

O PROJETO DAS VEDAÇÕES VERTICAIS: CARACTERÍSTICAS E A IMPORTÂNCIA PARA A RACIONALIZAÇÃO DO PROCESSO DE PRODUÇÃO.

Prof. Dr. Luiz Sérgio Franco

Departamento de Engenharia de Construção Civil da Escola Politécnica da USP

1. INTRODUÇÃO

A utilização da alvenaria como principal material de construção tem acompanhado o homem durante toda a sua história. Na antigüidade tem-se notícia da utilização de tijolos secados ao sol, nas construções persas e assírias, já a partir de 10.000 A.C., e de tijolos queimados em fornos a 3.000 A.C.

São notáveis os exemplos de realizações de alvenaria da antigüidade, dentre os quais podem ser citados a Muralha da China, construída entre 300 e 200 A.C. , o Coliseu em Roma cuja construção terminou em 82 D.C., o Panteão que data de 123 D.C. e ainda o Farol de Alexandria, construído em alvenaria de pedra a cerca de 2260 anos e destruído em um terremoto no século XIII.

No Brasil, a alvenaria de pedras foi utilizada nas cidades litorâneas em que este material existia em abundância, a partir da colonização do país. Em São Paulo onde não havia disponibilidade de pedras, a metodologia construtiva utilizada a partir da colonização do país foi a taipa de pilão. A utilização de tijolos só se tornou popular, a partir do ciclo econômico do café, começando por obras ligadas diretamente ao beneficiamento daquele produto agrícola.

Em 1867, instalou-se em Campinas a primeira olaria mecanizada e com grande produtividade mensal. A partir de 1886, Ramos de Azevedo construiu edifícios públicos nos quais o arquiteto se esmera por mostrar toda a potencialidade da alvenaria. Este foi o método de construção dos palacetes da classe alta, a partir de 1890. Nos anos 30, iniciou-se a utilização intensiva do concreto armado mesmo nas construções de pequena altura, como as residências utilizadas pela classe média (LE MOS, 1985).

O domínio tecnológico da produção das alvenarias e revestimentos até esta época era dos mestres de obra, responsáveis pelo andamento e qualidade da execução dos serviços. As técnicas eram repassadas informalmente de geração para geração de profissionais. Com a crescente desqualificação e desvalorização da mão-de-obra que ocorreu a partir da década de 50, a boa técnica de construir foi perdida. Ninguém mais tinha do domínio sobre a técnica de produção da vedação vertical.

A vedação vertical, por outro lado ocupa posição estratégica entre os serviços da construção de edifícios. A vedação vertical é o subsistema que tem como principais funções compartimentar a edificação e propiciar aos ambientes característica que permitam o adequado desenvolvimento das atividades para as quais eles foram projetados. Constitui-se, além dos vedos, que definem a tecnologia de produção e são os principais responsáveis pelo desempenho global da vedação vertical, dos revestimentos e das esquadrias existentes sobre as paredes.

Além disso, a vedação vertical possui interface com vários outros subsistemas do edifício, como a estrutura, as instalações, as vedações horizontais, impermeabilizações, entre outros.

Apesar da incidência do custo da produção dos vedos no orçamento do edifício não ser o item de maior importância, quando se considera conjuntamente toda a vedação vertical e as interfaces que faz com os demais subsistemas do edifício, este conjunto representa, normalmente, o maior item de custo de produção.

Ainda é na produção da vedação vertical, principalmente dos vedos e dos revestimentos que se observam os maiores índices de desperdícios tanto de materiais como de mão-de-obra empregada.

Esta situação da vedação vertical torna-a crítica como elemento fundamental para o planejamento e organização da produção da obra. A produção da vedação vertical tem interfaces com a maioria dos serviços a serem realizados para a execução do edifício, assim um mal planejamento da execução deste subsistema leva a problemas como interferência entre serviços, retrabalho e desperdícios.

