, jun. 2005.

SERVIÇO BRASILEIRO DE APOIO ÀS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS (SEBRAE): Perfil Setorial da Construção Civil, 2005. Disponível em: <<http://www.sebraemg.com.br>>. Acesso em: 10 abr. 2007.

SILVA, M.M.A. **Diretrizes para o projeto de alvenarias de vedação.** 2003. 167f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Engenharia de Construção Civil e Urbana, Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, 2003.

SILVA, M.V.M.F.P. **As atividades de coordenação e a gestão do conhecimento nos projetos de edificações.** 2004. 202f. Dissertação (Mestrado em Construção Civil) – Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2004.

SILVA, E.L.; MENEZES, E.M. **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação.** Florianópolis. Universidade Federal de Santa Catarina, 2001. Apostila.

SOUZA, R.; MEKBEKIAN, G.; SILVA, M.A.C.; LEITÃO, A.C.M.T.; SANTOS, M.M. **Sistema de gestão da qualidade para empresas construtoras.** São Paulo, Pini, 1995. 247p.

SOUZA, J.C.S.; MELHADO, S.B. Diretrizes para a seleção e projeto de impermeabilização dos pisos do pavimento-tipo de edifícios. In: CONGRESSO LATINO-AMERICANO – TECNOLOGIA E GESTÃO NA PRODUÇÃO DE EDIFÍCIOS: Soluções para o terceiro milênio, 1998. São Paulo. **Anais.** São Paulo: EPUSP, 1998. p. 95-102.

THOMAZ, E. **Tecnologia, gerenciamento e qualidade na construção.** São Paulo: Editora Pini Ltda., 2001. 449p.

THOMAZ, E.; HELENE, P. **Qualidade no projeto e na execução de alvenaria estrutural e de alvenaria de vedação em edifícios**. São Paulo, EPUSP, 2000. (Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP, Departamento de Engenharia de Construção Civil, BT/PCC/252).

APÊNDICE A:

ROTEIRO DE ENTREVISTAS PARA O ESTUDO DE CASO

Roteiro de Entrevista

Direção Técnica

1. Tempo em que a empresa atua no mercado
2. Principais áreas de atuação da empresa no mercado
3. A empresa é certificada em algum programa de Sistema de Gestão da Qualidade?

Projetos

4. Existe departamento de projeto na empresa?
5. Existem procedimentos de projeto da construtora repassados aos projetistas?
6. São analisados os projetos de obra para terceiros?
7. Existe coordenação de projetos? Quem é o responsável?
8. Quais projetos para produção são comumente utilizados pela construtora?
9. Quais benefícios o projeto para produção de vedações verticais traz para as obras da empresa?

Planejamento/Suprimentos

10. Como é realizado o planejamento das atividades das obras (cronograma, entrega de materiais)?
11. Por quem é determinado o prazo de início de uma nova tarefa sem que esta prejudique o término ou tempo de cura da tarefa anterior?

Coordenador Obras/ Engenheiros

12. Os agentes envolvidos com a obra (engenheiros, fornecedores, colaboradores) participam da elaboração do projeto para vedação de vedações verticais?

13. Existem procedimentos executivos padronizados (detalhes construtivos) da interface da alvenaria de vedação com outros subsistemas?
14. Para obras anteriormente realizadas pela empresa construtora, qual subsistema tem apresentado, constantemente, problema patológico na interface com a alvenaria de vedação?
15. Existe diferença no conteúdo dos projetos para produção elaborados em diferentes escritórios utilizados pela empresa? E quanto ao detalhamento construtivo das interfaces com a alvenaria de vedação?
16. A empresa construtora exige que a equipe de obra utilize na íntegra os detalhes construtivos especificados em projeto para as interfaces das vedações verticais com os demais subsistemas?
17. O canteiro de obras retroalimenta o escritório de projeto para produção de vedações verticais quando da ocorrência de irregularidades percebidas no projeto ou em razão de mudanças realizadas na etapa de execução da alvenaria de vedação?
18. Quais as principais sugestões do canteiro de obras ao grau de detalhamento e construtibilidade oferecido pelos projetos para produção de vedações verticais?

Mestre/Encarregado/Mão-de-obra executora

18. A equipe de obra recebe algum tipo de treinamento para início dos serviços da alvenaria de vedações? Quem realiza?
19. Os equipamentos e os componentes para execução dos serviços de vedações verticais são fornecidos conforme os especificados em projeto?
20. Na falta de algum componente da alvenaria ou outro material utilizado na interface da alvenaria com demais subsistemas, qual a solução adotada pela obra?

Escritório de projeto para produção

21. Qual o perfil das empresas construtoras (porte da empresa) que contratam o projeto para produção de vedações verticais?

22. Em qual fase do empreendimento a empresa construtora contrata o projeto para produção?
23. A empresa contratante estabelece a tecnologia construtiva a ser utilizada nas interfaces das vedações verticais com os demais subsistemas?
24. Qual o comprometimento da construtora, durante o desenvolvimento do projeto para produção, com a discussão de melhorias da interface vedações verticais com os demais subsistemas?