Assim, a racionalização da construção do edifício tradicional passa necessariamente pela racionalização dos serviços de vedação vertical.

A vedação vertical é um dos principais subsistemas que condicionam o desempenho do edifício, sendo a principal responsável por características ligadas ao conforto higro-térmico e acústico, pela segurança de utilização e frente a ações excepcionais (como por exemplo no caso de incêndios) e pelo desempenho estético que proporciona valorização do imóvel. Suas características condicionam também a possibilidade de ocorrência de problemas patológicos, nos seus próprios componentes – alvenaria e revestimentos - ou nos subsistemas que nela estão localizados como as instalações prediais, ou ainda nos problemas de interface com os demais subsistemas dos edifícios.

Nos últimos anos, algumas empresas têm reconhecido a importância da vedação vertical para a racionalização dos edifícios e têm investido na implantação de tecnologias racionalizadas para a produção deste subsistema.

2. RACIONALIZAÇÃO CONSTRUTIVA

A racionalização construtiva é definida por SABBATINI (1989) como “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”.

Esta definição, embora esteja de acordo com o senso comum sobre este conceito é muito mais abrangente que as ações, que a primeira vista, devem ser implementadas para a consecução de seus objetivos. Não se pode imaginar que a racionalização da vedação vertical seja constituída simplesmente pela substituição dos materiais e equipamentos tradicionais, por congêneres de maior qualidade e desempenho. Esta visão limita muito os possíveis resultados que podem ser advindos da racionalização construtiva.

O conceito de racionalização construtiva só pode ser plenamente empregado quando as ações são planejadas desde o momento da concepção do empreendimento.

Barros (1996), propõe um modelo para a implantação de tecnologias construtivas racionalizadas em cinco diretrizes:

- Desenvolvimento da atividade de projeto;
- Desenvolvimento da documentação;
- Desenvolvimento dos recursos humanos;
- Desenvolvimento do setor de suprimentos voltado à produção;
- Desenvolvimento do controle do processo de produção.

Este contexto abrangente justifica-se, pois deficiências em atividades em qualquer uma destas áreas pode inviabilizar completamente o esforço de implantação efetiva da racionalização em uma empresa, não consolidando-os como atitude permanente e restringindo os seus resultados positivos a apenas alguns empreendimentos específicos.

Como imaginar organizar a produção se os meios disponíveis de suprimento de materiais e ferramentas não fornecem meios adequados para a realização dos serviços? Como obter produtividade aliada a qualidade se a mão-de-obra não é devidamente treinada e motivada para esta finalidade, por uma política de recursos humanos? Como consolidar a evolução internamente às empresas, se as tecnologias não são constantemente avaliadas e criticamente melhoradas e documentadas para utilização conjunta de todos os participantes no processo de produção? Como garantir a continuidade da aplicação das técnicas racionalizadas se sua aplicação não está calcada numa metodologia de controle da produção?

Neste cenário, o desenvolvimento de projetos voltados para a produção possui uma dimensão estratégica para a racionalização construtiva. O projeto da vedação vertical possui objetivos que justificam a sua importância:

- a) Servir como ferramenta de coordenação do projeto;
- b) Servir como base para o planejamento da produção do subsistema e dos subsistemas com os quais tem interferência;

- c) Detalhar tecnicamente a produção deste subsistema, estudando e definindo as tecnologias de produção, tanto no que se refere às alternativas de materiais como de técnicas construtivas empregadas em cada caso;
- d) Servir como canal de comunicação eficiente entre projeto e planejamento e a produção e ainda, entre todos os setores envolvidos na produção;
- e) Servir como base para o controle da produção da execução da vedação vertical.

O projeto da vedação vertical é uma importante ferramenta de coordenação dos projetos por possuir interfaces com os mais diversos subsistemas do edifício. A elaboração do projeto de vedação vertical pode contribuir com a atividade de coordenação de projeto em vários de seus objetivos, entre eles:

- A clara definição dos objetivos e parâmetros para elaboração do projeto, que deverão ser repassados aos diversos profissionais como requisitos do projeto. A elaboração do projeto de vedação vertical necessariamente antecipa decisões sobre detalhes e técnicas construtivas a serem empregadas, servindo como base para o desenvolvimento de todos os demais projetos do edifício;
- A agregação ao projeto da máxima eficiência em termos de tecnologia e racionalização. A necessária visão sistêmica na elaboração do projeto de vedação vertical, conduzindo a decisões que são otimizadas, com o enfoque de todos os subsistemas do edifício, leva a decisões que satisfaçam os requisitos de todos os subsistemas conjuntamente;
- A comunicação entre todos os integrantes do projeto e do empreendimento. O projeto de vedação vertical pode tornar-se efetivo meio de comunicação entre os projetistas e entre estes e os vários integrantes do empreendimentos;
- A integração intensa entre projeto e obra, tanto no sentido da equipe de projeto dirimir eventuais dúvidas ou colaborar com alterações não previstas, como da equipe de obra contribuir com sua "experiência construtiva" durante a elaboração dos projetos para aumento da "construtibilidade" do mesmo. O trabalho de coordenação deve se estender inclusive durante a execução do

empreendimento, de forma a dar suporte a possíveis alterações a serem realizadas.

- A definição das partes que constituem os projetos, bem como o seu conteúdo A definição e padronização da forma de apresentação das informações, inclusive através da padronização da representação gráfica;
- A criação de uma sistemática de avaliação e retroalimentação dos problemas enfrentados durante a execução, de forma a aumentar continuamente a tecnologia da empresa através da experiência. Isto se dá através da aplicação e avaliação desta ferramenta ao longo do desenvolvimento da construção.

O projeto da vedação vertical constituiu-se também em importante ferramenta para o planejamento da produção no canteiro de obras. O nível de detalhamento alcançado com este projeto e a diminuição das incertezas trazidas pela padronização na execução das técnicas e detalhes construtivos, fornece informações necessárias para o planejamento operacional da obra, auxiliando a atividade de suprimento de materiais e ferramentas, o controle físico e financeiro e a gestão da mão-de-obra durante a execução dos serviços.

O planejamento da execução é baseado em informações contidas no projeto. Se estas informações não guardam um grau de precisão e detalhe coerentes com a execução, muitas variáveis incontroláveis são introduzidas no planejamento.

Detalhar tecnicamente a produção deste subsistema, estudando e definindo as tecnologias de produção é sem dúvida um dos principais objetivos da elaboração de um projeto de vedação vertical. Esta análise deve necessariamente ter por base a previsão do desempenho da vedação vertical, segundo critérios técnicos e objetivos. Esta análise deve conter a visão sistêmica e levar em consideração não unicamente o subsistema vedação vertical, mas também os demais subsistemas do edifício, de forma que o desempenho do conjunto não seja afetado por problemas de incompatibilidade entre as partes.

Neste sentido, há ainda a necessidade de pesquisas que dêem respostas a vários aspectos que devem ser tratados nos projetos de vedação vertical. Assim questões como quais limites de deformação admissíveis que os elementos da vedação

vertical suportam sem sofrerem problemas patológicos, ou ainda quais critérios para dimensionamento da ligação entre a vedação vertical e a estrutura do edifício, continuam sem respostas objetivas.

O detalhamento da vedação vertical, retira dos profissionais ligados a produção a necessidade de definições técnicas, quando tomadas no momento de execução da obra, são baseadas apenas em preferências pessoais ou intuição, nem sempre coerentes com as situações em que se encontram estes subsistemas. Por outro lado, o detalhamento técnico deve considerar a construtibilidade das soluções adotadas.

O conceito de construtibilidade é empregado como importante ferramenta para a obtenção de níveis mais elevados de racionalização construtiva. O "Construction Industry Institute" (CII, 1987), entidade norte americana que congrega diversas empresas do setor da construção, define construtibilidade ("constructability") como "o uso otimizado do conhecimento das técnicas construtivas e da experiência nas áreas de planejamento, projeto, contratação e da operação em campo para se atingir os objetivos globais do empreendimento".

Já na definição fica clara a importância do envolvimento das pessoas que tenham experiência e conhecimento em execução das construções, nas etapas de desenvolvimento do projeto e planejamneto, para se conseguirem os maiores benefícios.

O'CONNOR e TUCKER [1986] classificam as ações para implementação da construtibilidade em seis categorias distintas:

- Orientação do projeto à execução;
- Comunicação efetiva das informações técnicas;
- Otimização da construção, com a geração de técnicas construtivas;
- Recursos efetivos de gerenciamento e normalização;
- Melhoria dos serviços dos sub-empregados; e

- Retorno do construtor ao projetista.

A consideração da construtibilidade não é ainda consagrada por todos os projetistas. Muitos deles, especialistas dos produtos (o edifício e suas partes), pouco aproveitam da experiência na execução de seus projetos. Na maior parte das situações, também não existe uma retroalimentação de informações entre os executores e projetistas dos edifícios, levando muitas vezes à repetição continuada em vários empreendimentos, de um detalhe falho detectado durante a construção.

Neste sentido é extremamente importante que haja a interação entre os projetistas da vedação vertical com a execução da obra. Neste sentido o projeto deve ser encarado, como propõe Melhado (1994), como um serviço que se estende além da concepção do produto, para a etapa de execução do edifício e cujos resultados só podem ser avaliados pelos benefícios realmente proporcionados na execução da obra do edifício.

O desenvolvimento do projeto das vedações verticais como o próprio conceito de racionalização construtiva deve buscar uma maior abrangência de objetivos e ser desenvolvido com uma visão holística para que realmente permita a obtenção dos importantes resultados para a produtividade e redução dos custos de construção que se espera na aplicação destas ferramentas.

3. O PROJETO DA VEDAÇÃO VERTICAL

O projeto da vedação vertical tem que apresentar soluções adequadas para vários subsistemas do edifício. Muitos pontos podem ser considerados críticos na análise do desempenho da vedação vertical e merecem soluções particularizadas. Dentre estes destacam-se os seguintes aspectos:

- 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 hidro-sanitárias;
- Interferências com a vedação horizontal, seus revestimentos e sistemas de impermeabilização empregados.

O relacionamento da vedação vertical com a estrutura é assunto que está ganhando grande importância nos últimos anos. O uso dos sistemas estruturais com maior grau de flexibilidade pelo emprego de estruturas mais esbeltas, como é o caso das estruturas em “laje plana” ou pelo emprego de materiais diferenciados como os concretos de alto desempenho, estão levando à uma maior solicitação na capacidade de deformação das vedações verticais.

A análise do projeto estrutural no qual irá se inserir a vedação vertical é de fundamental importância para determinar tanto as características inerentes do vedos que a compõe, como dos detalhes construtivos necessários ao bom desempenho desta, frente ao nível de solicitações esperados. Desta forma, a partir da análise destas informações deve-se decidir, por exemplo pelas características mecânicas que devem ser utilizadas nos casos do emprego de alvenarias de vedação. Bem como estabelecer a forma de ligação dos elementos da vedação vertical com a estrutura em cada uma das situações do projeto.

O comportamento global do edifício irá também nortear a utilização de detalhes como juntas de trabalho e separação entre os elementos da vedação vertical e entre estes e outros subsistemas do edifício. Esta análise irá orientar também a

decisão pela inclusão de reforços em situações onde se julga que este comportamento leve a tensões superiores à capacidade resistente dos elementos da vedação vertical. Na figura 1 é representado um detalhe típico de ligação das paredes de alvenaria com a estrutura de concreto armado.

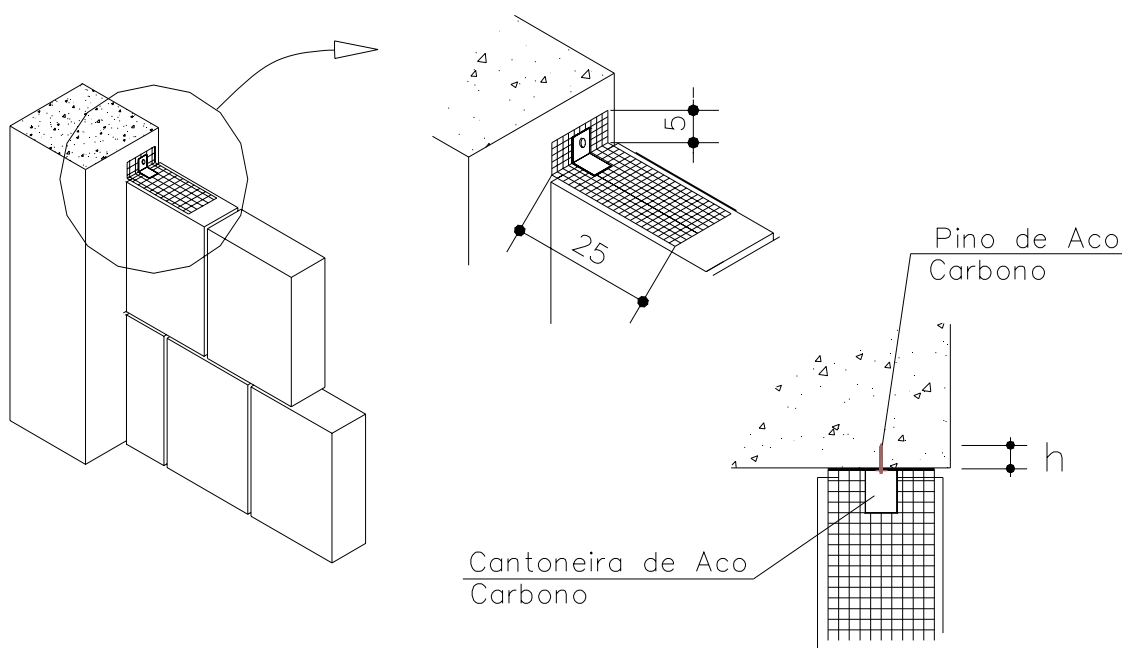


Figura 1 - Detalhe típico da ligação da estrutura de concreto armado com alvenaria através da colocação de uma tela metálica

A ação conjunta entre a estrutura e as vedações verticais irá também influenciar as decisões ligadas ao planejamento da seqüência de atividades na obra. Esta deve privilegiar, sempre que possível a diminuição das tensões impostas aos painéis. Isto pode ser obtido, com alternativas como o retardamento do início da execução da vedação vertical, dando possibilidade para a acomodação das deformações que a estrutura sofrerá ao longo do tempo; ou pela mudança na seqüência dos serviços, como a possibilidade de execução de etapas de revestimento e da própria vedação, antes da ligação definitiva desta com a estrutura, de forma a minimizar a transmissão para as paredes das cargas proporcionadas pela execução destes elementos.

A correta observação e análise destes parâmetros é de fundamental importância para a garantia da qualidade e do desempenho da vedação vertical ao longo do

tempo, diminuindo-se a níveis aceitáveis a possibilidade de surgimento de problemas patológicos.

A coordenação dimensional entre os vários elementos que compõe a vedação vertical é medida básica e fundamental para a obtenção de mais altos níveis de racionalização construtiva. Desde a utilização de alvenarias, até painéis com mais elevado grau de industrialização de seus componentes, a coordenação dimensional é requisito fundamental para que não haja a necessidade de ajustes, arremates ou improvisações que sempre correspondem a situações de desperdício e diminuição da produtividade na execução dos serviços.

A utilização, por exemplo, das técnicas da coordenação modular é ideal para estas situações. Esta entretanto só se viabiliza para a situações nas quais esta medida é tomada por todos os profissionais participantes do projeto da edificação, como os projetistas de arquitetura e de estrutura, já no início da concepção de seus trabalhos.

A coordenação dimensional e modular levaria a padronização dos detalhes construtivos, que além de facilitar a execução e controle dos mesmos, permitiria a padronização das soluções e o desenvolvimentos de alternativas cada vez melhores para as diversas situações padrão.

Neste sentido, muito ainda se tem a evoluir. Geralmente as soluções dimensionais do projeto, como espessuras diferenciadas das paredes, espessuras dos elementos das vedações verticais frente aos elementos da estrutura, do revestimento e das esquadrias, as alturas de portas e janelas e dos vãos deixados para serem preenchidos pela vedação vertical são concebidas sem se considerarem os valores que otimizariam os sistemas de vedação vertical a serem empregados. Esta postura leva, na grande maioria dos casos, à compatibilização dos diversos elementos que compõe o edifício sejam compatibilizados, pela utilização de componentes que podem ser recortados com baixo desperdício. Exemplos destes componentes são os blocos de alvenaria que são particionáveis sem a perda dos parte, ou os componentes que permitem o corte como os blocos de concreto celular autoclavados ou as placas de gesso acartonado.

Estes ajustes, ainda assim representam uma atividade adicional que não incorpora valor ao serviço produzido, representando uma diminuição no potencial de racionalização destes componentes.

O projeto da vedação vertical também deve trazer a clara especificação de todos os componentes que devem ser empregados em cada situação, bem como, a forma de sua montagem ou assentamento, as características tecnológicas de todos os materiais e componentes empregados. A correta especificação dos materiais e componentes a serem empregados nos sistemas de vedação vertical facilita o controle da execução das tarefas em obra, garantindo o desempenho das soluções concebidas no projeto.

São exemplos destas especificações, os valores de resistência mínima dos blocos da alvenaria ou das dosagens e resistência de aderência mínimas das argamassas de assentamento. Outras especificações referem-se às técnicas construtivas como por exemplo as espessuras e forma de preenchimento das juntas de assentamento: utilização de juntas verticais secas (sem preenchimento de argamassa), utilização de dois cordões no assentamento da junta horizontal, etc.

Devem ser detalhas também as situações onde é necessária a utilização de medidas diferenciadas, como a colocação de reforços para garantir a resistência das partes das vedações verticais a todos os esforços solicitantes, como por exemplo nas extremidades das aberturas ou posições de grande deformação dos apoios das alvenarias.

Outro detalhe específico é a inclusão de juntas de movimentação, que devem ser previstas para diminuir as dimensões dos elementos da vedação vertical ou ainda evitar o acúmulo de tensões em situações específicas. Todos os detalhes usados nestas situações devem propiciar um fácil entendimento, não só de sua composição, mas também da forma de sua execução.

Na figura 2 é exemplificada a execução de uma junta de movimentação do revestimento de uma parede de fachada de um edifício, incluindo sua seqüência de execução.

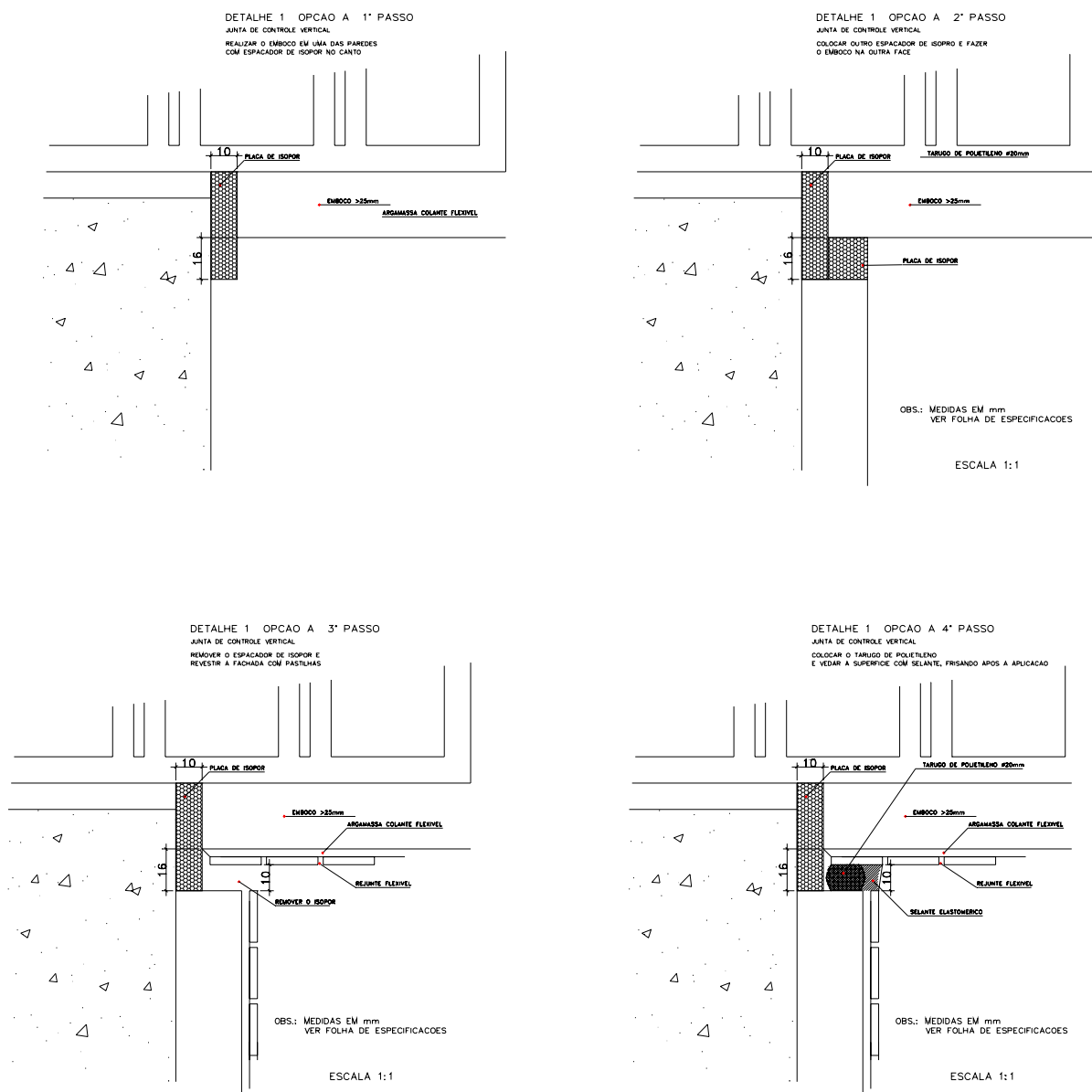


Figura 2 – Junta de movimentação do revestimento de uma parede de fachada.

Outro aspecto de grande relevância que deve ser considerado no projeto das vedações verticais é o seu relacionamento com as esquadrias de portas e janelas.

As esquadrias representam uma parcela bastante significativa do custo das vedações verticais e sua colocação é atividade crítica para a liberação de outras frentes de serviço para a complementação da obra.

A consideração da racionalização destes componentes deve ser integrada às demais soluções adotadas para a vedação vertical do edifício. A consideração das tolerâncias adequadas, bem como das etapas de execução dos revestimentos e acabamentos, devem ser compatíveis com o nível de racionalização esperado para a produção de toda a vedação vertical.

Observa-se ultimamente, uma maior preocupação quanto a forma de execução de tais serviços, inclusive com a consideração dos aspectos de coordenação dimensional dos vãos deixados para a inclusão de portas e janelas, bem como da utilização de técnicas construtiva que diminuam a interferência entre a execução destes serviços e posterguem ao máximo a sua aplicação. Exemplos de iniciativas que atendem estas condições são expressas nas técnicas de colocação de portas com a utilização de espuma de poliuretano, já na fase de pintura e acabamento da edificação, ou ainda, a utilização de peças pré-moldadas, como os contramarcos de argamassas armada a serem colocados durante a etapa de elevação das alvenarias, que definem os vãos com grande precisão, permitindo a colocação da esquadria, também nas fases finais da obra.

A execução de instalações prediais hidro-sanitárias de forma racionalizada sempre representou um grande desafio. Este é, pela tradição construtiva nacional um dos serviços de maior interferência com a vedação vertical. Tradicionalmente as instalações elétricas e hidro-sanitárias são embutidas na vedação vertical. Este embutimento é feito tradicionalmente em operações de baixa racionalização, com o “rasgamento” das paredes, e o posterior preenchimento e arremates dos rasgos efetuados.

Técnicas alternativas, que evitem a execução de rasgos, aproveitando-se dos vazios existentes na vedação vertical tem sido exploradas nos últimos anos como alternativa mais racional para a execução destes serviços. Algumas empresas buscam soluções mais radicais, desvinculando completamente a execução destes subsistemas com a execução da vedação vertical. Assim estão sendo aplicados

com freqüência cada vez maior idéias, como por exemplo, a utilização de “shafts” visitáveis e da passagem das tubulações por seções ôcas das paredes e dos forros.

Além de representar um grande ganho na racionalização tanto do serviço de execução da vedação vertical, como no próprio serviço de execução das instalações hidro-sanitárias, estas soluções tem permitido ganhos quanto a facilidade de manutenção e reparos, através de procedimentos que não geram grandes traumas na própria vedação após a sua execução.

Se faz também importante nesta fase do projeto a análise das espessuras dos revestimentos e impermeabilizações previstos para cada um dos componentes da vedação vertical. A não consideração desta interferência, nesta fase, pode levar ao aumento excessivo destes revestimentos durante a etapa de construção, acarretando perdas não previstas e até aumentando a possibilidade de surgimento de problemas patológicos nestes elementos.

4. CONCLUSÕES

O projeto da vedação vertical é peça fundamental para a implantação das tecnologias construtivas racionalizadas para a produção desta etapa dos serviços. A racionalização da produção da vedação vertical, por sua vez, é fundamental para a racionalização de todos os demais subsistemas que compõem o edifício, propiciando diminuição de desperdícios e economia de matérias e mão-de-obra, proporcionando a diminuição de custos e aumento da produtividade das atividades.

O desenvolvimento do projeto da vedação vertical deve ser realizado com visão sistêmica, não se restringindo unicamente à melhoria do comportamento dos componentes da vedação vertical, mas inserindo o funcionamento da vedação vertical no edifício e a sua produção na organização e racionalização dos demais subsistemas que compõem a edificação.

A implantação da racionalização construtiva, por sua vez passa por outras etapas, sem as quais os potenciais benefícios advindos das estratégias utilizadas, podem não ser permanentes nas empresa e em todos os seus empreendimentos.

Cabe destacar também a importância na continuidade das pesquisas de desenvolvimento tecnológico que tragam respostas para as muitas dúvidas existentes quanto ao desempenho dos diversos detalhes construtivos utilizados no projeto, além de permitir a contínua evolução das técnicas construtiva empregadas na execução de cada diferente processo construtivo.

5. BIBLIOGRAFIA

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

CONSTRUCTION INDUSTRY INSTITUTE. **Constructability: a primer**. Austin, 1986. (CII publication 3-1)

LE MOS, C. A. C. **Alvenaria burguesa**. Nobel. São Paulo, 1985.

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

O'CONNOR, J.T.; TUCKER, R.L. **Industrial project constructability improvement**. Journal of Construction Engineering and Management, v.112, n.1, p.69-82. Mar. 1986.

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